

Grupo ad Hoc *Moringa oleifera*



Participantes:

Julieta Beatriz Benitez: Mgter. en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel. Ingeniera Química, Docente UNaM. Estudiante doctorado CONICET. Especialidad: Materiales lignocelulósicos y biorrefinería

Renée H. Fortunato: Dra. Ing. Agrónoma. Instituto de Recursos Biológicos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Investigadora CONICET, Profesora Titulat de FAyCA-UM. Especialista en Taxonomía, Flora, plantas medicinales, Nutraceuticas.

Noelia Itati Gómez: MSc en Producción animal Subtropical. Ingeniera Zootecnista, Responsable de I+D+i, asociación Civil Educación, Ambiente y Territorio, Docente en Instituto Universitario de Formosa, Facultad de Producción y Ambiente (UNaF).

Silvia Radice: Dra. en Ciencias Biológicas (UBA). Ingeniera Agrónoma (UBA). Investigadora CONICET. Profesora Adjunta de FAyCA-UM. Especialidad: Fisiología vegetal, Biología reproductiva.

Coordinación Red de Seguridad Alimentaria: **M. V. Javier Pardo**

Moringa oleifera

Introducción

Moringa oleifera denominada vulgarmente moringa o árbol de la vida es una especie arbórea originaria del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Foidl *et al.*, 1999). Ha sido introducido y se ha naturalizado en otras partes de India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán, Sri Lanka, el SE asiático, Asia occidental, la Península Arábiga, África del E y del W, Madagascar, el sur de la Florida, las Islas del Caribe y América del Sur, desde México a Perú, Paraguay y Brasil (Jahn *et al.*, 1986; Little *et al.*, 1964; Ramachandran *et al.*, 1980; Vivien, 1990). En América Central fue introducido en el año 1920 como planta ornamental y como cercas vivas (Falasca y Bernabé, 2008).

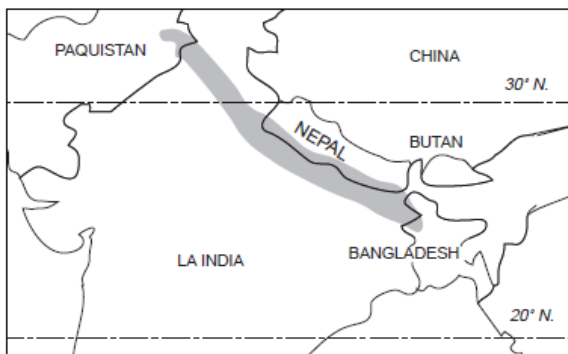


Figura 1: Centro de origen de *M. oleifera*.
(Roloff *et al.*, 2009)



Figura 2: Zonas en el mundo en donde crece *Moringa oleifera* en la actualidad (06/12/2016)

<http://www.gbif.org/species/3054181>



Figura 3: Posibles áreas de cultivo de *M. oleifera* (Falasca y Bernabé, 2008).

En Argentina, según los estudios agroecológicos de Falasca y Bernabé (2008), *M. oleifera* podría cultivarse en las zonas de secano hasta Bahía Blanca exceptuando algunas zonas del SE de la provincia de Buenos Aires y con riego hasta el valle inferior de Río Negro llegando hasta la zona cordillerana por el oeste (Fig. 3).

A pesar de su utilidad ancestral, su aplicación ha sido más bien empírica y la mayor parte de la información existente proviene de la tradición oral o de publicaciones de carácter general. Solo a finales del siglo XX este árbol empezó a recibir una atención merecida por parte de la comunidad científica. Durante las últimas dos décadas se han publicado numerosos reportes sobre la evaluación científica de los procesos de utilización de la planta, así como la identificación de principios activos y mecanismos de acción. Estos avances han permitido explicar muchos de los efectos beneficiosos previamente conocidos, optimizar su empleo y proponer nuevas aplicaciones.

Descripción de la especie: *Moringa oleifera* junto a otras 12 especies de arbustos y árboles pertenece a la familia *Moringaceae* representada por un solo género (Olson, 2002). *M. oleifera* es un árbol siempre verde o deciduo de crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 7 a 12 m de alto y de 20-40 cm de diámetro (Liñán, 2010). Tiene una copa abierta con ramas inclinadas y frágiles. Sus hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las flores son bisexuales, con pétalos blancos y estambres amarillos (Falasca y Bernabé, 2008), las flores son fragante y se agrupan en inflorescencias (Roloff *et al.*, 2009). La *M. oleifera* florece de forma rápida, usualmente dentro de los primeros seis a doce meses de crecimiento (Roloff *et al.*, 2009).

Las flores individuales son de aproximadamente 1 cm. de largo y 2 cm. de ancho, las mismas presentan cinco pétalos desiguales con una venación fina (Roloff *et al.*, 2009). El comportamiento reproductivo está fuertemente ligado a los parámetros climáticos de la zona en donde es cultivada. Florece una sola vez al año en regiones con temporadas frías, dos veces al año como en el sur de la India, o de forma continua como es el caso de los países del Caribe en donde las temperaturas y precipitaciones son uniformes durante todo el año (Roloff *et al.*, 2009). El fruto es una cápsula con forma de tubo trilobulada, dehiscente y pendular, usualmente de 20 a 40 cm de largo y 1 ó 2 cm de ancho, algunos alcanzan 120 cm. de largo. En su interior contienen de 12 a 25 semillas por fruto, con una media de 15,8 semillas por fruto (Parrotta, 1993). Las semillas, de forma redonda y color castaño oscuro, poseen tres alas blanquecinas (Pérez *et al.*, 2010). Las semillas maduras permanecen en el fruto por varios meses antes de ser liberadas (Roloff *et al.*, 2009). Cada árbol puede producir de 15.000 a 25.000 semillas por año (Pérez, *et al.*, 2010).

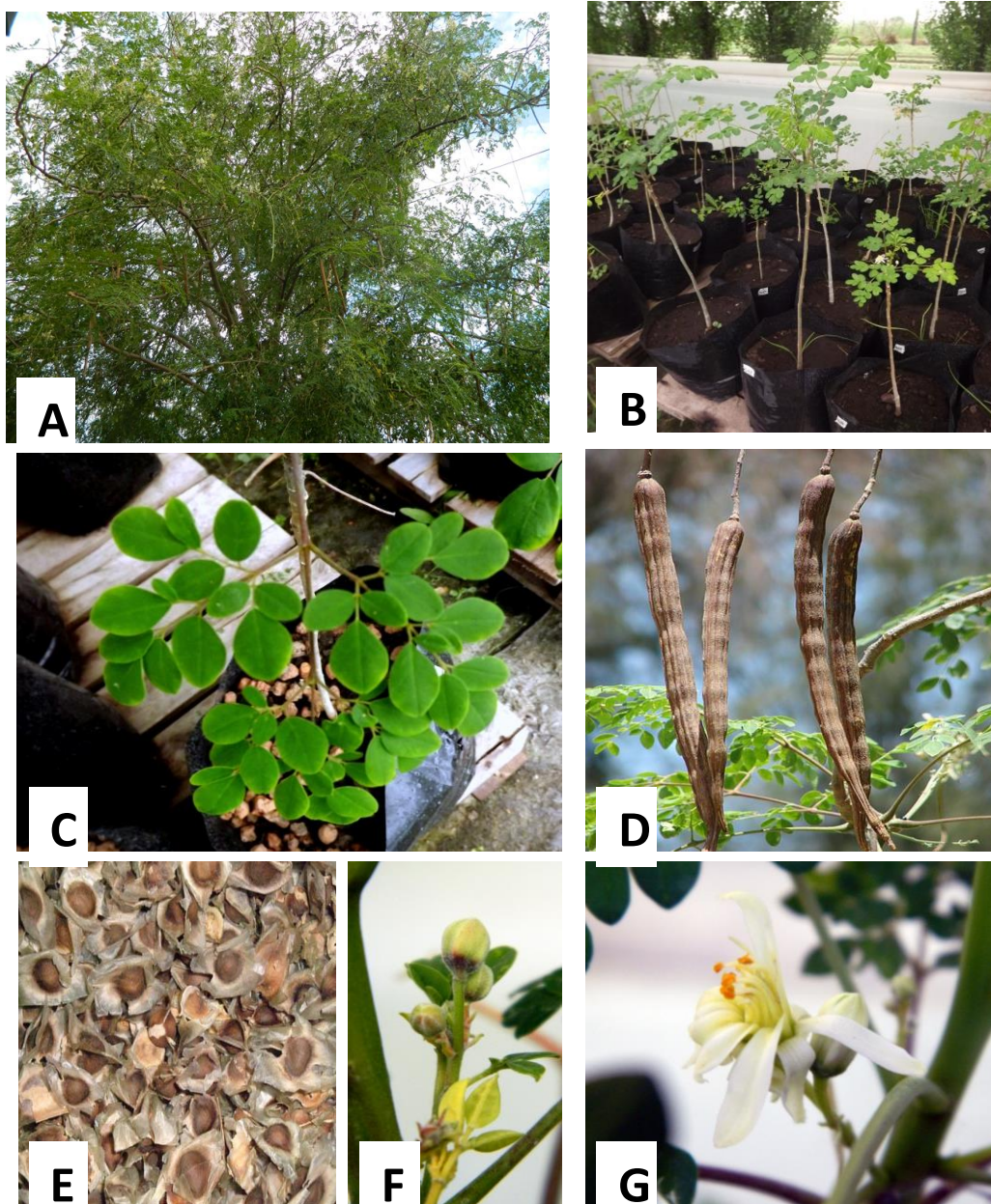


Figura 4: *M. oleifera* crecida en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias UM. **A**, árbol adulto; **B**, plantas jóvenes; **C**, detalle de la hoja; **D**, frutos; **E**, semillas, **F**, inflorescencia; **G**, detalle de la flor. Registros fotográficos tomados por S. Radice.

Antecedentes vigentes del uso de *Moringa oleifera* para consumo humano.

M. oleifera es un producto alimenticio natural importante en países tropicales. Las hojas, las flores, las raíces y las vainas inmaduras de este árbol, como así también el aceite derivado de las semillas, se utilizan como componentes alimenticios altamente nutritivos en la elaboración de diversos platos en muchos países, particularmente en la India, Pakistán, Filipinas, Hawai y muchas partes de África (D'souza and Kulkarni, 1993; Foidl *et al.*, 2001; Anwar and Bhanger, 2003; Anwar *et al.*, 2005; Ghazali & Mohammed, 2011).

Estudios realizados con hojas de esta especie revelan que las mismas contienen cantidades importantes de β -caroteno, proteína, vitamina C, calcio y potasio y compuestos antioxidantes naturales del tipo ácido ascórbico, flavonoides, fenólicos y carotenoides (Dillard and German, 2000; Siddhuraju and Becker, 2003) que contribuyen a mejorar la vida útil de los alimentos que contienen grasa.

Estrella *et al.*, 2000 y Siddhuraju and Becker, 2003 publicaron que en Filipinas, el agregado de *M. oleifera* a la dieta de las madres en la fase de amamantamiento promueve un incremento en la producción de leche y evita la anemia.

En 1997-1998, Alternative Action for African Development (AGADA) y Church World Service, hicieron pruebas sobre el uso del polvo de la hoja de *M. oleifera* en el suroeste de Senegal, para prevenir o curar la desnutrición en mujeres embarazadas o en su periodo de lactancia y en sus hijos. Más de 600 infantes desnutridos recibieron tratamiento durante un año. Durante la prueba, los doctores, las enfermeras, las parteras y las mujeres de las comunidades recibieron entrenamiento sobre la preparación y el uso del polvo de la hoja de *M. oleifera* en las comidas (Fernández, 2010).

Esta prueba tuvo los siguientes efectos para los sujetos que consumieron *M. oleifera*:

- El peso de los niños y las niñas se mantuvo o aumentó y su salud en general mejoró.
- Las mujeres embarazadas se recuperaron de la anemia y tuvieron bebés con mayores pesos al nacer.
- Aumentó la producción de leche de las mujeres en sus períodos de lactancia.

En otro ensayo, se suplementó la dieta de 31 niños preescolares de 3 a 5 años de edad, con 1,17 g/día de harina de hoja de *M. oleifera* durante 5 meses. Los resultados se compararon con un grupo control de 25 niños que no recibieron el suplemento alimenticio. Si bien al inicio del estudio no se encontraron diferencias en cuanto al nivel de nutrición de los niños, se encontró que la prevalencia de deficiencia de vitamina A disminuyó significativamente de 40% a 14.3% en los niños que recibieron el suplemento de *M. oleifera*, mientras que el grupo de niños que no recibieron suplemento permanecieron estadísticamente con la misma prevalencia de deficiencia. Asimismo se observó un aumento notable en la concentración de hemoglobina en los niños que recibieron *M. oleifera* (Fernández, 2010).

En su estudio, la autora establece: Para los niños de 1-3 años la dosis recomendada es de 1 a 2 cucharaditas diarias de *M. oleifera* (1,3 gramos/cucharaditas) dependiendo de las necesidades nutricionales. Una cucharada provee 100% del consumo recomendado diario de vitamina A. Para las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia el consumo recomendado es de 3 cucharadas (4 gramos/cucharada), diarias, que proveen 78% del consumo recomendado diario de vitamina A (Fernández, 2010).

Propiedades farmacológicas y terapéuticas

Hojas. El extracto crudo de hojas de *M. oleifera* tiene una acción reductora del colesterol en el suero de las ratas alimentadas con dieta de alto tenor en grasas. El efecto puede atribuirse a la presencia de β -sitosterol (Ghasi *et al.*, 2000). Se ha encontrado que la fruta de *M. oleifera* disminuye el colesterol sérico, los fosfolípidos, los triglicéridos (Mehta *et al.*, 2003).

Se ha encontrado que el suministro a ratas de extracto de hojas con etanol y sus constituyentes, causan efectos antiespasmódicos (Gilani *et al.*, 1992; 1994; Dangi *et al.*, 2002). También en este extracto se encontraron efectos anti ulcerogénicos y compuestos hepato protectores cuando fue suministrado a ratas (Pal *et al.*, 1995a). Los extractos acuosos de hojas también mostraron efecto anti ulceroso (Pal *et al.*, 1995a), indicando que el componente que previene la formación de úlceras está ampliamente distribuido en esta planta. Trabajos más recientes demuestran que el extracto alcohólico de hojas de *M. oleifera* también posee propiedades anticonvulsivas, es decir que podría ser utilizado como paliativo para los enfermos de epilepsia (Amrutia *et al.*, 2011).

Makonnen *et al.* (1997) encontraron que las hojas de *M. oleifera* son una fuente potencial de actividad antitumoral. El O - etil -4- (α -L-ramnosiloxi) bencilcarbamato junto al isotiocianato de 4 (α -L-ramnosiloxi) -benzilo, la niazimicina y el 3 - O- (6 '-O - oleoil - \ beta - D - glucopiranosil) -B-sitosterol han sido testeados en condiciones *in vitro* para corroborar su actividad antitumoral. Años más tarde se comprobó que el extracto acuoso de hojas de *M. oleifera* suministrado oralmente provocó la muerte de células cancerosas de hígado y pulmón (Jung, 2014).

Se han corroborado otras propiedades de la *M. oleifera*. Los extractos acuosos de la hoja regulan la actividad hormonal de la tiroides (Tahiliani and Kar, 2000) y se puede utilizar para tratar el hipertiroidismo con un efecto antioxidante (Pal *et al.*,

1995a; 1995b; Tahiliani and Kar, 2000). Un extracto de metanol de *M. oleifera* confiere una protección radiológica significativa a los cromosomas de la médula ósea en ratones (Rao *et al.*, 2001).

Las hojas de *M. oleifera* pueden ser usadas como profiláctico o terapéutico del anti-HSV (Virus del herpes simple tipo 1) y puede ser eficaz contra la variante resistente al aciclovir (Lipipun *et al.*, 2003).

Raíces. Se ha reportado que las raíces de *Moringa oleifera* poseen sustancias hepato protectoras (Ruckmani *et al.*, 1998) al igual que el extractos acuosos y alcohólicos de flores de *M. oleifera* (Ruckmani *et al.*, 1998), lo cual puede deberse a la presencia de quercetina, un conocido flavonoide hepatoprotector (Gilani *et al.*, 1994).

Las raíces de *M. oleifera* tienen actividad antibacteriana y se informa que son ricos en agentes antimicrobianos. El principio activo es pterygospermin, que tiene poder antibacteriano y efectos fungicidas (Ruckmani *et al.*, 1998). Un compuesto similar es responsable del efecto antibacteriano encontrado en las flores (Das *et al.*, 1957).

Corteza. El extracto de corteza también posee actividad antifúngica (Bhatnagar V, 1961), mientras que el jugo de la corteza del tallo actúa como antibacteriano contra el *Staphylococcus aureus* (Mehta *et al.*, 2003). El jugo de las hojas frescas inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos para el hombre tales como *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* (Cáceres *et al.*, 1991).

Semillas. Se corroboró en experiencias clínicas con pacientes enfermos de asma que el extracto de semillas molido disminuyó las crisis asmáticas y simultáneamente mejoró la función respiratoria (Agrawal, and Mehta, 2008).

Figura 5: Posibilidades de usos y aplicaciones de *Moringa oleifera* (Foidl *et al.*, 2001).

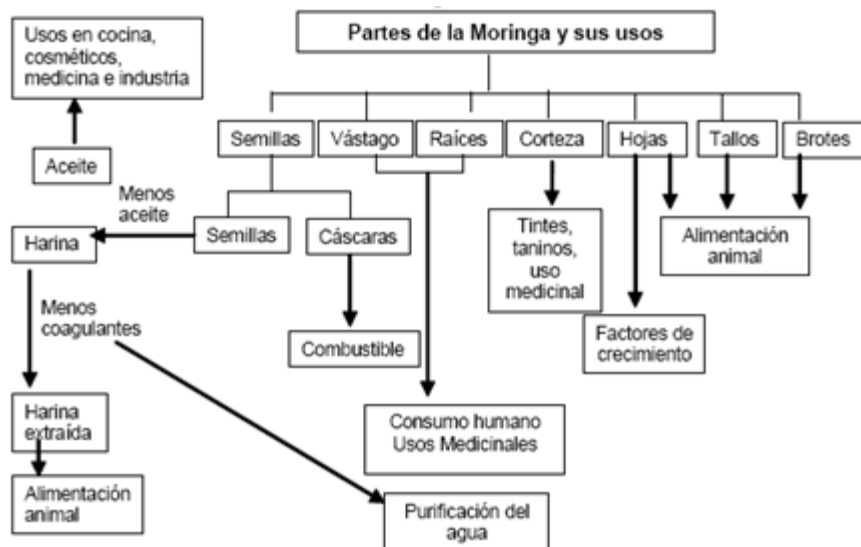


Figura 6: Aplicaciones medicinales de los diferentes órganos de *Moringa oleifera* (Anwar *et al.*, 2007).

Plant part	Medicinal Uses	References
Root	Antilithic, rubefacient, vesicant, carminative, antifertility, anti-inflammatory, stimulant in paralytic affections; act as a cardiac/circulatory tonic, used as a laxative, abortifacient, treating rheumatism, inflammations, articular pains, lower back or kidney pain and constipation,	<i>The Wealth of India</i> , 1962; Padmarao <i>et al.</i> , 1996; Dahot, 1988; Ruckmani <i>et al.</i> , 1998
Leave	Purgative, applied as poultice to sores, rubbed on the temples for headaches, used for piles, fevers, sore throat, bronchitis, eye and ear infections, scurvy and catarrh; leaf juice is believed to control glucose levels, applied to reduce glandular swelling	Morton, 1991; Fuglie, 2001; Makonnen <i>et al.</i> , 1997; <i>The Wealth of India</i> , 1962; Dahot, 1988
Stem bark	Rubefacient, vesicant and used to cure eye diseases and for the treatment of delirious patients, prevent enlargement of the spleen and formation of tuberculous glands of the neck, to destroy tumors and to heal ulcers. The juice from the root bark is put into ears to relieve earaches and also placed in a tooth cavity as a pain killer, and has anti-tubercular activity	Bhatnagar <i>et al.</i> , 1961; Siddhuraju and Becker, 2003
Gum	Used for dental caries, and is astringent and rubefacient; Gum, mixed with sesame oil, is used to relieve headaches, fevers, intestinal complaints, dysentery, asthma and sometimes used as an abortifacient, and to treat syphilis and rheumatism	Fuglie, 2001
Flower	High medicinal value as a stimulant, aphrodisiac, abortifacient, cholagogue; used to cure inflammations, muscle diseases, hysteria, tumors, and enlargement of the spleen; lower the serum cholesterol, phospholipid, triglyceride, VLDL, LDL cholesterol to phospholipid ratio and atherogenic index; decrease lipid profile of liver, heart and aorta in hypercholesterolaemic rabbits and increased the excretion of faecal cholesterol	Nair and Subramanian, 1962; Bhattacharya <i>et al.</i> , 1982; Dahot, 1998; Siddhuraju and Becker, 2003; Mehta <i>et al.</i> , 2003
Seed	Seed extract exerts its protective effect by decreasing liver lipid peroxides, antihypertensive compounds thiocarbamate and isothiocyanate glycosids have been isolated from the acetate phase of the ethanolic extract of <i>Moringa</i> pods	Faizi <i>et al.</i> , 1998; Lalas and Tsaknis, 2002

Composición vegetal

A continuación se presentan diferentes estudios químicos realizados en esta especie.

Tabla 1: Composición química de *M. oleífera* de 45 días de edad (Garavito, 2008).

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca (%)	89,60	88,87	89,87
Proteína (%)	24,99	11,22	21,00
Extracto etéreo (%)	4,62	2,05	4,05
Fibra cruda (%)	23,60	41,90	33,52
Ceniza (%)	10,42	11,38	10,18
Extracto no nitrogenado (%)	36,37	33,45	31,25
Energía digestible (Mcal /kg Ms)	2,81	1,99	2,43
Energía metabolizable (Mcal/kg Ms)	2,30	1,63	1,99

Tabla 2: Composición química de *M. oleífera* de seis años de edad (Garavito, 2008)

Indicador	Hojas y tallos	
	Jóvenes	Maduros
Materia seca (%)	66,86	34,90
Proteína (%)	21,59	26,74
Extracto etéreo (%)	3,73	3,80
Ceniza (%)	9,83	10,63
Energía digestible (Mcal/ kg Ms)	2,99	2,93
Energía metabolizable (Mcal/kg Ms)	2,45	2,39

Tabla 3: Resultados promedios del análisis de los frutos, semilla y hojas frescas de *M. oleifera*. Fuente: Informes del Laboratorio de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) Guatemala, 2006.

Composición	Frutos	Semilla	Hojas frescas
Humedad (%)	75.8	47.2	79.72
Proteínas (%)	7.1	17.5	5.52
Grasas (%)	1.8	15.1	1.46
Cenizas (%)	1.1	2.1	2.12
Carbohidratos (%)	14.3	18.1	11.14
Energía (Kcal/ 100g)	226	439	207.42
Calcio (mg/ 100 g)	2.1	3.4	22.32
Potasio (mg/ 100g)	12.8	18.3	11.84
Hierro (mg/ 100g)	1.6	7.1	24.26
B-Carotenos (ug/ 100g)	3.327.7	114.4	3.911.52
Vitamina C (mg/ 100 g)	0.1	0.1	109.3

Tabla 4: Partes anatómicas de la planta de la *M. oleifera* y sus principales macronutrientes (Cannet – Romero *et al.*, 2014)

Nutrientes	Hojas/Puntas	Brotes	Fruto/Palillo	Semilla ma- dura/seca	Raíz	Flor
Energía (kcal)	/64	40	37/26	--/--	50	
Agua (g)	75,5/--	84,6	86,9/86,9	5,01/--	---	85,9
Proteína (g)	5,8/9,4	5,1	2,1/2,5	32,25/29	---	3,6
Carbohidratos (g)	14/8,28	4,1	8,53/3,7	21,12/6,01	---	7,1
Grasas (g)	1,1/4,0	0,3	0,2/0,1	41,2/42,01	---	0,8
Fibra (g)	1,2/4,8	6,1	3,2/4,8	2,97/7,5	---	1,3

Tabla 5: Análisis de vaina, hojas frescas y polvo seco de hojas de *M. oleifera*. Contenido en peso (gramos o miligramos), de una porción comestible de 100 gramos (Fuglie, 2001).

	Vainas	Hojas frescas	Polvo de
Humedad (%)	86	75	7.5
Calorías	26	92	205
Proteínas (g)	2.5	6.7	27.1
Grasa (g)	0.1	1.7	2.3
Hidrato de carbono (g)	3.7	13.4	38.2
Fibra (g)	4.8	0.9	19.2
Minerales (g)	2.0	2.3	-
Calcio (mg)	30	440	2.003
Magnesio (mg)	24	24	368
Fosforo (mg)	110	70	204
Potasio (mg)	259	259	1324
Cobre (mg)	3.1	1.1	0.57
Hierro (mg)	5.3	7	28.2
Azufre (mg)	137	137	870
Acido oxálico (mg)	10	101	0.6 %
Vit. A Bcarotenos (mg)	0.11	6.8	16.3
Vit. B Colina (mg)	423	423	-
Vit. B1 Tiamina (mg)	0.05	0.21	2.64
Vit. B2 Riboflavina (mg)	0.07	0.05	20.5
Vit. B3 Acido nicotínico (mg)	0.2	0.8	8.2
Vit. C ácido ascórbico (mg)	120	220	17.3
Arginina (g/16 g N)	3.6	6.0	1.33%
Histidina (g/16 g N)	1.1	2.1	0.61%
Lisina (g/16 g N)	1.5	4.3	1.32%
Tiptofano (g/16 g N)	0.8	0.9	0.43%
Fenilalanina (g/16 g N)	4.3	6.4	0.39%
Metionina (g/16 g N)	1.4	2.0	0.35%
Treonina (g/16 g N)	3.9	4.9	1.19%
Leucina (g/16 g N)	6.5	9.3	1.95%
Isoleucina (g/16 g N)	4.4	6.0	0.83%
Valina (g/16 g N)	5.4	1.0	1.06 %

Tabla 6: Contenido de aminoácidos en hojas de *M. oleifera* (g/kg) (Pérez, 2012).

Aminoácidos	Materia seca del extracto de hojas	Materia seca de hojas no extraídas
Lisina	24,89	13,63
Leucina	37,65	20,67
Isoleucina	19,72	9,80
Metionina	7,13	4,24
Cistina	3,54	3,39
Fenilalanina	24,27	14,71
Tirosina	16,74	7,71
Valina	23,49	12,43
Histidina	11,09	6,80
Treonina	19,14	11,81
Serina	18,25	10,34
Ác. Glutámico	47,03	25,65
Ác. Aspártico	39,71	22,16
Prolina	21,13	13,63
Glicina	21,66	13,76
Alanina	24,95	18,37
Arginina	25,90	14,47
Triptófano	15,28	4,79

Tabla 7: Contenido de vitaminas en hojas de *M. oleifera* en 100 g de porción comestible (Pérez, 2012).

Vitaminas (mg)	Hojas secas			
	Fuglie, (1999)	Foild, (2001)		
		Nicaragua	India	Níger
Vit. A (β -caroteno)	18,9	40,1	-	-
Vit. B-colina	-	-	-	-
Vit. B1-tiamina	2,64	-	-	-
Vit. B2-riboflavina	20,5	-	-	-
Vit. B3-niacina	8,2	-	-	-
Vit. C-ácido ascórbico	17,3	91,8	83,6	67,8
Vit. E-acetato tocoferol	113	-	-	-

Los investigadores Nambiar y Seshadri (2001), reportaron que tanto las hojas frescas como las secas sirven como suplemento de vitamina A. Más notable aún es el hallazgo de Seshadri et al, (1997), quienes mostraron que las hojas de *Moringa oleifera* deshidratadas conservaron su contenido de vitamina A después de 90 días de almacenamiento.

Tabla 8: Contenido de macronutrientes en hojas de *M. oleifera* en 100 g de porción comestible (Pérez, 2012)

Minerales (mg)	Hojas secas				
	Fuglie, (1999)	Moringanews (2006)	Foldl, (2001)		
			Nicaragua	India	Niger
Calcio (Ca)	2.000	1600-2000	1.750	2.640	1.390,00
Magnesio (Mg)	368	2350-500	11,00	11,00	11
Fósforo (P)	204	200-600	116	136	122
Potasio (K)	1.324	800-1800	1.910	2.170	1.840
Cobre (Cu)	0,57	0,7-1,1	1,12	0,71	1,06
Hierro (Fe)	28,20	18-28	58,20	17,50	34,70
Azufre (S)	870	-	-	-	-
Sodio (Na)	-	-	116	273	261
Manganeso (Mn)	-	41.887	4,71	5,18	11,40
Zinc (Zn)	-	1,5-3	1,35	1,37	2,42

Tabla 9: Contenido mineral en hojas de *M. oleifera* según diversos autores

Contenido Nutricional	Hojas (mg kg ⁻¹)	Referencia
Calcio	18,747.14	Aykroyd, 1966; Freiberger et al., 1998; Fuglie, 2000; Foldl et al., 2001; Yang et al., 2006; Nouman et al., 2012 a; Makkar and Becker 1997
Fosforo	1121	Freiberger et al., 1998; Fuglie, 2000; Nouman et al., 2012; Makkar and Becker 1997
Magnesio	106.2	Aykroyd, 1966; Freiberger et al., 1998; Fuglie, 2000; Foldl et al., 2001; Yang et al., 2006; Nouman et al., 2012 ^a
Sodio	2241.17	Freiberger et al., 1998; Foldl et al., 2001; Nouman et al., 2012b.
Potasio	20,718.5	Makkar and Becker 1996; ; Fuglie, 1999, 2000; Foldl et al., 2001; Newton et al., 2010; Nouman et al., 2012 ^a
Hierro	379.83	Aykroyd, 1966; Freiberger et al., 1998; Fuglie, 2000; Rweyemanu, 2006; Yang et al., 2006; Makkar and Becker 1997
Manganeso	83.37	Freiberger et al., 1998; Foldl et al., 2001
Zinc	22.05	Freiberger et al., 1998; Foldl et al., 2001
Cobre	9.483	Aykroyd, 1966; Freiberger et al., 1998; Fuglie, 2000; Foldl et al., 2001
Azufre	1370.0	Aykroyd, 1966; Fuglie, 2000; Foldl et al., 2001
Cromo	<5	Freiberger et al., 1998
Molibdeno	7,45	Freiberger et al., 1998
Níquel	<5	Freiberger et al., 1998
Selenio	27,12	Freiberger et al., 1998; Newton et al., 2010

Estudios realizados con hojas de esta especie revelan que las mismas contienen cantidades importantes de β -caroteno, proteína, vitamina C, calcio y potasio y compuestos antioxidantes naturales del tipo ácido ascórbico, flavonoides, fenólicos y carotenoides (Dillard & German, 2000; Siddhuraju & Becker, 2003).

Según un estudio de la FAO, el contenido de proteínas es superior al 25 % (tanto como el huevo y el doble que la leche) y tiene cantidades significativas de calcio (cuatro veces más que la leche), hierro, fósforo y potasio (tres veces más que los plátanos), vitamina A (cuatro veces más que las zanahorias) y C (siete veces más que las naranjas). El contenido de potasio es tres veces superior al contenido en los plátanos y también posee cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (Makonnen *et al.*, 1997). La semilla contiene un 40 % de aceite, de alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 % de ácido oleico, similar al aceite de oliva (FAO, 2009).

Estudios realizados en Brasil, habiendo extraído el aceite de la semilla seca (39%) con hexano arrojó un índice de acidez de 7.95 mg KOH/g. Contiene un 7% de ácido palmítico, 2 % de palmitoleico, 4% de esteárico, 78% de oleico, 1% de linoleico, 4% de araquídico y 4% de behénico (Serra *et al.*, 2007).

Fitoquímica

M. oleifera es rica en sacarosa, ramnosa y un grupo bastante único de compuestos llamados glucosinolatos e isotiocianatos (Fahey *et al.*, 2001, Bennett *et al et al.*, 2003).

En la corteza del tallo se han encontrado dos alcaloides, moringina y moringinina (Kerharo, 1969). Por otro lado, del tallo se han aislado vanilina, B-sitosterol, β -sitostenona, 4-hidroximilina y ácido octacosanoico (Faizi *et al.*, 1994)

De la goma exudada se extrajo L-arabinosa, -galactosa, -glucurónico ácido y L-ramnosa, -manosa y -xilosa (Bhattacharya *et al.*, 1982).

Las flores contienen nueve aminoácidos, sacarosa, D-glucosa, trazas de alcaloides, cera, quercetina y kaempferat. Las cenizas contienen potasio y calcio (Ruckmani *et al.*, 1998). En las flores también hay pigmentos flavonoides tales como alcaloides, kaempferol, rhamnetina, isoquercitrina y kaempferitrina (Faizi *et al. et al.*, 1994; Siddhuraju and Becker, 2003).

En el fruto se han encontrado compuestos antihipertensivos tiocarbamato y glicósidos de isotiocianato (Faizi *et al.*, 1998) como también citoquininas (Nagar *et al.*, 1982).

De las semillas se aisló un nuevo compuesto: O - etil - 4- (α - L - ramnosiloxi) bencilcarbamato junto con siete compuestos bioactivos conocidos tales como 4 (α - L - ramnosiloxi) - bencil isotiocianato, niazimicina, 3-O- (6'-O-oleoil- β -D-glucopiranosil) - β -sitosterol, β -sitosterol-3-O- β -D-glucopiranosido, niazirina, β -sitosterol y glicerol-1- (9-octadecanoato) (Guevara *et al.*, 1999).

Las hojas de *M. oleifera* actúan como buena fuente de antioxidantes naturales debido a la presencia de diversos tipos de compuestos antioxidantes (Arena and Radice, 2016) como el ácido ascórbico, flavonoides, compuestos fenólicos y

carotenoides (Anwar *et al.*, 2005; Makkar and Becker, 1996). Las altas concentraciones de ácido ascórbico, sustancias estrogénicas y B-sitosterol, hierro, calcio, fósforo, cobre, vitaminas A, B y C, α -tocoferol, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico, piridoxina, β -caroteno, proteína, y en aminoácidos esenciales tales como metionina, cistina, triptófano y lisina presentes en las hojas y vainas de *M. oleifera* lo convierten en un suplemento dietético prácticamente ideal (Makkar and Becker, 1996).

La composición de aceite de semilla de *M. oleifera* se compone principalmente de campesterol, estigmasterol, β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol y clerosterol acompañado de 24 - metilen - colesterol, \ Delta 7-campestanol, estigmastanol y 28-isoavenasterol (Tsaknis *et al.*, 1999; Anwar and Bhanger, 2003; Anwar *et al.*, 2005). La composición de esteroides de las principales fracciones aceite de *M. oleifera* difiere mucho de los de la mayoría de los aceites comestibles (Rossell, 1991). La composición de ácidos grasos del aceite extraído de las semillas de *M. oleifera* revela que posee alto contenido en ácido oleico (C18: 1, 67,90% -76,00%). Entre los otros componentes son importantes los ácidos grasos C16: 0 (6,04% -7,80%), C18: 0 (4,14% -7,60%), C20: 0 (2,76% -4,00%) y C22: 0 (5,00% -6,73%) (Tsaknis *et al.*, 1999; Anwar and Bhanger, 2003; Anwar *et al.*, 2005).

M. oleifera es también una buena fuente de tocoferoles (α -, γ - y δ -); La concentración de esos es 98,82 - 134,42; 27,90 - 93,70 y 48,00 - 71,16 mg/kg, respectivamente (Anwar and Bhanger, 2003; Tsaknis *et al.*, 1999).

Toxicidad

La planta de *Moringa oleifera* contiene como principios tóxicos benzil, ácido morínico y ácido cianhídrico; La corteza fresca contiene beta sistosterol y pequeñas trazas de alcaloides (Escobar, 1972; Alfaro, 2008) y glucósido cianogénico; El principio activo de las raíces es la “espiroquina” que tiene una acción directa sobre el miocardio (Escobar, 1972). La ingestión del fruto en gran cantidad sería tóxica (Enda, 1987). La toxicidad en varios animales de experimentación es baja (Siddiqui & Mohammad, 1968). Los cotiledones de la semillas presentan efectos tóxicos por inhibición de la enzima acetilcolinesterasa; el efecto tóxico se cree es debido a los constituyentes antimicrobianos; sin embargo, se considera que no constituye un riesgo para la salud humana a las concentraciones utilizadas con propósitos nutricionales, medicinales o de purificación de agua. (Grabow et al, 1985; Alfaro, 2008). Estudios de toxicidad crónica demuestran que las semillas molidas administradas por vía oral a ratas durante 6 semanas no producen alteraciones histológicas en 28 órganos examinados de los animales (Berger et al., 1985).

Estudios sobre toxicidad aguda de la infusión de hojas y semilla no presentó toxicidad aparente en ratones a una dosis de 5 g/kg de peso (Cáceres, et al., 1992)

Adedapo et al., (2009), encontró que el extracto de hoja de *M. oleifera* no es letal en animales a 2000 mg / kg de peso corporal, concluyendo que la planta es segura tanto para usos nutricionales como medicinales. Más aún, el Informe de Diallo et al., (2009) reveló que el extracto acuoso de la hoja de *M. oleifera* es segura a una dosis tan alta como 5000 mg/kg.

Algunos autores reportan que el uso indiscriminado de este suplemento como un principio homeopático en dosis determinadas por automedicación puede llegar a ser nocivo, sobre todo cuando se trata de un consumo prolongado, puesto que contiene sustancias, como fitoquímicos derivados del ácido gálico y del catecol, esteroides, antraquinonas, azúcares reducidas, sitosterol, alcaloides como la

moringina y moringinina, y antibióticos como el pterygosperma, athomine y spirochin, encontradas, principalmente, en la raíz y corteza del árbol (Paul y Didia, 2012).

Partes anatómicas de *Moringa oleifera* y sus efectos tóxicos reportados

Corteza. Es utilizada con diversos fines terapéuticos y paliativos, sin embargo, se ha probado que producen úlceras y pápulas peligrosas en zonas delicadas como los ojos, la piel del rostro y la tráquea por su acción rubefaciente y vesicante. El jarabe de la corteza seca funciona como un potente diurético si se consumen tres cucharadas cada cuatro horas (Morton, 1991).

El triturado de la corteza, contiene una sustancia abortiva que causa violentas contracciones uterinas capaces de inducir la muerte del feto (Bhattacharya *et al.*, 1978). Un estudio de fertilidad realizado en la Universidad de Jiwaji de la India (1988), mostró que las raíces y la corteza prevenían la implantación cuando se administraba oralmente por un tubo intragástrico después de 7 días de embarazo (Morton, 1991). Al administrar una dosis oral de 15 g de un extracto acuoso causa, paulatinamente la aparición de cambios metaplásicos en el epitelio con marcada queratinización, engrosamiento del lumen, aumento de progesterona y disminución de estrógenos (Nellis, 1997). El aumento de concentración o actividad en glucógeno, proteínas, colesterol, fosfatasas ácidas y alcalinas, así como los cambios histológicos observados durante los primeros días del embarazo pueden explicar sus propiedades anticonceptivas naturales (Paul & Didia, 2012), atribuidas al bencil isotiocianato y moringinina, cuyo mecanismo de acción se relaciona, aparentemente con un receptor de hormona folículo estimulante (FSH).

Por otro lado, el bencil isotiocianato induce apoptosis en células cancerígenas de ovarios (Chinmoy, 2007), poseen efectos bactericidas sobre *Bacillus subtilis* y *Micobacterium pheli* (Nellis, 1997) y reduce la hiperglucemia, así como contribuye a reducir los niveles de ácidos grasos (Bour *et al.*, 2005).

La moringina y moringinina, se encuentran en la corteza de la raíz; Estos son alcaloides que estimulan el corazón, relajan los bronquiolos y el músculo liso, aumentan la presión arterial por vasoconstricción y estimulan el sistema nervioso central de la misma forma que el LSD (Nellis, 1997). Algunos estudios ponen en evidencia la presencia total de estos alcaloides (0.2%) e investiga sus efectos en hígado, riñones y parámetros hematológicos con la administración de múltiples dosis semanales de 35, 46, 70 mg/kg de peso corporal (pc) y diarias de 3,5, 4,6, y 7,0 mg/kg pc en ratones. Los resultados histológicos muestran que una dosis de 4.6 mg puede ocasionar esteatosis hepatocelular y un daño tubular moderado acompañado por inflamación intersticial en riñones. Al utilizar una dosis mayor de 46 mg/kg pc semanal o una dosis diaria de 7 mg/kg pc provocan daños severos como esteatosis hepatocelular y esteatosis microvesicular; en riñones se hallan células inflamatorias infiltradas en el intersticio así como la presencia de material eosinofílico en el lumen tubular (Paul & Didia, 2012).

Raíz. El interior de la raíz puede tener un potencial tóxico si se consume en grandes cantidades, aunque ya se haya retirado la corteza. Esto se debe a la presencia de spirochin (Paul & Didia, 2012), un alcaloide que provoca taquicardia con una dosis de 35 mg/kg pc y efectos contrarios al administrar 350 mg/kg pc o dosis mayores que también afectan el SNC y paralizan el nervio vago, causando paro cardio-respiratorio, además de causar daños en la función renal con dosis periódicas superiores a 46mg/kg pc (Asare *et al.*, 2011). En contraparte, spirochin es un eficaz profiláctico y antiséptico en herida, contra infecciones producidas por bacteria gram positivas, especialmente para *Staphylococcus* y *Streptococcus* (Nellis, 1997). La Dosis Letal 50 (DL50) y dosis tóxicas más bajas del extracto de la raíz (500 y 184 mg/kg pc, respectivamente), administradas por vía parenteral en ratones, ocasionan cambios en los factores de coagulación, en la composición del suero (proteína total, bilirrubina, colesterol), en conjunto con inhibición enzimática, inducción o alteración en los niveles de otras transferasas en sangre o tejido (Woodard *et al.*, 2007, citado en Paul y Didia, 2012).

Semillas. Las semillas tostadas de *Moringa oleifera*, contienen mutágenos potenciales como 4-(α -Iramnopiranosiloxi)-bencilglucosinolato (Bennett *et al.*, 2003), que aumentan la proporción de eritroblastos policromatofílicos micronucleados en ratones blancos, indicativo de cierto grado de genotoxicidad (Asare *et al.*, 2011).

La semilla y sus extractos pueden inducir la hemaglutinación, disminuyen el apetito, alteran los patrones de crecimiento, provocan distensión abdominal, atrofia de hígado, páncreas y riñones (similar a la causada por altas dosis del extracto acuoso de las raíces), además de hipertrofia de bazo y timo (Lim, 2012).

Hojas. Las hojas prácticamente no contienen taninos, mientras que su concentración de saponinas es muy similar a la del frijol chino (Makkar y Becker, 1996). En base a lo descrito anteriormente se puede afirmar que las hojas de *Moringa oleifera* es la parte anatómica de la planta cuyo consumo no representa riesgo para la salud.

Alergenicidad

Los estudios que evalúan la toxicidad crónica y alergenidad de esta y muchas otras plantas medicinales, no llegan a conclusiones consistentes puesto que no establecen la dosis o tiempo de consumo específicos para asegurar su inocuidad y reafirmar sus potenciales beneficios. Si bien es cierto, que la mayoría de los estudios realizados sobre *M. oleifera* concuerdan en que es una planta con múltiples propiedades benéficas para el organismo y que sus hojas son seguras para consumo humano.

Debido a que su variedad de usos es muy amplia, el campo de investigación sobre sus posibles efectos adversos debería ser igualmente amplio. Esto permitiría tener la certeza de que su utilización es segura y, en el caso contrario, desarrollar técnicas que eliminen o reduzcan sustancias peligrosas y potenciar aquellas que

son benéficas. Es importante destacar que hasta la fecha no se conocen casos de alergia, por ende son mayores los beneficios que aporta.

Normativa

Moringa oleifera, es una planta de la cual se extraen diferentes órganos para ser utilizados como suplemento en la alimentación humana y/o medicinal. Su consumo se ha incrementado enormemente en los últimos años, aunque aún no se han encontrado normativas que regulen su empleo, consumo y aplicación para seres humanos. Sin embargo, en algunas provincias como Misiones, la comercialización de subproductos obtenidos a partir de esta planta tiene habilitación a nivel local debido a todas las propiedades nutricionales y los efectos benéficos ya descritos anteriormente.

Para Estados Unidos de Norte América las normativas vigentes para las semillas son las siguientes:

USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 28

Full Report (All Nutrients) 11620, Drumstick pods, raw

Report Date: January 07, 2016 15:21 EST

Nutrient values and weights are for edible portion.

Food Group : Vegetables and Vegetable Products

Common Name: Horseradish tree pods

Carbohydrate Factor: 3,57 Fat Factor: 8,37 Protein Factor: 2,44 Nitrogen to Protein Conversion Factor: 6,25

Refuse: 48% Refuse Description: Hard outer covering and fibers

Nutrient	Unit	1 Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1 cup slices 100g	1 pod (15-1/3" long) 11g
Proximates						
Water	g	88.20	1	--	88.20	9.70
Energy	kcal	37	--	--	37	4
Energy	kJ	155	--	--	155	17
Protein	g	2.10	--	--	2.10	0.23
Total lipid (fat)	g	0.20	--	--	0.20	0.02
Ash	g	0.97	--	--	0.97	0.11
Carbohydrate, by difference	g	8.53	--	--	8.53	0.94
Fiber, total dietary	g	3.2	--	--	3.2	0.4
Minerals						
Calcium, Ca	mg	30	--	--	30	3
Iron, Fe	mg	0.36	--	--	0.36	0.04
Magnesium, Mg	mg	45	1	--	45	5
Phosphorus, P	mg	50	--	--	50	6
Potassium, K	mg	461	1	--	461	51
Sodium, Na	mg	42	1	--	42	5
Zinc, Zn	mg	0.45	--	--	0.45	0.05
Copper, Cu	mg	0.084	--	--	0.084	0.009
Manganese, Mn	mg	0.259	--	--	0.259	0.028
Selenium, Se	µg	0.7	--	--	0.7	0.1
Vitamins						
Nutrient	Unit	1 Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1 cup slices 100g	1 pod (15-1/3" long) 11g
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	141.0	--	--	141.0	15.5
Thiamin	mg	0.053	--	--	0.053	0.006
Riboflavin	mg	0.074	--	--	0.074	0.008
Niacin	mg	0.620	--	--	0.620	0.068
Pantothenic acid	mg	0.794	--	--	0.794	0.087
Vitamin B-6	mg	0.120	1	--	0.120	0.013
Folate, total	µg	44	--	--	44	5
Folic acid	µg	0	--	--	0	0
Folate, food	µg	44	--	--	44	5
Folate, DFE	µg	44	--	--	44	5
Vitamin B-12	µg	0.00	--	--	0.00	0.00
Vitamin A, RAE	µg	4	--	--	4	0
Retinol	µg	0	--	--	0	0
Vitamin A, IU	IU	74	--	--	74	8
Vitamin D (D2 + D3)	µg	0.0	--	--	0.0	0.0
Vitamin D	IU	0	--	--	0	0
Lipids						
Fatty acids, total saturated	g	0.033	--	--	0.033	0.004
Fatty acids, total monounsaturated	g	0.102	--	--	0.102	0.011
Fatty acids, total polyunsaturated	g	0.003	--	--	0.003	0.000
Fatty acids, total trans	g	0.000	--	--	0.000	0.000
Cholesterol	mg	0	--	--	0	0
Amino Acids						
Other						
Alcohol, ethyl	g	0.0	--	--	0.0	0.0

Normativas de la USDA para las hojas de *Moringa oleifera*:

USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 28

Full Report (All Nutrients) 11222, Drumstick leaves, raw

Report Date: January 04, 2016 12:46 EST

Nutrient values and weights are for edible portion.

Food Group : Vegetables and Vegetable Products

Common Name: Harseradish tree leaves

Carbohydrate Factor: 3,57 Fat Factor: 8,37 Protein Factor: 2,44 Nitrogen to Protein Conversion Factor: 6,25

Refuse: 38% Refuse Description: Stems

Nutrient	Unit	I Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1 cup, chopped 21g
Proximates					
Water	g	78.66	1	--	16.52
Energy	kcal	64	--	--	13
Energy	kJ	268	--	--	56
Protein	g	9.40	--	--	1.97
Total lipid (fat)	g	1.40	--	--	0.29
Ash	g	2.26	--	--	0.47
Carbohydrate, by difference	g	8.28	--	--	1.74
Fiber, total dietary	g	2.0	--	--	0.4
Minerals					
Calcium, Ca	mg	185	--	--	39
Iron, Fe	mg	4.00	--	--	0.84
Magnesium, Mg	mg	42	--	--	9
Phosphorus, P	mg	112	--	--	24
Potassium, K	mg	337	1	--	71
Sodium, Na	mg	9	1	--	2
Zinc, Zn	mg	0.60	--	--	0.13
Copper, Cu	mg	0.105	--	--	0.022
Manganese, Mn	mg	1.063	--	--	0.223
Selenium, Se	µg	0.9	--	--	0.2
Vitamins					

USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 Full Report (All Nutrients) January 04, 2016 12:46 EST
Page 3 of 3

Nutrient	Unit	I Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1 cup, chopped 21g
Aspartic acid	g	0.920	1	--	0.193
Glutamic acid	g	1.035	1	--	0.217
Glycine	g	0.517	1	--	0.109
Proline	g	0.451	1	--	0.095
Serine	g	0.414	1	--	0.087
Flavonoids					
Flavonols					
Isorhamnetin ¹	mg	0.4	2	--	0.1
Kaempferol ¹	mg	6.0	2	--	1.2
Myricetin ¹	mg	0.0	2	--	0.0
Quercetin ¹	mg	16.6	2	--	3.5

¹Lobo, J., Treanor, P. C., Wahlqvist, M., Hattunapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., Proneer, R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, 45, 1727-1741

Nutrient	Unit	I Value Per100 g	Data points	Std. Error	1 cup, chopped 21g
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	51.7	--	--	10.9
Thiamin	mg	0.257	--	--	0.054
Riboflavin	mg	0.660	--	--	0.139
Niacin	mg	2.220	--	--	0.466
Pantothenic acid	mg	0.125	--	--	0.026
Vitamin B-6	mg	1.200	--	--	0.252
Folate, total	µg	40	--	--	8
Folic acid	µg	0	--	--	0
Folate, food	µg	40	--	--	8
Folate, DFE	µg	40	--	--	8
Vitamin B-12	µg	0.00	--	--	0.00
Vitamin A, RAE	µg	378	--	--	79
Retinol	µg	0	--	--	0
Vitamin A, IU	IU	7564	--	--	1588
Vitamin D (D2 + D3)	µg	0.0	--	--	0.0
Vitamin D	IU	0	--	--	0
Lipids					
Fatty acids, total trans	g	0.000	--	--	0.000
Cholesterol	mg	0	--	--	0
Amino Acids					
Tryptophan	g	0.144	3	--	0.030
Threonine	g	0.411	3	--	0.086
Isoleucine	g	0.451	3	--	0.095
Leucine	g	0.791	3	--	0.166
Lysine	g	0.537	3	--	0.113
Methionine	g	0.123	3	--	0.026
Cystine	g	0.140	3	--	0.029
Phenylalanine	g	0.487	3	--	0.102
Tyrosine	g	0.347	1	--	0.073
Valine	g	0.611	3	--	0.128
Arginine	g	0.532	3	--	0.112
Histidine	g	0.196	3	--	0.041
Alanine	g	0.705	1	--	0.148

Consideraciones finales:

Sobre la base de las investigaciones descritas, se puede concluir que *Moringa oleifera* es una planta con enormes potencialidades nutricionales debido a su elevada cantidad de proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales. Existe un consenso generalizado que establece la seguridad derivada del consumo moderado de las hojas de *M. oleifera* y sus extractos. Como se mencionó anteriormente, la posible toxicidad de esta especie es directamente proporcional a la parte del vegetal usada, la dosis y al tiempo de consumo. Sólo en las semillas, la raíz y la corteza se han detectado sustancias tóxicas.

Existe todavía un camino por explorar del cual se carece de información acerca de la importancia nutricional y disponibilidad de los compuestos o nutrientes en el organismo, así como también de la absorción y metabolismo de las proteínas que aporta.

ANEXO

***Moringa oleifera* en la fitorremediación de suelos.**

En estudios de fitorremediación se observó que la torta de *Moringa oleifera* obtenida después de la extracción del aceite, es bioestimulante para que las bacterias heterotróficas puedan cumplir con la degradación del petróleo crudo de suelos contaminados. Abdulsalam y colaboradores (2013) encontraron que después de 12 semanas de aplicada la torta de *M. oleifera* al suelo contaminado se comprobó un 89-98% de eliminación de hidrocarburos totales.

Resultados obtenidos con *M. oleifera* cultivada en Argentina

Formosa: Los resultados del análisis de hojas tomadas de plantas de *M. oleifera* de 4 meses de edad proveniente de un establecimiento de la provincia de Formosa fueron: 23,69 % de Proteína Bruta, 4,42 % Extracto Etéreo, 4,45 % de Fibra Bruta y un valor de Energía Metabolizable de 3.390 kcal/kg (Laboratorio de Tecnología de los Alimentos –UNNE, 2014).

Misiones: Se realizaron estudios de caracterización morfológica y química de la madera de *M. oleifera*, obtenida de zonas aledañas a la provincia de Misiones, con el objeto de evaluar su aptitud papelera, como también la obtención de otros productos de alto valor agregado (Benítez *et al.*, 2014).

Buenos Aires: En el año 2012 se iniciaron las primeras pruebas de germinación de semillas de *Moringa oleifera* en la localidad de Moreno en el campo experimental de la FAYCA-UM bajo la dirección de S. Radice. La finalidad de este estudio fue ver la adaptación de la especie a esta zona de cultivo. Los resultados obtenidos respecto al crecimiento de la especie fueron presentados en la tesis de

grado de Martín Salinas. Estudio del crecimiento y reproducción de *M. oleifera* Lam en la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Agronomía y Cs Agroalimentarias UM. Tesis presentada el 7 de marzo de 2014.

De estas plantas cultivadas se extrajeron hojas en tres meses diversos para estudiar las variaciones estacionales en su contenido de antioxidante y su actividad de barrido sobre los radicales DPPH. Los procedencias diversas de las semillas empleadas produjeron plantas con significativas diferencias en el crecimiento foliar, el contenido de antioxidantes y la actividad de DPPH. El área foliar específica, el peso seco de las hojas como porcentaje del peso fresco, el contenido de fenol y la actividad de los radicales DPPH en los extractos foliares fueron significativamente correlacionados y fueron variables según el mes muestreado. Estos valores podrían ser utilizados para la estimación de la productividad y el valor nutracéutico del material. El contenido en fenoles y la actividad de los radicales DPPH de extractos foliares de todas las plantas estudiadas bajo estas condiciones resultaron con altos valores (Arena and Radice, 2016).

Paralelamente con la aparición de las primeras flores se iniciaron los estudios de la biología reproductiva de la especie cuyos resultados se detallan en la tesis magistral de Clémentine Thiberge. Flower structure, Ontogeny and Pollen viability of *Moringa oleifera*. Master Thesis of Tropical Rural Development from Florence University. Tesis presentada en Julio de 2015 en la Universidad de Florencia bajo la dirección de los Dres. E. Giordani y S. Radice.

Asimismo, mediante un servicio brindado por INTA: Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIRN) con sede en el Instituto de Recursos Biológicos, durante 2015/2016 a un grupo inversor se ha determinado en cinco (5) muestras de hojas cosechadas en diferentes estados fenológicos y una (1) de semillas. En las hojas las tres primeras muestras fueron tomadas en un período inicial durante el mes de mayo y difieren en el nivel de humedad, mientras que la cuarta y quinta en los meses de octubre y febrero siguientes. Estas últimas corresponden a los estadios previos a la floración (botón floral, pre antesis) y previo a la fructificación.

Los resultados obtenidos permiten indicar con permiso del grupo inversor lo siguiente:

- % de Humedad: El secado con caloventor facilita la conservación de las muestras de hojas para su comercialización.
- Contenido de aceite: el extraído de las semillas fue de 40,33%, dentro de los rangos esperados de acuerdo a antecedentes (Anwar and Bhanger, 2003).
- Vitaminas liposolubles: en hojas muestran vitamina E (tocoferol), ausencia de vitamina A (retinol) pero presencia del precursor: beta caroteno (pro-vitamina A), no detectado en semillas. El alfa tocoferol posee niveles semejantes a los antecedentes, y la gama tocoferol superiores a los registros. En semillas se detectan ambos, lo que le conferirá una estabilidad oxidativa mayor a los aceites durante el almacenamiento. En todos los casos tanto los tocoferoles como el beta caroteno se verifica un cambio estacional de las concentraciones estando relacionados al ciclo de vida.
- Vitamina C (hidrosoluble): No detectado en semillas. En hojas fue superior a los datos bibliográficos, mostrando aumento muy significativo en pre- antesis.
- Flavonoides: su presencia provee información sobre la capacidad medicinal de la planta. Se detectó miricetina, quercetina y kaempferol en formas libres y glicosiladas en hojas del período pre antesis. Los compuestos quercetina y kaempferol se detectaron en forma libre en las semillas. La presencia de antioxidantes como tocoferoles y flavonoides de características liposolubles, aseguran la estabilidad oxidativa de este aceite.
- Los ensayos frente a cinco microorganismos no mostraron actividad antibacteriana ni antifúngica. Sin embargo, la presencia de otros compuestos en los extractos podría estimular la defensa natural del organismo contra microorganismos patógenos (Govardhan Singha *et al.*, 2013).

Bibliografía

- Abdulsalam S., Danjuma B.Y. and Ameen I.A. 2013. Bioremediation of soil contaminated with Escravos and Urals crude oils using oil-free *Moringa oleifera* and Soya bean cakes. *J. App. Phytothecnology in Environmental Sanitation* 2 (1): 15-24.
- Adedapo, A.A., Mogbojuri, O.M., Emikpe, B.O., 2009. Safety evaluations of the aqueous extract of the leaves of *Moringa oleifera* in rats. *Journal of Medicinal Plants Research* 3, 586–591.
- Agrawal, B., and Mehta, A. (2008). Antiasthmatic activity of *Moringa oleifera* Lam: A clinical study. *Indian Journal of pharmacology*, 40 (1), 28.
- Alfaro, N. C., Martínez, W. 2008. Uso Potencial de la Moringa (*Moringa oleifera*, Lam) para la Producción de Alimentos Nutricionalmente Mejorados, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT), Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala.
- Amante, B., López-Grimau, V. and Smith, T. 2015. Valuation of oil extraction residue from *Moringa oleifera* seeds for water purification in Burkina Faso. *Desalination and Water Treatment* 57 (6): 2743-2749.
- Amrutia Jay, N., Minaxi, L., Srinivasa, U., Shabaraya, A. R., & Samuel, M. R. (2011). Anticonvulsant activity of *Moringa oleifera* leaf. *International Research Journal of Pharmacy*, 2 (7), 160-162.
- Anwar. F., Ashraf, M. and Bhanger, M. I. 2005. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **82**: 45–51.
- Anwar, F. and Bhanger, M. I. 2003. Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *J. Agric. Food Chem.* 51: 6558–6563.
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007). *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy research*, 21(1), 17-25.
- Arena M.E and Radice S. 2016. Seasonal Variation in Leaf Growth and Antioxidant Content of *Moringa oleifera* Cultivated at Buenos Aires, Argentina. *International Journal of Agriculture & Biology* 18: 719-725.
- Asare, A.G., Gyan, B., Bugyei, K., Adjei, S., Mahama, R., Addob, P., Otu-Nyarko, A., Kwame, W.E. y Nyarko, A. 2011. Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra- supplementation levels. *Journal of Ethnopharmacology*. 139: 265-272.
- Awodele, O., Osunkalu, V.O., Akinde, O.R., Teixeira da Silva, J.A., Okunowo, W.O., Odogwu, E.C., Akintonwa, A., 2010. Modulatory roles of antioxidants against the aqueous stem bark extract of *A. boonei* (*Apocynaceae*) induced nephrotoxicity and testicular damage.
- Benitez, J. B., Vallejos, M. E., Area, M. C., and Felissia, F. E. 2014. Caracterización química y morfológica de *Moringa oleifera* para su aprovechamiento en

- biorrefinerías. 1 Aptitud papelera. VIII Ibero American Congress on pulp nad paper research, November 26-28. Medellín, Colombia.
- Bennett RN, Mellon FA, Foidl N et al. 2003 Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (Horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. J Agric Food Chem 51: 3546–3553.
- Berger, M.R., Habs, M., Jahn, S.A.A., Schmahl, D. 1984. Toxicological assessment of seeds from *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*, two highly efficient primary coagulants for domestic water treatment of tropical waters . East African Medical Journal 61, 712 717.
- Bhatnagar SS, Santapau H, Desai JDH, Yellore S, Rao TNS. 1961. Biological activity of Indian medicinal plants. Part 1. Antibacterial, antitubercular and antifungal action. Indian J Med Res 49: 799–805.
- Bhattacharya J., Guha G., Bhattacharya B. 1978. Powder microscopy of bark–poison used for abortion: *moringa pterygosperma gaertn*. J Indian Forensic Sci. 17:47–50.
- Bhattacharya S. B., Das A.K., Banerji N. 1982. Chemical investigations on the gum exudates from Sonja (*Moringa oleifera*). Carbohydr Res 102: 253–262.
- Caceres A., Cabrera O, Morales O, Mollinedo P, Mendia P. 1991. Pharmacological properties of *Moringa oleifera*. 1: Preliminary screening for antimicrobial activity. J Ethnopharmacol 33: 213–216.
- Caceres, A. A. Saravia, S. Rizzo, L. Zabala, E. De León and F. Nave. 1992. Pharmacologic properties of *Moringa oleifera* 2: Screening for antipasmodic, antiinflammatory and diuretic activity. Journal of Ethnopharmacology 36: 233-237.
- Canett-Romero R., Arvayo-Mata K., Ruvalcaba-Garfias N.2014. Aspectos Tóxicos más relevantes de *Moringa oleifera*/XVI (2): 36-43.
- Coppina, J.P., Xua, Y., Chena, H., Panb, M-H., Hoc, C-T., Juliania, R., Simona, J.E. & Wu, Q. 2013. Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. J. Functional Foods 5: 1892-1899.
- D'souza J., Kulkarni A. R. 1993. Comparative studies on nutritive values of tender foliage of seedlings and mature plants of *Moringa oleifera* Lam. J. Econ. Taxon. Bot. 17: 479–485.
- Dangi S. Y., Jolly C. I., Narayana S. 2002. Antihypertensive activity of the total alkaloids from the leaves of *Moringa oleifera*. Pharm Biol 40: 144–148.
- Das B. R., Kurup P. A., Rao P. L., Narasimha Rao P. L. 1957. Antibiotic principle from *Moringa pterygosperma*. VII. Antibacterial activity and chemical structure of compounds related to pterygospermin. Indian J. Med. Res. 45: 191–196.
- Diallo, A., Eklugadegkeku, K., Mobio, T., Moukha, S., Agbonon, A., 2009. Protective effect of *Moringa oleifera* Lam. and *Lannea kerstingii* extracts against cadmium and ethanol-induced lipid peroxidation. J. of Pharm.. and Toxicology 4, 160–166.
- Dillard CJ, German JB. 2000. Phytochemicals: nutraceuticals and human health: A review. J Sci Food Agric 80: 1744– 1756.
- Enda, 1987: Plantes et arbres utiles, Dakar, Senegal

- Escobar N. 1972. Flora Tóxica de Panamá. Panamá: Tupan, Editorial Universitaria. 279 pp.
- Estrella M. C. P., Mantaring J. B. V., David G. Z. 2000. A double blind, randomised controlled trial on the use of malunggay (*Moringa oleifera*) for augmentation of the volume of breastmilk among non-nursing mothers of preterm infants. Philipp J. Pediatr. 49: 3–6.
- Fahey J. W., Zalcmann A. T., Talalay P. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. Phytochemistry 56: 5–51.
- Faizi S., Siddiqui B., Saleem R., Saddiqui S., Aftab K. 1994. Isolation and structure elucidation of new nitrile and mustard oil glycosides from *Moringa oleifera* and their effect on blood pressure. J Nat Prod 57: 1256–1261.
- Falasca S. y Bernabé M. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. Revista Virtual de REDESMA. p. 1. [En línea]. <http://revistavirtual.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>.
- Fernández, I. V. 2010. *Moringa oleifera* y su impacto en el estado nutricional de vitamina A, hierro y zinc en preescolares: Estudio piloto (Doctoral dissertation, Tesis maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora).
- Ferreira, R. S., Napoleão, T. H., Santos, A. F., Sá, R. A., Carneiro-da-Cunha, M. G., Morais, M. M., Silva-Lucca, R. A., Oliva, M. L., Coelho, L. C., Paiva, P. M., 2011. Coagulant and antibacterial activities of the water-soluble seed lectin from *Moringa oleifera*. Letters in Applied Microbiology 53, 186–192.
- Foidl N., Makkar H. P. S., Becker K. (2001) The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Proceedings of the International Workshop “What Development Potential for Moringa Products?”, Dar-es-Salaam, Tanzania, pp. 47–67.
- Foidl, N., Mayorga, L., and Vásquez, W. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En: Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143, p. 341.
- 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. [En línea]. 23/7/2016 Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864039420100004000019/10
- Ghasi S., Nwobodo E., Ofili J. O. 2000. Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed Wistar rats. J. Ethnopharmacol 69: 21– 25.
- Gilani A. H., Aftab K., Shaheen F. *et al.* 1992. Antispasmodic activity of active principle from *Moringa oleifera*. In Natural Drugs and the Digestive Tract, Capasso F, Mascolo N (eds). EMSI: Rome, 60–63.

- Gilani A. H., Aftab K, Suria A. *et al.* 1994. Pharmacological studies on hypotensive and spasmodic activities of pure compounds from *Moringa oleifera*. *Phytother. Res.* 8: 87–91.
- Govardhan Singha, R. S., Negib, P. S. & Radha, C. 2013. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. *J. Functional Foods* 5 (4): 1883–1891.
- Grabow W., Slabbert J., Morgan W., Jhan S. 1985. Toxicity and mutagenicity evaluation of water coagulated with *Moringa oleifera* seed preparation using fish protozoan bacterial coliphage enzyme. *Water S.A. (Pretoria)* 11 (1), 91 pp.
- Guevara A. P., Vargas C., Sakurai H. *et al.* 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutat Res* 440: 181–188.
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP. 2006. Informes del Laboratorio de Composición de Alimentos.
- Jahn, S; Musnad, H. and Burgstaller, H. 1986. The tree that purifies water: cultivating multipurpose *Moringaceae* in the Sudan. *Unasylva.* 38(2): 23-28.
- Jung, I. L. (2014). Soluble extract from *Moringa oleifera* leaves with a new anticancer activity. *PloSone*, 9 (4) doi: 10.1371/journal.pone.0095492.
- Kerharo P. J. 1969. Un remede populaire Sengalais: Le 'Nebreday' (*Moringa oleifera* Lam.) employs therapeutiques en milieu Africain chimie et pharmacologie. *Plantes Med. Phytother.* 3: 14–219.
- Lim, T. K. 2012. *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants*, Volume 3. Springer. . Dordrecht. Makkar, H. P. S., y Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Elsevier Science*, 63(1-4): 211-228.
- Liñán, T. F. 2010. *Moringa oleifera* el árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud virtual* Vol. 2 (1), diciembre de 2010: 130-138
- Lipipun V, Kurokawa M, Suttisri R. *et al.* 2003. Efficacy of Thai medicinal plant extracts against herpes simplex virus type 1 infection in vitro and in vivo. *Antiviral Res* 60: 175–180.
- Little, E. L; Wadsworth, F.H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and Virgin Islands*. Agric. Handb. 249. Washington, D.C: US. Department of Agriculture. 548 pp.
- Makkar HPS, Becker K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Anim Feed Sci Technol* 63: 211–228.
- Makonnen E, Hunde A, Damecha G. 1997. Hypoglycaemic effect of *Moringa stenopetala* aqueous extract in rabbits. *Phytother Res* 11: 147–148.
- Marrero Delange, D., Vicente Murillo, R., González Canavaciolo, V.L. y Gutiérrez Amaro, J. 2014. Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de *Moringa oleifera* que crece en La Habana, Cuba. *Rev. Cubana de Plant. Med.* 19 (2):197-204.

- Mehta LK, Balaraman R, Amin AH, Bafna PA, Gulati OD. 2003. Effect of fruits of *Moringa oleifera* on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits. *J. Ethnopharmacol* **86**: 191–195.
- Morales V. G. 1990. Contribución al estudio fitoquímico y farmacológico de *Moringa oleifera* Lam (Paraíso Blanco) como antiinflamatorio. Tesis de grado de licenciado Químico Farmacéutico. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad De San Carlos de Guatemala. 53 pp.
- Morton, J. F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (*Moringaceae*) A bon to arid lands? *Economic Botany*. 45 (3) 318-333.
- Nagar P. K., Iyer R. I., Sircar P. K. 1982. Cytokinins in developing fruits of *Moringa pterigosperma* Gaertn. *Physiol Plant* 55: 45–50.
- Nellis, D.W. 1997. Poisonous plants and animals of Florida and the Caribbean. 1st. ed. Pineapple Press, Inc. Florida.
- Pal S. K., Mukherjee P. K., Saha B. P. 1995a. Studies on the antiulcer activity of *Moringa oleifera* leaf extract on gastric ulcer models in rats. *Phytother Res* **9**: 463–465.
- Pal S. K., Mukherjee P. K., Saha K., Pal M., Saha B. P. 1995b. Antimicrobial action of the leaf extract of *Moringa oleifera* Lam. *Ancient Science of Life* 14: 197–199.
- Olson M. E. 2002. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of *Moringaceae* (Brassicales). *Syst. Bot.* 27, 55–73
- Parrotta, J. A. (1993). *Moringa oleifera* Lam. Resedá, horseradish tree. SO-ITF-SM-61. New Orleans, LA: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Paul, C. W. and Didia B. C. 2012. The Effect of Methanolic Extract of *Moringa oleifera* Lam Roots on the Histology of Kidney and Liver of Guinea Pigs. *Asian Journal of Medical Sciences*. 4(1):55-66.
- Perello, B. J. 2004. Fitato: estudios sobre su actividad biológica y los efectos sobre la prevención de las calcificaciones patológicas. Tesis Doctoral, Departamento de Química. Laboratori d'Investigacio en Litiasi Renal Institut Universitari d'Investigacio en Ciències de la Salut, Mallorca. Universitat de les Illes Balears.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N. y Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, Vol. 33 (4): 1-10.
- Pérez, C. 2012. Trabajo de Fin de Carrera: *Moringa oleifera* Lam., especie forestal de usos múltiples. Revisión bibliográfica. EUIT Forestal (UPM) Madrid.
- Ramanchandran, C; Peter, K. V; and Gopalakrishnan, P. K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*, 34 (3) 276-283.
- Rao V. A., Devi P. U., Kamath R. 2001. *In vivo* radioprotective effect of *Moringa oleifera* leaves. *Indian J Exp Biol* 39: 858–863.
- Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U., & Stimm, B. (2009). *Moringa oleifera* LAM., 1785. *Sea*, 10(10).

- Rossell J. B. 1991. Vegetable oil and fats. In Analysis of Oilseeds, Fats and Fatty Foods, Rossell J. B., Pritchard J. L. R. (eds). Elsevier Applied Science: New York, 261–319.
- Ruckmani K., Kavimani S., Anandan R., Jaykar B. 1998. Effect of *Moringa oleifera* Lam on paracetamol-induced hepatotoxicity. Indian J. Pharm. Sci. **60**: 33–35.
- Salinas M. 2014. “Estudio del crecimiento y reproducción de *Moringa oleifera* Lam en la Provincia de Buenos Aires”. Facultad de Agronomía y Cs. Agroalimentarias UM.
- Sánchez-Machado D. I., López-Cervantes J., & Vázquez N. J. 2006. High-performance liquid chromatography method to measure alpha- and gamma-tocopherol in leaves, flowers and fresh beans from *Moringa oleifera*. J Chromatogr A. 1105 (1-2):111-114.
- Sreelatha, S. & Padma, P. R. 2009. Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of *Moringa oleifera* Leaves in Two Stages of Maturity. Plant Foods Hum. Nutr. 64:303–311.
- Subadra, S., Monica, J. and Dhabhai, D. 1997. Retention and storage stability of beta-carotene in dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*). Int. J. Food Sci. Nutrition 48: 373-379.
- Siddhuraju, P. and Becker, K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.). J. Agric. Food Chem. 15: 2144–2155.
- Tahiliani P., Kar A. 2000. Role of *Moringa oleifera* leaf extract in the regulation of thyroid hormone status in adult male and female rats. Pharmacol. Res. 41: 319–323.
- Thiberge C. 2015. Flower structure, Ontogeny and Pollen viability of *Moringa oleifera*. Master Thesis of Tropical Rural Development from Florence University.
- Tsaknis J, Lalas S, Gergis V, Dourtoglou V, Spiliotis V. 1999. Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya. J Agric Food Chem 47: 4495–4499.
- Vivien, J. 1990. Wild fruit trees of Cameroon. Fruits (Paris) 45 (2): 149- 160.
- Woodard D, Stuart R. 2007. The Vermont Safe Information Resources, Inc. Material Safety Data Sheet collection. Available at: <http://hazard.com/msds/tox/f/q77/q479.html>. accessed January 27.