

## Un estudio transversal de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) Revisión

Francisco José González Minero

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. C/ S. Fernando, 4, C.P. 41004 - Sevilla, España.

Correspondencia: minero@us.es.

### Resumen

La hoja de moringa era ya empleada en la medicina ayurvédica hace cientos de años y conocida por egipcios y romanos por su uso cosmético. *Moringa oleifera* es una de las 13 especies de único género que compone la familia Moringáceas. Originaria del norte de la India, Nepal y NO de Pakistán, actualmente está extendida por la franja intertropical de todo el mundo. Son árboles de hasta 12 m de altura, hojas varias veces pinnadas, flores en panículas, zigomorfas, pentámeras, bisexuales, fruto tipo cápsula y semillas oleaginosas con tres alas. Se cultiva para obtener forraje para el ganado y usos alimenticios (hojas, pericarpio del fruto y aceite de semillas). Los requerimientos del cultivo son poco exigentes en cuanto a suelos y cantidad de agua, siendo la temperatura el principal factor limitante. Sus hojas son muy ricas en proteínas, aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) y lisina. Son también ricas en calcio y hierro. En las hojas aparecen una extensa variedad de antioxidantes (polifenoles, flavonoides, ácidos fenólicos) y glucosinolatos. El aceite de semilla contiene un alto contenido en ácido oleico (70 %), menos del 1 % de poliinsaturados y 6,7 % de ácido behénico. Estas propiedades hacen que diferentes partes de la planta se usen o potencialmente puedan usarse en: cosmética, industria farmacéutica, descontaminación de agua, producción de biodiesel, lucha biológica contra hongos y plagas agrícolas, alimentación animal y usos medicinales. En alimentación humana se emplea como suplemento alimentario para obtener proteínas de alto valor biológico o paliar déficits de calcio en poblaciones sometidas a infraalimentación. Sus usos medicinales son bien conocidos en sistemas médicos tradicionales, si bien no están avalados por ensayos de laboratorios y ensayos clínicos. En la actualidad se llevan a cabo cuantiosos experimentos científicos para evaluar la eficacia terapéutica de la planta y su posible toxicidad. Se demostró el poder hipoglucemiante e hipolipemiante. Además, en ensayos *in vitro* e *in vivo* se está poniendo de manifiesto su posible valor antitumoral. Se sugiere seguir ahondando en el estudio de todas sus posibilidades.

## A Transversal Study of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) Review

### Abstract

The moringa leaf was already used hundreds of years ago in the Ayurveda medicine and it was known by Egyptian and Romans for its cosmetic use. *Moringa oleifera* is one of the 13 species of a unique genus composed by the Moringaceae family. Originated in the north of India, Nepal and Northwest of Pakistan, it is

---

**Palabras clave:** *Moringa oleifera* - etnobotánica - recursos naturales - suplemento alimenticio - medicina.

**Key words:** *Moringa oleifera* - ethnobotany - natural resources - nutritional supplement - medicine.

currently extended through the inter-tropical region around the globe. These trees may grow up to 12 meters high with pinnate leaves, paniced flowers, zygomorphic, pentamerous, bisexual, capsuled shaped fruit and three-winged oleaginous seeds. *Moringa oleifera* is cultivated in order to obtain cattle feed and foodstuff use (leaves, fruit's pericarp and oil from the seeds). The cultivation requirements are somehow demanding in terms of soil and water amounts, being temperature the main limiting factor. Its leaves are high in protein, Sulphur amino acids (Met + Cys) and Lysine. *Moringa oleifera* leaves are also very rich in calcium and iron. On its leaves there is an extended antioxidant variety (polyphenols, flavonoids, phenolic acids) and glucosinolates. Its seed's oil contains a high amount of oleic acid (70 %), less than 1 % of polyunsaturated and 6.7 % of behenic acid. These properties make the plant being used or potentially used as: cosmetics, in the pharmaceutical industry, water depollution, biodiesel production, biological component against fungi and agricultural plagues, animal feed, and medicinal use. For human feed it is used as an alimentary supplement in order to obtain complete proteins or to palliate calcium deficit in underfeeding populations. Its medical use is well-known on traditional medical systems, although these uses are not certificated by any laboratory or clinical research. Nowadays, many scientific experiments are taking place in order to quantify the therapeutic efficiency of this plant and its possible toxicity. The *Moringa* plant possesses a contrasted hypoglycemic and lipid lowering powers. *In vitro* and *In vivo* the plant is reflecting possible antitumor properties. It is suggested further research in order to discover all of its possibilities.

## Introducción

“*Die schwerste sache zu sehen ist, was du vor deiner augen hest*” (“Lo más difícil de ver es aquello que tenemos delante de nuestros ojos”). Esta frase atribuida al escritor alemán Goethe no sólo es el principio del trabajo, sino que podría ser perfectamente su final. La génesis de este trabajo comienza cuando se solicitó a este laboratorio asesoramiento desde el ámbito farmacéutico sobre las propiedades y usos de *Moringa oleifera*, cuyo cultivo se estaba iniciando de manera piloto en el sur de España. Entendemos por moringa a *Moringa oleifera* Lam. (Morinagaceae).

*Moringa oleifera* es muy conocida en su área de distribución y ha sido objeto de numerosos estudios. Seguidamente se realizaron consultas en manuales de botánica (Heywood, 1985; Takhtajan, 2009) y bases de datos. Esta búsqueda resultó en una gran sorpresa, no tanto por la abundante bibliografía que aparecía, sino por las numerosas propiedades de la planta. Por ejemplo: se ha estudiado el mejoramiento de las hamburguesas de ternera con el añadido del extracto de *M. oleifera* (Al-Juhaimi y col., 2016). Otra de sus últimas y más llamativas propiedades es la protección contra la infertilidad en ratones sometidos a las ondas electromagnéticas de los teléfonos móviles (BinMeferij y ElKott, 2015).

Desde hace pocas décadas se establece cada vez más la integración interdisciplinaria de la física, química y biología, por lo que es posible estudiar con más profundidad (y en algunos casos redescubrir) las propiedades de las plantas (Rai y col., 2013). La relación de propiedades nutraceuticas, farmacéuticas e industriales de *M. oleifera* no deja de aumentar (Leone y col., 2015). Esto es consecuencia del uso del microscopio electrónico (Ndong y cols, 2007), de la aplicación de técnicas como la cromatografía y espectrometría (HPLC, CG-MS, FTIR, LIBS) (Shanker y col., 2007; Colombini y col., 2009; Sánchez-Machado y col., 2010; Rai y col., 2013) y el empleo de extractos de la planta en ensayos *in vitro* y animales (Mishra y col., 2011) y en pacientes (Agrawal y Mehta, 2008; Kasolo y col., 2010).

Los antecedentes de este tema son cuantiosos. Botánicos (Olson y Fahey, 2011), etnobotánicos (Pandey y col., 2011; Sarkhel, 2014), aplicados en agricultura (García Torres y col., 2009; Martín y col., 2013), nutrición (Makkar y Becker, 1996), farmacia (Hussain y col., 2014; Razis y col., 2014), industria (Kleiman y col., 2008) y medio ambiente (Choy y col., 2014). También comienzan a aparecer revisiones (Hussain y col., 2014; Nouman y col., 2014; Giacoppo y col., 2015; Leone y col., 2015).

Los trabajos escritos en español provienen de diversos países de América: México (Martín y col., 2013; Melo y col., 2013), Costa Rica (Folkard y Sutherland, 1996), Guatemala (Alfaro Martínez 2008), Cuba (Pérez y col., 2010; Bonald Ruiz y col., 2012), Colombia (Castro Márquez y Ruíz Suárez, 2014; Villareal Gómez y Ortega Angulo, 2014), Venezuela (Mendoza y col., 2000) y Argentina (Falasca y Bernabé, 2008). Estos últimos inciden sobre todo en los usos de la planta como forraje, suplemento nutricional, fuentes de biodiésel o purificador de aguas. Recientemente se han realizado estudios sobre la posibilidad de cultivar *M. oleifera* en España (Arias Sabin, 2014).

Todo parece indicar que estamos ante una revaloración de *M. oleifera*. Los conocedores y consumidores de *M. oleifera* la denominan de muchas formas, todas ellas afectuosas: árbol de la vida, árbol multiusos, planta milagro, entre otros. Estos hechos comienzan a ser tenidos en cuenta en países occidentales. Sin embargo, inevitablemente surge el escepticismo como con todas las plantas panacea.

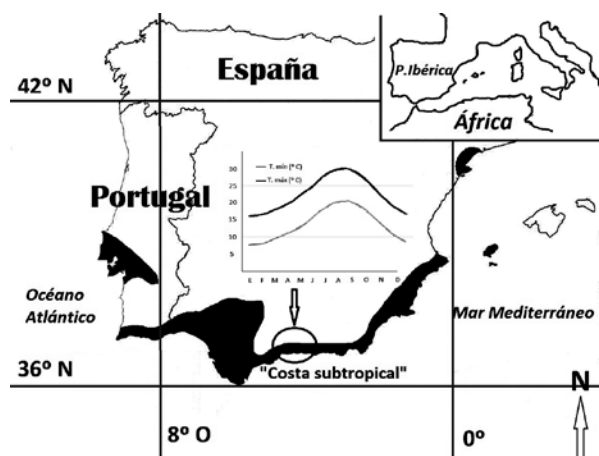
Por todo lo anterior, se presenta este estudio de recopilación de diversos aspectos de *M. oleifera* que parte y se fundamenta en el campo científico de la botánica, pero por tratarse de un equipo de farmacéuticos, nos permite abordar aspectos de otras áreas como la química de productos naturales, nutrición, propiedades medicinales, agricultura y medio ambiente.

Los objetivos son múltiples: elaborar una revisión botánica extensa de *Moringa oleifera*. Conocer las principales pautas de cultivo y explotación. Recoger algunos aspectos de su fitoquímica. Establecer una relación genérica de sus propiedades como, por ejemplo, industriales, ecológicas, nutricionales y medicinales. Todo ello, con la finalidad de poder potenciar más, si cabe aún, el carácter de actualidad y repercusión de esta materia.

## Material y métodos

Por una parte se han visitado las parcelas de cultivo de *Moringa oleifera* en Cártama (Málaga) 36°.7339 N, 4°.6679 O y recopilado información y material *in situ*. La localidad se encuentra en la llamada costa subtropical, en donde por sus condiciones microclimáticas se cultivan desde hace años mango, aguacate (*Persea americana*) y chirimoyo (Olalla Mercadé, 2012). (Figura 1).

**Figura 1.-** Cultivo potencial en la península Ibérica de *Moringa oleifera*



Localización geográfica de cultivos (círculo) y temperaturas máximas y mínimas de la zona. Elaboración propia a partir de datos de Godino y col. (2013) y <http://es.climate-data.org/location/56983/> (en línea).

Por otro lado se realizó una búsqueda bibliográfica con el consiguiente análisis y filtrado de la información acerca de las características de *M. oleifera*: Para ello se han utilizado bases de datos científicos: Scopus-ScientDirect, WOS y Google Scholar. Se han introducido las palabras clave moringa y *M. oleifera* limitando el periodo de búsqueda a (2011-2015). Aparecieron 1843 artículos relacionados. Por ello se acotó el muestreo con la palabra *review*, apareciendo 92 artículos. Además de estas referencias también se contó con trabajos de años anteriores que fueron considerados, sobre todo referencias botánicas clásicas más antiguas.

## Resultados y discusión

### Revisión botánica

#### Ubicación taxonómica de *Moringa oleifera*

*Moringa oleifera* pertenece a la familia Moringaceae. Clado de las Málvidas. Cronquist (1988) sitúa a esta familia en el orden Caparales (junto Capparaceae, Cruciferae y Resedaceae). Takhtajan (2009) la incluye como única familia en el orden Moringales

(relacionado con Caricales y Caparales). Según el criterio de Bremer y col. (2009) -APGIII- Moringaceae pasa al orden Brassicales (mucho más extenso que lo anteriores, que quedan suprimidos, y en el que están todas las familias citadas).

### Familia Moringaceae

Árboles, arbustos y hierbas. Tallos caducifolios, robustos y altos, tuberosos cuando jóvenes y frecuentemente también en edad adulta. Corteza y médula con canales gumíferos. Hojas alternas, 1 - 3 (4) veces imparipinnadas, glabras o puberulentas; foliolos opuestos caedizos. Sin estípulas, con glándulas rodeando la base del peciolo y foliolos. Flores dispuestas en panículas axilares, actinomorfas o zigomorfas, con o sin hipanto, bisexuales, blancas, amarillas o rojas, Cinco sépalos, a menudo reflexos en anthesis. Cinco pétalos iguales o distintos, a menudo reflexos. Cinco estambres y cinco estaminodios. Gineceo: ovario súpero uniloculado, primordios seminales numerosos; 1 estilo; estigma diminuto. Fruto en cápsula, con 3 - 12 costillas, a veces con un pico alargado; 3 valvas, dehiscente. Numerosas semillas con 3 alas o sin ellas, sin endospermo. Nativa del noroeste de la India, Pakistán, Cuerno de África, Madagascar.

Fuentes bibliográficas: (Heywood, 1985; Lu y Olson, 2001; Takhtajan, 2009; Olson, 2002).

Un único género, *Moringa*, con 13 especies que pueden agrupar en cuatro secciones (Olson, 2002). Los grupos establecidos por este autor se basan por un lado en el análisis de similitudes de fragmentos de DNA y por otro en caracteres morfológicos asociados a la forma de vida y área de distribución.

Árboles botella: con troncos gruesos con forma similar al baobab y flores con simetría radial. SO África, Madagascar. *M. ovalifolia*, *M. drouhardii*, *M. stenopetala* y *M. hiidebrandtii*.

Árboles rectos: donde predominan las fibras en el xilema, haciendo que sean las más resistentes del género. India, Pakistán, Arabia. Flores con simetría bilateral. *M. oleifera*, *M. cocanensis* y *M. peregrina*.

Árboles con copa en forma de raíz: Muy resistentes a la sequía. NE África. *M. arborea* y *M. ruspoliana*.

Arbustos tuberosos. Cuerno de África. *M. borziana*, *M. longituba*, *M. pygmaea* y *M. rivaie*.

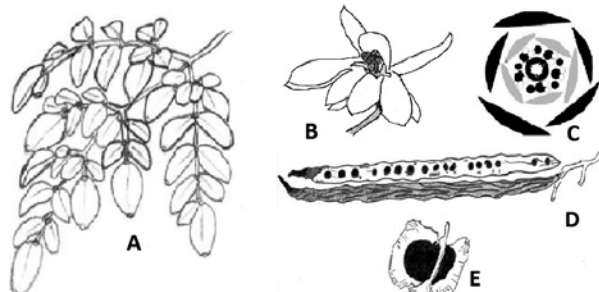
### *Moringa oleifera* Lam.

Sinónimos: *Guilandina moringa* L., *Hyperanthera moringa* (L.) Vahl., *Moringa zeylanica* Burmann. No legítimo *Moringa pterygosperma* Gaertn. (dado que el nombre de Lamarck es más antiguo que el de Gaertner de 1791).

Árboles de hasta 12 m de altura. Perennifolios-caducifolios en zonas áridas. Entomófilos. Raíces gruesas y profundas, axonomórficas. Cambium suberógeno secretor de gomas, blanco, con células mirosínicas, glicosinatos e isotiocianatos. Tallos poco ramificados, corteza, lisa o rugosa; xilema con tráqueas cúbicas o romboidales, con perforaciones lenticuliformes, a veces diminutas; fibras del xilema cilíndricas o fusiformes, generalmente asimétricas; floema con plastos tipo S. Hojas de 25 - 60 cm, compuestas tripinnadas, pecioladas, alternas, con 4 - 6 pares de foliolos opuestos (Figura 2), con pelos glandulares en la base del peciolo; foliolos 1 - 2 cm, débilmente peciolados, enteros, ovados, elípticos u oblongos, 1 - 2 x 0,5 - 2 cm, puberulentos cuando jóvenes, de adultos glabros. Inflorescencias de 10 - 30 cm en panícula axilar. Flores zigomorfas, hermafroditas, pentámeras, heteroclámideas, pecioladas, bracteadas, blancas o color crema. Cáliz gamosépalo, con 5 sépalos insertos en un hipanto, imbricados, desiguales, erectos los dos superiores, reflexos el resto; sépalos 0,7 - 1,4 mm, lanceolados, puberulentos. Corola dialipétala, con 5 pétalos desiguales, el superior de mayor tamaño, recto y el resto reflexos; pétalos 1 - 2 cm (Figura 2), espatulados, glabros, puberulentos. Androceo diplostémono, inserto en los bordes del hipanto. Con 5 estaminodios externos alternipétalos y 5 estambre internos opositipétalos; filamentos libres, pilosos en la base; anteras monotecas y bisporangiadas, libres, dorsifijas y con dehiscencia longitudinal. Polen de formación simultánea, P/E: 101, tricolpado, oblato-esferoidal, subpsilado, con colpos agudos en los extremos y sexina más delgada que la nexina. Gineceo con 3 carpelos, paracárpico, piloso, ovario súpero, unilocular inserto sobre un pequeño ginóforo, placentación parietal; rudimentos seminales anatropos, numerosos; gametofito femenino tipo *Polygonum*; endospermo con desarrollo nuclear; estilo simple, estigma truncado y perforado en el centro. Fruto de 20 - 50 x 1 - 3 cm alargado, cápsula dehiscente por tres valvas, toruloso. Semillas generalmente numerosas de 8 - 15 mm de diámetro, subglobosas,

de sección triangular (Figura 2), con alas; embrión recto con 2 (3) cotiledones.  $2n = 28$ . Fl: I - XII. Fr: VI - XII (en condiciones óptimas).

Figura 2.- *Moringa oleifera*



A: hoja. B: Flor. C: Diagrama floral. D: Fruto. E: Semilla. Dibujos de elaboración propia. Excepto diagrama floral (con permiso de Ronse Decraene y col., 1998).

Origen: nativa de norte de la India, Nepal y NO de Pakistán. Introducida: franja Pantropical de todo el mundo. Nombres comunes: español (ben, árbol del bien, morango, moringa); francés (bèn alié, benzo-live, moringa); inglés (drumstick, horse radish tree, mother's best friend, West Indian ben) (*Treesforlife* y *The Plant List*, en línea).

Fuentes bibliográficas: Puri (1934); Ronse Decraene y col. (1998); Olson y Carlquist (2001); Lu Olson (2001); Perveen y Qaiser (2009); Panchal y col. (2011); Pandey y col. (2011); Silva y col. (2011); Muhl y col. (2013).

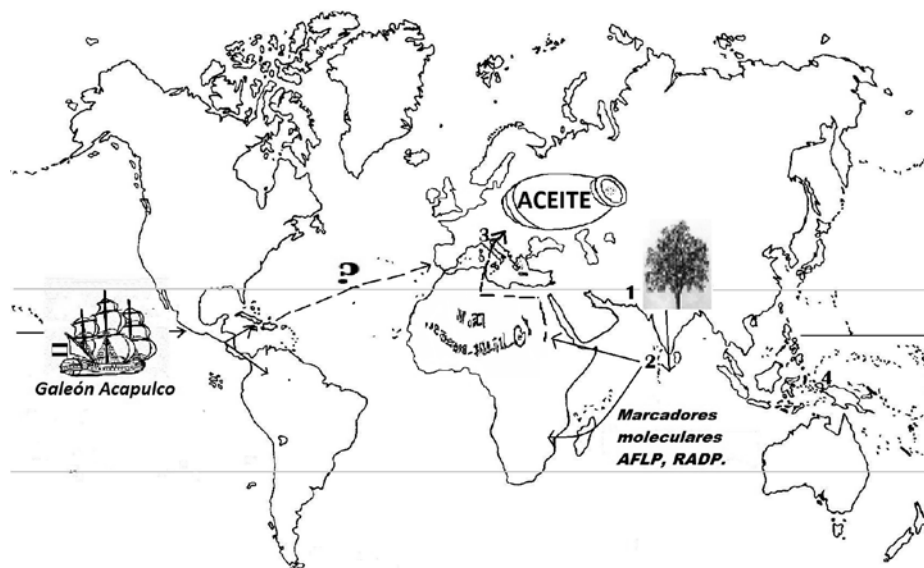
## Antecedentes históricos de la planta

Para interpretar mejor la historia de *Moringa oleifera* se recurrió a escritos históricos, datos arqueológicos y métodos analíticos de diagnóstico. Como se ha reseñado, *M. oleifera* procede de la franja norte de la India (Figura 3), y es materia prima de prácticas médicas milenarias como Ayurveda, Sidha, Unani y también en homeopatía (Panchal y col., 2011). En el sánscrito antiguo (siglo I a. C.) ya recibe el nombre de "sajna" (Morton, 1991; Panchal y col., 2011). Según los marcadores moleculares AFLP y RADP, el cultivo de *M. oleifera* dio un salto desde el sur del continente indio hacia Madagascar y el cuerno de África (Muluvi y col., 1999) (Figura 3).

Actualmente se constató que el aceite de *M. oleifera* es un componente principal del *unguetarium* importado por los griegos y romanos desde la actual Somalia y Eritrea, para cosmética y otros usos (según hallazgo arqueológico reciente). Colombini y col. (2009) demostraron a través de análisis de espectroscopía IR-FT que el componente principal del aceite de este *unguetarium* es aceite de *M. oleifera*.

Antes, en el Antiguo Egipto (Ramsés IX, h. 1100 a. C.), *M. oleifera* se consideró como un producto exótico, de lujo que se regalaba a los reyes para incluirlo en sus tesoros que debían llevar en las vasijas de las tumbas funerarias para la otra vida. Abundando en este punto, Manniche (2009) recoge la composición de un aceite corporal de la época egipcia (usado también en la momificación) a base de *Sesamum*

Figura 3.- Mapa ilustrativo sobre la historia de *Moringa oleifera*



*indicum* L. (Pedaliaceae), *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), *Balanites aegyptiaca* (L.) Delile (Zygophyllaceae), *Moringa oleifera* y *Olea europea* L. (Oleaceae).

No es hasta finales de siglo XVIII cuando se vuelve a tener noticias fehacientes sobre *M. oleifera*. Pacheco (2006) relata los envíos por parte del botánico real Juan de Cuéllar, de cajones con *M. oleifera* desde Manila (Filipinas) a Méjico a través de la Nao de Acapulco. Según Gondino y col. (2013), *M. oleifera* llegó a la península ibérica y fue nombrada en un fragmento anónimo del Jardín Botánico de Madrid en 1746 (si bien no se han podido encontrar las fuentes originales). En el siglo XIX se acelera su introducción en África y el Caribe por mediación de ingleses y franceses, señalándose su cultivo en Jamaica en 1784 (Morton, 1991).

Durante gran parte del siglo XX *M. oleifera* ha sido conocida en Europa y Norte América por la buena calidad de su aceite como lubricante industrial, ignorándose sus propiedades alimenticias y curativas (Ramachandran y col., 1980). En 1921 aparece una descripción breve que realizó el botánico británico R. S. Troup sobre Moringáceas en la India (Troup, 1921), años más tarde se publica el análisis sobre la composición en ácidos grasos de las semillas (Jamiesson, 1939). En 1946 apareció en *Nature* el hallazgo y aislamiento de las raíces de una molécula de carácter antimicrobiano, la pterygospermina, que se disociaba en otras dos de isotiocianato bencílico (Raghunandana y col., 1946).

Finalmente, resulta importante resaltar las directrices de la FAO (en línea) y de diversas organizaciones y asociaciones mundiales dedicadas a la lucha contra el hambre. ONGs como *Treesforlife* (Kansas) (en línea) o la española *Cultivant vida* (en línea) recomiendan el uso de *Moringa oleifera* como suplemento alimenticio y producción de alimentos nutricionalmente mejorados en aquellas zonas del mundo acuciadas por la pobreza y la infraalimentación (Alfaro y Martínez, 2008; Martín y col., 2013).

### Algunas consideraciones agronómicas

*Moringa oleifera* se ha extendido desde su zona natural (donde se puede encontrar en estado silvestre) como planta cultivada a lo largo de la franja tropical de 0-25° de todo el mundo (en ambos hemisferios),

tanto hacia el Pacífico como hacia África y América. A esta latitud podemos encontrar climas tropicales lluviosos, tropicales de sabana y tropicales áridos. Si bien *M. oleifera* es un árbol de alta plasticidad biológica, por lo tanto, el área de cultivo puede extenderse fuera de sus límites naturales y adaptarse a situaciones climatográficas diferentes como, por ejemplo, ecuatorial o tropical húmedo (Af), tropical seco o sabana (Aw), tropical monzónico (Am) (Strahler y Strahler, 1989). En el climatograma de Lahore (Pakistán), en la región de origen de la planta, se observa un periodo de lluvias abundantes de julio a septiembre, siendo el resto del año un periodo seco. Temperatura media anual de 24 °C y 488 mm de lluvias totales anuales (Rivas Martínez, 2009).

Como se señaló en el punto anterior, recientemente se han realizado estudios genéticos de poblaciones cultivadas de *Moringa oleifera* con marcadores moleculares de ADN (AFLP, RAPD) que intentan conocer el origen de los cultivos, catalogar y mejorar su diversidad genética y aumentar la producción (Muluvi y col., 1999; Yadav y Srivastava, 2014; Leone y col., 2015). *M. oleifera* presenta variaciones fenotípicas considerables, en la India se pueden encontrar las siguientes: Jaffna, Chavaskacheri murunga, Chemmurunga, Palmurungai, Punamurungai y Kodikalmurungai (Parrotta, 1993). El cultivo de *M. oleifera* en la India se produce básicamente en el sur del país, en concreto en los estados de Tamil Nadu, Karnataka, Kerala y Andhra Pradesh, donde se cultivan variedades más resistentes a la sequía como Periyakulam 1 (PKM-1) y Periyakulam 2 (PKM-2) (Arias Sabin, 2014). El genotipo asociado con el lugar de procedencia de las plantas van a condicionar el futuro desarrollo más o menos vigoroso del cultivo en lo que a cantidad de biomasa se refiere (altura y anchura de los tallos), incluso el nivel de resistencia a fitoparásitos (Patricio y col., 2013).

En la figura 1 se muestran las zonas de la península ibérica en las que *Moringa oleifera* puede ser potencialmente cultivada. La temperatura es el factor limitante para el cultivo. Las características edafológicas son indiferentes y puede regarse en periodos secos (Godino y col., 2013).

Suelo: tolerante a casi todo tipo de suelos. pH entre 4,5 y 8,0. Puede plantarse en zonas marginales, puede crecer en suelos ligeramente salinos. Suelos sueltos, limosos, arenosos, junto a cauces de agua. No resiste el encharcamiento ni suelos arcillosos (Nouman y col., 2014).

Temperatura: amplio margen. Adaptada al calor del trópico, húmedo y seco. Su óptimo de temperatura es de 25 – 35 °C, no resiste temperaturas por debajo de 8 °C varios días consecutivos. Rango de temperatura de (-1) 6 °C a 38 °C (48) (Pérez y col., 2010; Godino y col., 2013).

Precipitaciones: variables desde 250 mm hasta 2000 mm anuales. Necesita riegos espaciados en épocas de sequía (Parrotta, 1993). En Cártama (España), el cultivo está sometido a riego por goteo para paliar la sequía estival.

Altitud: desde 0 msnm hasta 1400 m (1800) según la zona geográfica. A mayor altitud disminuye la productividad. El crecimiento es más lento (Foidl y col., 2003).

Siembra: semillas (viables menos de un año, carecen de dormancia, 80 % germinación con escarificación acuosa); directamente sobre el campo, o germinadas en bolsas. Esquejes (ramas secundarias a partir de 1,5 m de altura del árbol original), de esta forma la calidad de las semillas es

mayor (Alfaro y Martínez, 2008). Las plantaciones a base de semillas desarrollan una raíz pivotante profunda, más resistente a la sequía que las de esquejes (Parrotta, 1993).

Espaciado de siembra: planta con un alto nivel de fototropismo. Para forrajeras desde 95.000 hasta 1000.000 plantas/ha con un espaciado de 0,2 a 0,5 m (cosecha a los 40 - 60 días); para árboles, 5 m espaciados en línea (cosecha: 2 primeros años). Puede plantarse en callejones (Foidl y col., 2003; Leone y col., 2015).

Crecimiento: rápido, de hasta 3,5 m de altura anual. Ideal con riego y abono (estiércol) según exigencias. Podas necesarias para aumentar el número de ramas y hojas. Fructifica dos veces al año en condiciones óptimas. Longevidad breve, hasta 20 años. Reposición cada 5 años (Bonald-Ruiz y col., 2012)

Recolección: depende del órgano y lugar geográfico. En Cártama (España) pierde la hoja entre diciembre y febrero. Florece de agosto a octubre.

**Tabla 1.-** Composición nutricional de las partes comestibles de *Moringa oleifera*

Componente c/100 g peso seco	Hojas	Fruto inmaduro Pericarpio	Semillas
<b>Macronutrientes</b>			
Proteínas (%)	19,0 - 27,1	17,2 - 19,3	32,9 - 38,3
Lípidos (%)	4,7 - 5,0	0,4 - 1,3	30,8 - 44,8
Carbohidratos (%)	27,0 - 51,7	21,0 - 51,0	14,4 - 16,0
<b>Minerales</b>			
Calcio (mg)	1875 - 2079	12,5 - 29,0	76,9
Hierro (mg)	27,8 - 38,0	2,3 - 5,3	13,7
<b>Aminoácidos</b>			
Met + Cys (mg)	140 - 835	90 - 140	-
Lisina (mg)	1406 - 1530	150 - 250	-
<b>Ácidos grasos % respecto total AG</b>			
Ácido oleico %	6,27	18,0	67,9 - 78,0
<b>Otros</b>			
Ácido ascórbico (mg)	18,7 - 140,0	871,0	84,5
Clorofila (mg)	126,8	-	-
Energía (Kcal)	205,0 - 295,6	178,2	564,5
Cenizas (%)	13,2 - 14,6	7,6 - 13,3	4,4 - 5,6
Fibra (%)	7,9 - 19,2	22,6 - 46,8	4,9 - 15,9

Elaborada a partir de: Leone y col. (2015), Nouman y col. (2014), Borges Teixeira y col. (2013), El Massry y col. (2013), Taireja (2011), Melo y col. (2013), Amaglo y col. (2010), Da Silva y col. (2010), Sánchez Machado y col. (2010) y Ferreira y col. (2009).

**Tabla 2.-** Composición nutricional de la hoja de *Moringa oleifera*

Minerales (mg)	AA esenciales (mg)	Ácidos grasos (%)	Moléculas bioactivas (mg)
Ca 2000	His 700 - 1357	C16:0 23,3	Vit A 11300 - 23000 UI
P 112,1	Thr 790 - 2197	C16:1 0,4	$\beta$ -Caroteno 6,6 - 17,6
Mg 10,6	Tyr 480 - 1880	C18:0 4,1	Vit C 18,7 - 140
Na 224,1	Val 1130 - 2758	C18:1 6,27	$\alpha$ -Tocoferol 74,5 - 122,1
K 2071,9	Met + Cys 140 - 835	C18:2 6,11	Tiamina 2,85
Fe 380	Ile 890 - 2253	C18:3 56,9	Riboflavina 22,6
Mn 8,37	Leu 1750 - 4289	C20:0 0,21	Niacina 8,86
Zn 2,2	Phe 890 - 2714	C22:0 0,70	Polifenoles totales 2,10 - 12,20 mg GAE/g
Cu 0,95	Lys 1325 - 1530		Flavonoides totales 5,1- 12,2 mg/g
S 137			Miricetina 5,8 mg/g
Cr < 0,5			Quercetina 0,21 - 7,6 mg/g
Mb 0,75			Kaempferol nd - 4,6 mg/g
Ni < 0,5			Ác. Gálico 1,03 - 1,34 mg/g
Se 2,71			Ác. Cafeico nd - 0,41 mg/g
			Ác. Clorogénico 1,80 - 6,97 mg/g
			Glucosinolatos 21,84 - 59,40 mg/g
			Taninos totales 132 - 1200
			Saponinas totales 500 - 810
			Oxalatos 430 - 1600
			Fitatos 250 - 2100

Datos referidos a 100g de hoja seca. Elaborada a partir de: Leone y col. (2015), Nouman y col. (2014), Teixeira y col. (2013), El Massry y col. (2013), Melo y col. (2013), Posmontier (2011), Amaglo y col. (2010), Sánchez Machado y col. (2010), Ferreira y col. (2009) y Makkar y Becker (1996).

## Composición química y fitoquímica

*Moringa oleifera* es una planta rica en minerales, aminoácidos y biomoléculas. En la raíz se han identificado 102 compuestos por GC-MS (Faizi y col., 2014). En las flores 74 compuestos del aceite esencial (Pino, 2013). Todos los órganos de la planta son susceptibles de aprovechamiento. En la tabla 1 se muestra la composición general de nutrientes encontrados en las tres partes consumidas como alimento: hojas, pericarpio inmaduro y semillas.

Los datos se ofrecen en forma de intervalo (entre los niveles más bajos y más altos encontrados en la bibliografía). Es normal que existan estas variaciones y por ello la composición es orientativa (aunque no exenta de representatividad), dado que depende de la variedad y genética de la planta, del régimen de cultivo (intensivo, seco o riego), del estado de maduración del órgano y zona geográfica de reco-

lección. En la tabla 2 se muestra una composición más específica de la hoja dado que este órgano es el más consumido y el más estudiado (Leone y col., 2015). La semilla es oleaginosa y constituye una fuente de aleurona (Ramachandran y col., 1980) con una fracción de lectinas (Santos y col., 2009). Presenta un aceite que hay que refinar para hacerlo comestible, que sólo se parece al aceite de oliva (procedente de la pulpa de una drupa) en su composición similar en ácido oleico (Tsaknis y col., 1999; Lalas y Taskins, 2002). La composición de la semilla (y de su aceite) varía según el lugar geográfico (Tabla 3). Los fitosteroles más abundantes son  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol y campesterol (Tsaknis y col., 1999). En este sentido Anwar y col. (2006) muestran la distinta composición del aceite según se trate de zona de seco o regadío en Pakistán, siendo de mayor



Tabla 3.- Composición del aceite de *Moringa oleifera*

	Jamiesson (1939) USA	Tsaknis y col. (1999) Kenia	Asharf y Gilani (2007) Pakistán	Da Silva y col. (2010) Brasil	Ayerza (2011) Argentina
C16:0 Palmítico	3,60	6,04	12,51	7	5,88
C16:1 (Palmitoleico)	-	1,46	2,70	2	1,40
C18:0 Esteárico	10,80	4,14	2,09	4	5,63
C18:1 Oléico	68,05	73,60	74,99	78	73,00
C18:2 Linoléico	3,77	0,41	1,27	1	0,60
C18:3 Linolénico		0,08	1,76	-	0,18
C20:0 (Araquidónico)		0,55	1,83	4	3,68
C22:0 Behénico	6,29	6,73	-	4	5,88

Porcentajes respecto total de ácidos grasos.

calidad aquel extraído de zonas secas. Ayerza (2012) establece diferencias estadísticamente significativas en la producción de kilos semilla/ha entre diferentes ecosistemas de Bolivia. El mismo autor muestra la desigual composición del aceite entre varias zonas de Argentina (Ayerza, 2011).

### Usos de *Moringa oleifera* en la industria y medio ambiente

La composición del aceite de *M. oleifera*, por su contenido de ácido behénico (6,7 %), ácido oleico y bajo nivel de poliinsaturados (< 1%), hace que posea un alto índice de estabilidad oxidativa, lo que lo convierte en una base para cosméticos (Kleiman y col., 2008) y jabones. El aceite de “moringa” tiene la capacidad de fijar esencias florales y absorber malos olores (Asraf y Giliani, 2007), de hecho, se propone junto al aceite de “marula” (*Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst. -Anacardiaceae-), como uno de los aceites ideales en la elaboración de cosméticos (Kleiman y col., 2008).

En la industria farmacéutica, las gomas de la “moringa” se están estudiando como aglutinantes en la formulación de comprimidos de liberación retardada (Panda y col., 2008) y otras formas farmacéuticas (Jarald y col., 2012). Es una fuente para la biosíntesis de saponinas a partir de cultivos *in vitro* (Mathur y col., 2014). Sivahanjani y Philominathan

(2016) señalan el mejor efecto cicatrizante de las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> (utilizadas como excipiente) cuando se añade extracto de hojas de *M. oleifera* como agente antimicrobiano. En la industria química se destaca el estudio realizado en la Universidad de Edimburgo en el que se puede obtener un carbón activo de bajo coste y de buena calidad a partir del polvo de semillas (Warhurst y col., 1997).

El agua limpia no sólo es imprescindible para la vida sino que evita la transmisión de enfermedades. Tradicionalmente el polvo de semillas de *M. oleifera* se ha utilizado para purificar agua (Navarro Garrido, 2010). El primer tratamiento a gran escala se realizó en Malawi con un cierto éxito (Folkard y col., 1995). El tratamiento de aguas contaminadas es un proceso prolongado que consta de varias etapas. Existen amplios estudios sobre el poder floculante de extractos de polvo de semillas de “moringa” en el proceso fisicoquímico de coagulación-floculación (Folkard y Sutherland, 1996; Warhurst y col., 1997; Coelho y col., 2009; Mendoza y col., 2000; Rodríguez Muñoz y col., 2005; Ramalho de Oliveira y col., 2011; Poopola y Obembe, 2013), si bien la mayoría son experiencias piloto realizadas en el laboratorio (Yin, 2010). Los trabajos anteriores equiparan el poder floculante del polvo de semillas de *M. oleifera* con el de la alumina. En países en vías de desarrollo se da la circunstancia de que el uso de alumina es costoso y sólo se lleva a cabo en grandes canalizaciones de ciudades importantes, dejándose zonas periurbanas

y rurales sin tratamiento de aguas (Rodríguez-Muñoz y col., 2005). Según Martín y col. (2013), 100 mg/l de polvo de semillas reduce hasta un 50 % la demanda química de oxígeno (DQO). *M. oleifera* se suma a otros agentes descontaminadores como *Carica papaya* L. (Caricaceae), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae), *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Tamarindus indica* L. (Leguminosae) (Choy y col., 2014), *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederiaceae), *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.) (Cactaceae), microalgas y bacterias, entre otras. (Nharingo y Moyo, 2016). *Moringa oleifera* también se usa en casos de biorremediación dada su capacidad de absorber los metales pesados como Pb, Cd y Ni (Gonçalves y col., 2013); Cu, Zr y Ni (Beltrán y Suárez, 2009).

Los extractos de semillas se han mostrado eficaces en la eliminación de cianobacterias en potabilización de aguas eutrofizadas (Lüiring y Beekman, 2010).

Los extractos de *M. oleifera* pueden utilizarse a fin de producir zeatina (un fitorregulador de la familia de las citoquininas). Este compuesto junto con fertilizantes y buenas prácticas agronómicas permite obtener aumentos en el rendimiento de cultivos, entre un 25 - 30 %, de: cebolla, pimiento verde, soja, maíz, sorgo, café, té y melón (Agrodesierto, 2006). Estudios similares se han realizado en trigo, arroz y maíz (Ashfaq y col., 2012).

Adandonon y col. (2006) observaron el aumento de la eficacia fungicida del hongo *Trichoderma* sobre el hongo parásito de cultivos *Sclerotium*, cuando el suelo y el cultivo se rocían con extractos acuosos de hojas de “moringa”. Los extractos de hojas de *M. oleifera* también pueden usarse como biopesticidas, contra larvas y ejemplares adultos de *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae), un escarabajo invasor que devora las semillas (Ashfaq y col., 2012). En este sentido los extractos de “moringa” también reducen el ataque de *Meloidogyne javanica* Chitwood (Tylenchida: Heteroderidae), un nematodo parásito interno de las raíces de muchas plantas (Murslain y col., 2014).

También se ha determinado el efecto larvicida de extractos de semilla de *M. oleifera* sobre el mosquito *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae), portador del virus del dengue (Coelho y col., 2009; Ferreira y col., 2009), de ahí que se puedan tratar aguas con polvos de semilla para retardar el ciclo biológico del vector. Esta acción larvicida se debe

al efecto de las lectinas de las semillas (cMOL) (Ramalho de Oliveira y col., 2011).

Las semillas de *M. oleifera* contienen un 30 - 45 % de aceite, por lo que son susceptibles de emplearse en la fabricación de biodiesel y cumplen los estándares requeridos para esta finalidad (Oliveira y col., 2012). Según un experimento realizado en Australia, para producir 1.000 litros de biodiesel se necesitan aproximadamente 3 toneladas de aceite, que se pueden obtener de una hectárea de cultivo de secano o de media hectárea en régimen de riego (Biswas, 2008).

Singh y Singh (2010), en su revisión sobre la obtención de estos combustibles a partir de aceites vegetales, señalan a la soja, girasol, palma o microalgas como fuentes de materia prima con mayor rendimiento, clasificando al aceite de “moringa” como de menor calidad. Por ello Da Silva y col. (2010) sugieren la necesidad de mezclar diésel de “moringa” con petrodiesel. Pero no conviene olvidar que árboles como *M. oleifera* presentan algunas ventajas: a) posibilidad de recuperar suelos salinos o poco productivos y crear paisaje; b) la producción de biodiesel a partir del aceite de semillas de árboles, reduce la presión sobre plantas que poseen granos oleaginosos con demandas alimenticias elevadas, como el girasol o la soja. En este contexto *M. oleifera* se ha convertido en la segunda fuente potencial para biodiesel de zonas áridas de África por encima de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) y sólo superada por *Croton megalocarpus* Hutch. (Euphorbiaceae) (Kibazohi y Sangwan, 2011).

## Usos alimenticios

*Moringa oleifera* se destina como planta forrajera de excelente calidad para el ganado ovino, bovino, aves y peces (Richtler y col., 2002; Pérez y col., 2010; Bonald Ruiz y col., 2012; Pagua y col., 2014).

Las hojas frescas de “moringa” tienen buenas cualidades nutritivas: más vitamina A que las zanahorias, más vitamina C que las naranjas, más calcio que la leche, más potasio que el plátano, más hierro que la espinaca y más proteína que ningún otro vegetal (Agrodesierto, 2006; Thurber y Fahey, 2009; Saha y col., 2012; Villareal Gómez y Ortega Angulo, 2014). Son una fuente excelente de calcio (aunque el 59 % se presenta bajo la forma de oxalato), hierro y aminoácidos esenciales, especialmente los azufrados (Met + Cys) y lisina en cantidades comparables a

Tabla 4.- Usos medicinales tradicionales *Moringa oleifera*

Órgano empleado	Uso medicinal	Referencias
<b>Raíces</b>	Abortivo, aerofagia, analgésico, antiinflamatorio, antituberculosa, asma, fertilidad, laxante, lumbalgias, otalgia, odontalgias, picadura de serpiente, rubefaciente, tónico cardiocirculatorio, vesicante.	Anwar y col. (2007) Posmontier (2011) Sharkhel (2014)
<b>Peridermis tallo</b>	Antipirético, abortivo, antihelmíntico, antifúngico, antipalúdico, antituberculoso, antitumoral, antiulceroso, confusión mental, emenagogo, enfermedades oculares, esplenomegalia, hepatitis, rubefaciente y vesicante,	Anwar y col. (2007) Adebayo y Krettli (2011) Pashal y col. (2012) Chinsebu y y Hedimbi (2016)
<b>Gomas</b>	Abortivo, antipirético, asma, astringente, caries, cefaleas, disentería, gastroenteritis, reumatismo y rubefaciente.	Anwar y col. (2007)
<b>Hojas</b>	Anticatarral, antidiabético, antiescorbuto, antihipertensivo, antipalúdico, antipirético, ansiolítico, bronquitis, cataratas, conjuntivitis, disfunción sexual, diurético, faringitis, hemorroides, hinchazones glandulares, otitis, úlcera de Buruli, vermífugo, VIH y vulnerario.	Fahey (2005) Anwar y col. (2007) Chinsebu y Hedimbi (2010) Kasolo y col. (2010) Posmontier (2011) Mishra y col. (2011) Tsouh y col. (2015) Valere y col. (2015)
<b>Flores</b>	Abortivo, afrodisíaco, antiinflamatorio, antipsicótico, antitumoral, colagogo, esplenomegalia, mialgias, revulsivo.	Morton (1991) Anwar y col. (2007) Mishra y col. (2014)

las necesidades diarias recomendadas por la OMS/FAO/WHO (Makkar y Becker, 1996; Nouman y col., 2014). En este punto se realiza la advertencia sobre la publicidad de *Moringa oleifera* en internet que puede exagerar estas propiedades. Las hojas y vainas se consumen verdes o cocinadas en sopas y potajes, si bien su apetencia depende de la tradición cultural. Hojas y cortezas frescas se exportan envasadas y refrigeradas a comunidades indias y pakistaníes de todo el mundo, pero en Madagascar los niños las rechazan por su fuerte olor y poca saciabilidad (Rakotosamimanana y col., 2015).

En alimentación humana se está convirtiendo en un recurso prometedor y económicamente rentable para paliar la desnutrición y los estados carenciales que ésta acarrea como la hipovitaminosis, sobre todo en madres en estado de lactancia y en etapas

de crecimiento infantil (Alfaro y Martínez, 2008; Taireja, 2011; Razis y col., 2014). La *International Eye Foundation*, con base en Estados Unidos, está usando *Moringa oleifera* en Malawi por su alto contenido de Vitamina A, debido a que en este país la deficiencia en su consumo es la causa de la ceguera infantil en el 70 % de los casos (Berger y col., 1995).

Las hojas secas se conservan bien, por lo que resultan interesantes para preparar alimentos nutricionalmente mejorados, mezclándose con legumbres y cereales para tratar de conseguir una proteína completa. Esto cobra especial relevancia en comunidades rurales y sometidas al hambre y a la desnutrición, en especial en mujeres embarazadas o madres lactantes y niños (Alfaro y Martínez, 2008; Bonald Ruiz y col., 2012).

Factores antinutricionales (FAN): son compuestos que se absorben mal o no se absorben por el aparato digestivo de los no rumiantes, secuestran minerales y nutrientes, inhiben la acción de las proteasas del estómago, o como las lectinas, son hemolíticas (Araújo, 2013). Los FAN más comunes son taninos, saponinas, oxalatos y fitatos, si bien estos factores se destruyen con el proceso de cocinado. Las hojas frescas de *Moringa oleifera* contienen una cantidad no despreciable de oxalatos y fitatos (Leone y col., 2015), similares al amaranto (*Amaranthus viridis* L. -Amaranthaceae-), aunque en valores menores que la espinaca y cebolla (Nouman y col., 2014).

### Usos medicinales

En la Ayurvedic Pharmacopoeia of India (Part I- Vol-IV) (en línea) aparecen formulaciones con semillas y peridermis de raíz y tallo de SIGRU (*Moringa oleifera*). De 5 a 10 gramos de polvo de semillas, tienen, entre otras, las siguientes acciones terapéuticas: contra el dolor de cabeza, inflamación, cicatrizante, tumores abdominales, antiparasitario, hipotiroidismo y antiobesidad.

Este puede ser un buen ejemplo para demostrar la contraposición entre esta medicina milenaria y tradicional y la medicina moderna convencional. La primera basada en la experiencia y quizás con atributos mítico-religiosos, y la segunda (en las antípodas) con su procedimiento exhaustivo de búsqueda y estandarización de medicamentos clínicamente eficaces. Sin embargo, no debemos olvidar que millones de personas en el mundo no tienen acceso a la medicina moderna, por lo que se tienen que conformar con los remedios de las medicinas tradicionales. Sobre la base de esta idea vamos a presentar dos tablas: una sobre el uso medicinal tradicional basado en la experiencia (Tabla 4) y otra sobre las propiedades medicinales de la planta basadas en estudios de laboratorio y en humanos (Tabla 5).

### Conclusiones

1. Aunque el conocimiento de los beneficios de *Moringa oleifera* se pierden en el tiempo, no es hasta finales del siglo pasado cuando la comunidad científica se vuelca a estudiar experimentalmente

esta planta, y así comprender los mecanismos de acción por los que se rigen estas propiedades.

2. Desde el punto de vista de la botánica linneana, se conoce bien la taxonomía, el fenotipo, partes microscópicas, cultivo, variedades. Los estudios actuales se basan en marcadores moleculares para determinar el parentesco con otras plantas y el parentesco entre sí, con el fin de mejorar el rendimiento de los cultivos.

3. *Moringa oleifera* es la llamada planta milagro. Efectivamente así lo es para millones de personas malnutridas, sin acceso al agua potable, sin corriente eléctrica y sin una medicación adecuada. Desde el punto de vista occidental, el atributo de “milagro” puede tener una connotación negativa, dado que muchos de los beneficios que se pueden obtener de la planta ya están resueltos.

4. *Moringa oleifera* posee un elevado poder nutricional con un alto contenido energético y es un reservorio biológico de minerales, vitaminas, polifenoles, flavonoides y ácidos fenólicos los cuales suponen una fuente de antioxidantes naturales que reparan el ADN en el proceso de envejecimiento. Otros constituyentes como alcaloides, glucosinolatos e isotiocianatos le aportan un prometedor uso terapéutico.

5. Ante los retos evidentes que tiene la humanidad, una especie como *Moringa oleifera* no puede ser ignorada. Por ello sigue siendo necesario la investigación de sus propiedades, esto puede suponer el encuentro de soluciones parciales para problemas globales como el hambre, la falta de energía e higiene y las enfermedades.

### Referencias

- Abdulkarim, A.; Azlan, A. (2012). “Fruit pod extracts as a source of nutraceuticals and pharmaceuticals”. *Molecules* 17: 11931-11946.
- Abdulkarim, M.S.; Long, K., Lai, O. M.; Muhammad Ghazali, H. (2005). “Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods”. *Food Chemistry* (93): 253-263.
- Adandonon, A.; Aveling, T.; Labuschagne, N.; Tamo, M. (2006). “Biocontrol agents in combination with *Moringa oleifera* extract for integrated control of *Sclerotium*-caused cowpea damping-off and stem rot”. *European Journal of Plant Pathology* 11: 40-418.

Tabla 5.- Propiedades medicinales de *Moringa oleifera* basadas en estudios experimentales

Efecto terapéutico	Órgano	Comentario
<b>Sistema nervioso central</b>		
Bakre y col. (2013)	Fl	Anticonvulsionante en ratones.
Nelson y col. (2014) Giacoppo y col. (2015)		Glucosinolatos previenen enfermedades neurodegenerativas.
<b>Sistema respiratorio</b>		
Agrawal y Metha (2008)	S	Mejora cuadros asmáticos. Humanos.
Nkya y col. (2014) Chinsebu y col. (2016)	H, S	Citotóxico <i>Mycobacterium</i> spp. Antituberculoso.
<b>Hipoglucemiante</b>		
Mbikay (2012)	H	Revisión. Comprobado en grupos humanos reducidos.
Jaiswal y col. (2013)	H	Antioxidantes. Regula estrés oxidativo. Reduce nivel glucosa.
<b>Hipolipemiante</b>		
Mbikay (2012)	H	Revisión. Comprobado en grupos humanos reducidos.
Stohs y Hartman (2015)	H	Revisión. Baja colesterol 6,3 %. Sube HDL Humanos.
<b>Antiespasmódico</b>		
	R	
Cáceres y col. (1992)		Reduce inflamación intestinal inducida en ratas albinas.
<b>Antiulceroso</b>		
Akhtar Ahmad (1994)	Fl	Mejora úlceras gástricas inducidas en ratas.
<b>Hepatoprotector</b>		
Ndong y col. (2007)	Var	Mejora los hepatocitos de ratas Wistar Fe-deficientes.
Rose y col. (2013)	H, Fr	Mejora hígado enfermo ratas albinas inducido CCl <sub>4</sub> . Flavonoides.
<b>Génito-urinario</b>		
Maurya y Singh (2014)	CT	Reduce infecciones urinarias. Humanos.
<b>Oculares</b>		
Sunkireddy y col. (2013)	H	Antioxidantes. Prevención de aparición cataratas.
<b>Antimicrobiano, antifúngico y antiparásito</b>		
Fahey (2005)	H,R	Glucosinolatos contra <i>Helicobacter pylori</i> .
Bahatnagar y col. (2013)	Gom	Inhibe crecimiento cultivo <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .
Eliert y col. (1981)	S	Isotiocianatos. Antifúngico y antibacteriano amplio espectro.
Chuang y col. (2007)	Fl	Antifúngico <i>Trichophyton</i> , <i>Epidermophyton</i> y <i>Microsporum</i> .
Kaur y col. (2014)	R	Niazinizina. Leishmaniasis.
Rocha Filho y col. (2015)	Fl	Saponinas, taninos. Inhibe desarrollo <i>Schistosoma mansoni</i> .
<b>Anticáncer</b>		
Guevara y col. (1999)	S	Inhibe promotores de tumores. <i>In vitro</i> . Niazimicina, niazirina, β-sitosterol-3-O-β-D-glucopiranosido.
Brunelli y col. (2010)		Inhibe NF-kB y reduce mielomas en ratones mutados.
Sreelatha y col. (2011)	H	Flavonoides. Inducción apoptosis.
Jung (2014)	H	Potencial actividad anticancerígena <i>in vitro</i> .
Al-Asmari y col. (2015)	H,S,CT	Agente potencial contra cáncer de pecho y colon. Isotiocianatos.
<b>Antienvjecimiento</b>		
Singh y col. (2009), Santos y col. (2012), Satitsh y col. (2014).	H	Reparan el ADN. Antioxidantes.
<b>Biodisponibilidad</b>		
Abdul Karim y Azlan (2012) Ajazuddin y col. (2014)	Fr	Niaziridina + absorción y actividad rifampicina, tetraciclina y ampicilina.
<b>Toxicidad</b>		
Asiedu Gyeke y Col. (2014) Stohs y Hartman (2015)	H	50 g unidosis, 8g día (40 días) en humanos es seguro.

CT: corteza del tallo; Fl: flor; Fr: fruto; G: gomas; H: hojas; S: semilla; R: raíz; Var: toda la planta.

- Adebayo, O.; Krettli, A.U. (2011). "Potential antimalarials from Nigerian plants: A review". *Journal of Ethnopharmacology* 133: 289-302.
- Agrawal, B.; Mehta, A. (2008). "Anitasthmatic activity of *Moringa oleifera* Lam: A clinical study". *Ind Journal of Pharmacology* 40(1): 28-31.
- Agrodesierto. (2006) [en línea]. "Moringa (*Moringa oleifera*)". <<http://www.agrodesierto.com/moringa.html>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Ajazuddin, A.; Amit, A.; Azra, Q.; Leena, K.; Pramudita, V.; Mukesh, S.; Swarnlata, S.; Shailendra, S. (2014). "Role for herbal bioactives as a potential bioavailability enhancer for Active Pharmaceutical Ingredients". *Fitoterapia* 97: 1-14.
- Al-Asmari, A.K.; Albalawi, S.M.; Athar, M.T.; Khan, A.Q.; Al-Shahrani, H.; Islam, M. (2015). "Moringa oleifera as an anti-cancer agent against breast and colorectal cancer cell lines". *Plos one* 10(8): 1-4.
- Alfaro, N.C.; Martínez, W. (2008) [en línea]. "Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados". Incap.Guatemala. <<http://tagaragunche.com/ficheros/129.pdf>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Al-Juhaimi, F.; Ghafoor, K.; Hawashin, M.D.; Al-sawmahi, O.N.; Babiker, E.E. (2016). "Effects of different levels of *Moringa olifera* seed flour on quality attributes of beef burgers." *Journal Food* 14 (1): 1-9.
- Amalga, K.N.; Bennet, N.R.; Lo Curto, B.R.; Rosa, S.E.; Lo Turco, V.; Giuffrida, A.; Lo Curto, A.; Crea, F.; Timpo, M.G. (2010). "Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree *Moringa oleifera* L., grown in Ghana". *Food Chemistry* 122: 1047-1054.
- Anwar, F.; Latif, S.; Ashraf, M.; Gilani, H. (2007). "Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses. Review Article". *Phytotherapy Res* 21: 17-25.
- Anwar, F.; Zafar, N.S.; Rashid, U. (2006). "Characterization of *Moringa oleifera* seed oil from drought and irrigated regions of Punjab, Pakistan". *Grasas y Aceites* 57(2):160-168.
- Araújo, L.C.C. (2013) [en línea]. "Avaliação da citotoxicidade e atividade anti-inflamatória de extratos e lectinas isoladas de sementes de *Moringa oleifera*" <<http://www.repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/13314/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Larissa%20Ara%C3%BAjo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Arias Sabín, C. (2014). *Estudio de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleifera Lam en la península Ibérica, islas Baleares e islas Canarias*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.
- Ashfaq, M.; Basra, S.M.; Ashfaq, U. (2012). "Moringa: A miracle plant for agro-forestry" *Journal of Agriculture and Social Sciences* 8:115-122.
- Ashraf, F.; Gilani, R. (2007). "Fatty acids in *Moringa oleifera* oil". *Journal of the Chemical Society of Pakistan* 29(4): 343-345.
- Asideu Gyekye, I.J.; Frimpong Manso, S.; Awortwe, C.; Antwi, D. A.; Nyarko, A. K. (2014) [en línea]. "Micro- and macroelemental composition and safety evaluation of the nutraceutical *Moringa oleifera* leaves". *Journal of Toxicology* <<https://www.hindawi.com/journals/jt/2014/786979/>>. [consulta: 6 de octubre de 2014].
- Awodele, O.; Adekunle, O.I.; Odoma, S.; Teixeira Da Silva, J.; Oluseye, O.V. (2012). "Toxicological evaluation of the aqueous leaf extract of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae)" *Journal of Ethnopharmacology* 139: 330-336.
- Ayerza, R. (2012). "Seed and oil yields of *Moringa oleifera* variety Periyakalum-1 introduced for oil production in four ecosystems of South America". *Industrial Crops and Products* 36: 70-73.
- Ayerza, R. (2011). "Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (*Moringa olifera* Lam.) growing in the arid Chaco of Argentina" *Industrial Crops and Products* 33: 389-394.
- Ayurvedic Pharmacopoeia of India (Part I- Vol-IV) [en línea]. <<http://www.ayurveda.hu/api/API-Vol-4.pdf>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Bakre, A.G.; Aderibigbe, A.O.; Ademowo, O.G. (2013). "Studies on neuropharmacological profile of ethanol extract of *Moringa oleifera* leaves in mice" *Journal of Ethnopharmacology* 149(3): 783-789.
- Beltran, H.J.; Martín, S.J. (2009). "Heavy metal removal from surface water with *Moringa oleifera*

- seed extract as flocculant agent". *Fresenius Environmental Bulletin* 17(12b).
- Berger, R.A.; Courtright, P.; Barrows, J. (1995). "Vitamin A capsule supplementation in Malawi villages: missed opportunities and possible interventions". *American Journal of Public Health* 85(5):718-719.
- Bhatnagar, M.; Parwani, L.; Sharma, V., Ganguli, J.; Bhatnagar, A. (2013). "Hemostatic, antibacterial biopolymers from *Acacia arabica* (Lam) Willd. and *Moringa oleifera* (Lam.) as potential wound dressing materials". *Indian Journal of Experimental Biology* 51: 804-810.
- Bin-Meferij, M.; El-Kott, A. (2015). "The radio-protective effects of *Moringa oleifera* against mobile phone electromagnetic radiation-induced infertility in rats". *International Journal of Clinical and Experimental Medicine* 8(8): 12487-12497.
- Biswas, W. K. (2008). *Life Cycle Assessment of Biodiesel Production of Moringa oleifera Oilseeds*. Department of Agriculture and Food, Center of Excellence in Cleaner Production, Curtin University of Technology, United States.
- Bonald Ruiz, R.; Riveradio, R.M.; Bolívar Carrión, M.E. (2012). "*Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar". *Medisan* 16(10): 1596-1599.
- Borges Teixeira, E.; Barbieri, C.M.; Neves, A.V.; Apareci, S.M.; Arantes, P.L. (2013). "Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves". *Food Chemistry* 147: 51-54.
- Bremer, B.; Bremer, K.; Chase, M.W.; Stevens, P.F.; Andenberg, A.; Blackund, A. (2009). "An update of the Angiosperm Phylogeny Group. Classification for the orders and families of flowering plants: APG III". *Botanical Journal of Linnean Society* 161: 105-121.
- Brunelli, D.; Tavecchio, M.; Falcioni, C.; Frap-olli, R.; Erba, E.; Iori, R.; Rollin, P.; Barillari, J.; Manzotti, C.; Morazzoni, P.; D'Incalci, M. (2010). "The isothiocyanate produced from glucomoringin inhibits NF- $\kappa$ B and reduces mieloma growth in nude mice *in vivo*". *Biochemical Pharmacology* 79(8): 141-148.
- Cáceres, A.; Saravia, A.; Rizzo, S.; Zabala, L.; De Leon, E.; Nave, F. (1992). "Pharmacologic properties of *Moringa oleifera*. 2: Screening for antispasmodic, antiinflammatory and diuretic activity". *Journal of Ethnopharmacology* 1992; 36: 233-237.
- Castro Márquez, A.M.; Ruíz Suárez, E.J. (2014) [en línea]. "El árbol moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia". <<http://www.bdigital.unal.edu.co/view/types/thesis.html>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Chinsebu, K.C. (2016). "Tuberculosis and nature's pharmacy of putative anti-tuberculosis agents". *Acta Tropica* 153: 46-56.
- Chinsebu, K.C.; Hedimbi, M. (2010) [en línea]. "An ethnobotanical survey of plants used to manage HIV/AIDS oportunic infections in Katima Mulilo, Caprivi regio, Namibia". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* <<https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-4269-6-25>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Choy, S.Y.; Nagendra Prasad, K.M.; Yeong Wu, T.; Raghunandan, M.E.; Ramanan, RM. (2014). "Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification". *Journal of Environmental Sciences* 26: 2718-2189.
- Chuang, P.H.; Lee, C.W.; Chou, J.Y.; Murugan, M.; Shieh, B.J.; Chen, H.M. (2007). "Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam." *Bioresource Technology* 98:232-236.
- Coelho, S.J.; Santos, L.D.; Napoleão, H.T.; Gomes, S.F.; Ferreira, S.R.; Zingali, B.R.; Coelho, B.L.; Leite, P.S.; Navarro, F.D.; Paiva, G.M. (2009). "Effect of *Moringa oleifera* lectin on development and mortality of *Aedes aegypti* larvae". *Chemosphere* 77: 934-938.
- Colombini, M.P.; Giachi, G.; Iozzo, M.; Ribechini, E. (2009). "An Etruscan ointment from Chiusi (Tuscany, Italy): its chemical characterization". *Journal of Archeological Science* 36: 1488-1495.
- Cultivantvida [en línea] Cultivant Vida, ONG, Lérida (España), Creación 2010. <<https://www.facebook.com/Cultivantvida/posts/800162546706091>>. [consulta: octubre de 2016].
- Cronquist, A. (1988). *The evolution and classification of flowering plants*. The New York Botanical Garden. Allen & Lawrence: Kansas.
- Da Silva, J.; Serra, M.T.; Gossmann, M.; Wolf, R.C.; Meneghetti, R.M.; Meneghetti, P.S. (2010).

- “*Moringa oleifera* oil: studies of characterization and biodiesel production”. *Biomass and Bioenergy* 34: 1527-1530.
- Dalia, I.; Sánchez, M.J.; Núñez, G.C.; Reyes, M.B.; Ramírez, W.J.; López, C.J. (2010). “Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*”. *Food Analytical Methods* 3: 175-180.
- Eliert, U.; Wolters, B.; Nahrstedt, A. (1981). “The antibiotic principle of seeds of *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*”. *Journal of Medicinal Plant Research* 42: 55-61.
- El-Massry, F.H.M.; Mossa, M.E.M.; Youssef, S. M. (2013). “*Moringa oleifera* plant “value and utilization in food processing”. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 91(4): 1957-1609.
- Es.climate-data. [en línea]. Datos climáticos mundiales. <<http://es.climate-data.org/location/56983/>>. [consulta: octubre de 2016].
- Fahey, W.J. (2005) [en línea]. “*Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, therapeutic, and Prophylactic Properties”. <[http://www.tfljournal.org/images/articles/20051201124931586\\_3.pdf](http://www.tfljournal.org/images/articles/20051201124931586_3.pdf)>. [Consulta: octubre de 2016].
- Faizi, S.; Sumbul, S.; Ali, V.M.; Saleem, R.; Sana, A.; Siddiqui, H. (2014). “GC/GCMS analysis of the petroleum ether and dichloromethane extracts of *Moringa oleifera* roots”. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* (8): 650-654.
- Falasca, S.L.; Bernabé, M.A. (2008). “Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina”. *Revista virtual. REDESMA* 3:1-16.
- FAO. (2016) [en línea]. “Informe anual sobre el hambre en el mundo 2015”. <<http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Ferreira, P.M.P.; Carvalho, A. U. F.; Farias, D. F.; Cariolano, N.G.; Melo, V. M. M.; Queiroz, M. G. R.; Martins, A. M. C.; Machado-Neto, J. G. M. (2009). “Larvicidal activity of the water extract of *Moringa oleifera* sedes against *Aedes aegypti* and its toxicity upon laboratory animals”. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 81(2): 207-216.
- Foidl, N.; Mayorga, L.; Vásquez, W. (2003) [en línea]. “Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado”. Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. <<http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Folkard, G.; Sutherland, J.; Al-Khalili, R. (1995). “Natural coagulants a sustainable approach Proceedings of the 21st WEDC Conference, Kampala, Uganda. En: Folkard, G. and Sutherland, J. (eds.). *Development of a naturally derived coagulant for water and wastewater treatment*. pp. 263-265.
- Folkard, G.; Sutherland, J. (1996). “*Moringa oleifera*, un árbol con enormes potencialidades”. *Agroforestería en las Américas* 8(3): 5-8.
- García, T.D.; Medina, M.; Moratinos, P.; Cova, L.; Torres, A.; Santos, O.; Perdomo, D. (2009). “Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado”. *Avances en Investigación Agropecuaria* 13(2): 25-39.
- Giacoppo, S.; Galuppo, M.; Montaut, S.; Iori, R.; Rollin, P.; Bramanti, P.; Mazzon, E. (2015). “An overview on neuroprotective effects of isothiocyanates for the treatment of neurodegenerative diseases”. *Fitoterapia* 106: 12-21.
- Godino, M.; Vázquez, T.; Izquierdo, M.I.; Pérez, C. (2013) [en línea]. “Interés forestal de la *Moringa oleifera* y posibles zonas de implantación en España”. Sociedad española de ciencias forestales. <[http://www.congresoforestal.es/actas/doc/Mesas\\_Tematicas\\_Programa\\_6CFE.pdf](http://www.congresoforestal.es/actas/doc/Mesas_Tematicas_Programa_6CFE.pdf)>. [Consulta: octubre de 2016]
- Gonçalves, J.A.; Meneghel, P.A.; Rubio, F.; Strey, L.; Dragunski, C.D.; Coelho, F.G. (2013). “Applicability of *Moringa oleifera* Lam. as an adsorbent for removal of heavy metals from waters”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17(1): 94-99.
- Guevara, A.P.; Vargas, C.; Sakurai, H.; Hashimoto, K.; Maoka, T.; Kozuka, M.; Ito, Y.; Tokuda, H.; Nishino, H. (1999). “An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam.” *Mutation Research* 440(2): 181-188.
- Heywood, V.H. (1985). *Las plantas con flores*. Reverté. Barcelona.
- Hussain, S.; Malik, F.; Mahmood, S. (2014). “Review: An exposition of medicinal preponderance of *Moringa oleifera*”. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Science* 27(2): 397-403.
- Jaiswal, D.; Rai, K.P.; Mehta, S.; Chatterji, S.; Shukla, S.; Kumar, R.D.; Sharma, G.; Sharma,



- B.; Khair, S.; Watal, G. (2013). "Role of *Moringa oleifera* in regulation of diabetes-induced oxidative stress". *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 426-432.
- Jamiesson, G.S. (1939). "Ben (moringa) seed oil". *Oil & Soap* 16: 173-174.
- Jarald, E.E.; Sumati, S.; Edwin, S.; Ahmad, S.; Patni, S.; Daud, A. (2012). "Characterization of *Moringa oleifera* Lam. Gum to establish it as a pharmaceutical excipient". *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research* 3: 211-216.
- Jung, I.L. (2014). "Soluble extract from *Moringa oleifera* leaves with a new anticancer activity". *Plos one* 9(4): 1-11.
- Kasolo, N.J.; Bimenya, S.G.; Ojok, L.; Ochieng, J.; Ogwal Okeng, J. (2010). "Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities". *Journal of Medicinal Plants Research* 4(9): 753-757.
- Kaur, A.; Kaur, P.K.; Singh, S.; Singh, I.P. (2014). "Antileishmanial compounds from *Moringa oleifera* Lam." *Journal of Bioscience* 69: 110-116.
- Kibazohi, O.; Sangwan, S.R. (2011). "Vegetable oil production potential from *Jatropha curcas*, *Croton megalocarpus*, *Aleurites moluccana*, *Moringa oleifera* and *Pachira glabra*: Assessment of renewable energy resources for bio-energy production in Africa". *Biomass and Bioenergy* 35(3): 1352-1356.
- Kleiman, R.; Ashley, A.D.; Brown, H.J. (2008). "Comparison of two seed oils used in cosmetics, moringa and marula". *Industrial Crops and Products* 28: 361-364.
- Lakshmi, S.; Kiran, T.; Rani, S. (2012). "A review on medicinal plants for nephroprotective activity" *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 5(4): 8-14.
- Lalas, S.; Tsaknis, J. (2002). "Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety 'Periyakulam 1'". *Journal of Food Composition and Analysis* 15: 65-77.
- Leone, A.; Spada, A.; Battezzati, A.; Schiraldi, A.; Aristil, J.; Bertoli, S. (2015). "Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview". *International Journal of Molecular Science* 16: 12791-12835.
- Lincoln, C.M. (2011) [en línea]. "New gums from ancient lands". *Pharm Form and Qual.* <[http://www.nxtbook.com/nxtbooks/wiley/pfq\\_20110809/index.php?startid=6](http://www.nxtbook.com/nxtbooks/wiley/pfq_20110809/index.php?startid=6)>.[Consulta: octubre de 2016].
- Lu, L.; Olson, M. (2001) [en línea]. "*Moringa oleifera*". <[http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=2&taxon\\_id=200009759](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200009759)> [Consulta: octubre de 2016].
- Lüring, M.; Beekman, W. (2010). "Anti-cyanobacterial activity of *Moringa oleifera* seeds". *Journal of Applied Phycology* 22(4): 503-510.
- Makkar, H.P.S.; Becker, K. (1996). "Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves". *Animal feed science technology*. 63: 211-228.
- Manniche, L. (2009). *Perfume*. UCLA: Los Angeles.
- Martín, C.; Martín, G.; García, A.; Fernández, T.; Hernández, E.; Puls, J. (2013). "Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*". Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes* 36(2): 137-149.
- Mathur, M.; Yadav, S.; Katariya, K.P.; Kamal, R. (2014). "In vitro propagation and biosynthesis of steroidal saponin from various morphogenetic stages of *Moringa oleifera* Lam., and their antioxidant potential". *Acta Physiologiae Plantarum* 36: 1749-1762.
- Maurya, K.S.; Singh, K.A. (2014) [en línea]. "Clinical Efficacy of *Moringa oleifera* Lam. stems bark in urinary tract infections". *International Scholarly Research Notices*. <<https://www.hindawi.com/journals/isrn/2014/906843/>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Mbikay, M. (2012). "Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review". *Frontiers in Pharmacology* 3(24): 1-12.
- Melo, V.; Vargas, N.; Quirino, T.; Calvo, C.M. (2013). "*Moringa oleifera* L. An undeutilized tree with macronutrients for human health". *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25(10): 785-789.
- Mendoza, I.; Fernández, N.; Ettiene, G.; Díaz, A. (2000). "Uso de la *Moringa oleifera* como coagulante en la potabilización de las aguas". *Ciencia* 8(2): 235-242.
- Mishra, G.; Singh, P.; Verma, R.; Sunil, K.; Srivastav, S. (2011). "Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of *Moringa oleifera* plant: An overview". *Der Pharmacia Lettre* 3(2): 141-164.

- Morton, J.F. (1991). "The horseradish tree, *Moringa pteridosperma* (Moringaceae) A boon to arid lands". *Economic Botany* 43 (5): 318-333.
- Muhl, Q.E.; Toit, E.S.; Steyn, M.J.; Apostolides, Z. (2013). "Bud development, flowering and fruit set of *Moringa oleifera* Lam. (Horseradish Tree) as affected by various irrigation levels". *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 114(2): 79-87.
- Muluvi, M.G.; Sprent, I.J.; Soranzo, N.; Provan, J.; Odee, D.; Folkard, G.; McNicol, W.J.; Powell, W. (1999). "Amplified fragment Length polymorphism (AFLP) analysis of genetic variation in *Moringa oleifera* Lam." *Molecular Ecology* 8: 463-470.
- Murslain, M.; Javed, N.; Khan, S.A.; Khan, H.U.; Abbas, H.; Kamran, M. (2014). "Combined efficacy of *Moringa oleifera* leaves and a fungus, *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne javanica* on eggplant". *Pakistan Journal of Zoology* 46(3): 827-832.
- Navarro Garrido, P. (2010) [en línea]. "Moringa oleifera, un aliado en la lucha contra la desnutrición". Niger. ACF INTERNATIONAL. <<https://www.accioncontraelhambre.org/sites/default/files/documents/moringa-final-pag-simples.pdf>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Ndong, M.; Uehara, M.; Katsumata, S.; Sato, S.; Suzuki, K. (2007). "Preventive effects of *Moringa oleifera* Lam. on hiperlipidemia and hepatocyte ultrastructural changes in iron deficient rats". *Bioscience Biotechnol Biochem* 71(8): 1826-1833.
- Nelson, L.; Gard, P.; Tabet, N. (2014). "Hypertension and inflammation in Alzheimer's disease: close partners in disease development and progression". *Journal of Alzheimer's Disease* 41:331-343
- Nharingo, T.; Moyo, M. (2016). "Application of *Opuntia ficus-indica* in bioremediation of wastewaters. A critical review". *Journal of Environmental Management* 166: 55-72.
- Nkya, W.; Erasto, P.; Chacha, M. (2014) [en línea]. "Antimycobacterial and cytotoxicity activities of *Moringa oleifera* Lam. extracts". *American Journal of Research Communication* 2(9): 108-120 <<https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-4269-6-25>>. [Consulta: 6 de octubre de 2016].
- Nouman, W.; Basra, M.A.; Siddiqui, M.T.; Yasmenn, A.; Gull, T.; Cervantes Alcayde, M.A. (2014). "Potential of *Moringa oleifera* Lam. as livestock fodder crop". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38: 1-14.
- Oliveira, S.D.; Fonseca, S.D.; Farias, N.P.; Bezerra, S.V.; Pinto, H.C.; Souza, D.L.; Santos, D.G.; Matias, O.G. (2012). "Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam." *Holos* 28(1): 49-61.
- Olson, M.E.; Carlquist, S. (2001). "Stem and root anatomical correlations with diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae)". *Botanical Journal of the Linnean Society* 135: 315-348.
- Olson, M.E.; Fahey, J. (2011). "*Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas". *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1071-1082.
- Olson, M.E. (2002). "*Moringa* Phylogeny". *Systematic Botany* 27: 55-73.
- Pacheco, R.M. (2006). "*Análisis del intercambio de plantas entre Méjico y Asia de los siglos XVI al XIX*". Tesis doctoral, Méjico.
- Paguia, M.H.; Paguia, Q.R.; Balba, C.; Flores, C.R. (2014). "Utilization of *Moringa oleifera* L. As Poultry feeds". *APCBEE Procedia* 8: 343-347.
- Panchal, M.; Murti, K.; Shah, K. (2011). "Preliminary phytochemical and pharmacognostical studies of *Moringa oleifera* roots". *Romanian Journal of Biology* 56(1): 57-64.
- Panda, D.S.; Choudhury, N.S.; Yedukondalu, M.; Si, S.; Gupta, R. (2008). "Evaluation of gum of *Moringa oleifera* as a binder and release retardant in tablet formulation". *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 70(5): 614-618.
- Pandey, A.; Pradheep, K.; Gupta, R., Nayar, R.E.; Bhandari, C.D. (2011). "Drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.): a multipurpose potential species in India". *Genetic Resources and Crop Evolution* 58: 453-460
- Parrotta, J.A. (1993) [en línea]. "*Moringa oleifera* Lam." <[http://www.fs.fed.us/research/publications/misc/63355\\_2005\\_%20Parrotta%20Moringa%20oleifera.pdf](http://www.fs.fed.us/research/publications/misc/63355_2005_%20Parrotta%20Moringa%20oleifera.pdf)>. [Consulta: octubre de 2016].
- Patricio, H.G.; Palada, M.C.; Ebert, A.W. (2013). "Adaptability and horticultural characterization of moringa accesions under central Philippines conditions. High value vegetables in southeast Asia". *SEAVEG2012* (61-70).

- Pérez, A.; Sánchez, T.; Armengol, N.; Reyes, F. (2010). "Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, una alternativa para la alimentación animal". *Pastos y Forrajes* 33(4): 1-10.
- Perveen, A.; Qaiser, M. (2009). "Pollen flora of Pakistan". *Pakistan Journal of Botany* 41(3): 987-989.
- Pino, J.A. (2013). "Floral scent composition of *Moringa oleifera* Lam." *Journal of Essential Oil-Bearing Plants* 16(3): 315-317.
- Popoola, J.O.; Obembe, O. O. (2013). "Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) in Nigeria" *Journal of Ethnopharmacology* 150:682-691.
- Postmontier, B. (2011). "The medicinal qualities of *Moringa oleifera*". *Holistic Nursing Practice* 25(2): 80-87.
- Puri, V. (1934) [en línea]. "A note on the embryo sac and embryo of *Moringa oleifera* Lam." Department of botany, *Agra College*. <[https://archive.org/stream/embryogenesisinp00ward/embryogenesisinp00ward\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/embryogenesisinp00ward/embryogenesisinp00ward_djvu.txt)>. [Consulta: octubre de 2016].
- Raghunandana, R.R.; George, M., Palandi, K.M. (1946). "Pterygospermin: the antibacterial principle of *Moringa pterygosperma*, Gaertn". *Nature* 58: 745-746.
- Rai, P.; Srivastava, A.; Sharma, B.; Dhar, P.; Mishra, A.; Watal, G. (2013) [en línea]. "Use of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy for the detection of glycemic elements in Indian medicinal plants". *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24228060>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Rakotosamimanana, R.V.; Arvisenet, G.; Valentin, D. (2015). "Role of languages in consumers food description: Malagasy and French descriptors of *Moringa olifera* leaf powder". *Journal of Sensory Studies* 30: 181-194.
- Ramachandran, C.; Peter, V.K.; Gopalakrishnan, K.P. (1980). "Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable". *Econocmic Botany* 34(3): 276-283.
- Ramalho De Oliveira, F.; Luz, A.; Paiva, G.P.; Breienbach, B.L.; Marangoni, S.; Rodrigues, M.M. (2011). "Evaluation of seed coagulant *Moringa oleifera* lectin (cMOL) as a bioinsecticidal tool with potential for the control of insects". *Process Biochemistry* 46: 498-504.
- Razis, A.; Faizal, A.; Din, M.I.; Brindha S. (2014). "Health benefits of *Moringa oleifera*". *Asian Pacific Journal of cancer prevention* 15(20): 8571-8576.
- Richter, N.; Siddhuraju, P.; Becker K. (2003). "Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)". *Aquaculture* 217: 599-611.
- Rivas Martínez, S. (2009) [en línea]. "Diagrama ombrotérmico" <[http://www.educaplus.org/climatic/07\\_cmg\\_asia.html](http://www.educaplus.org/climatic/07_cmg_asia.html)> [Consulta: octubre de 2016].
- Rocha Filho, A.C.; Albuquerque, P.L.; Silva, S.L.; Silva, B.P.; Coelho, B.L.; Navarro, F.D.; Albuquerque, A.M.; Melo, M.A.; Napoleão, H.T.; Pontual, V.E.; Paiva, G.P. (2015). "Assesment of toxicity of *Moringa oleifera* flower extract to *Biomphalaria glabrata*, *Schistosoma mansoni* and *Artemia salinak*". *Chemosphere* 132: 188-192.
- Rodriguez Muñoz, S.; Muñoz Martínez, R.; García Roque, O.; Fernández Santana, E. (2005) [en línea]. "Empleo de un producto coagulante natural para clarificar agua". *CENIC* 36. <<http://www.redalyc.org/html/1816/181620511037/>>. [Consulta: octubre de 2016].
- Ronse Decraene, L.P.; Laet, J.; Smets, E.F. (1998). "Floral development and anatomy of *Moringa oleifera* (Moringaceae): What is the evidence for a Capparalean or Aapindalean affinity?" *Annals of Botany* 82:273-284.
- Rose, H.R.; Sudha, P.N.; Vinayagam, A.; Sudhakar, K. (2013). "A review on hepatoprotective activity of commonly consumed vegetables". *Der Pharmacia Lettre* 5(5): 290-304.
- Saha, P.; Jena, R.C.; Sahoo, B.; Sahoo, K.; Lenka, A. (2012). "Sufficing nutraceutical rich multipurpose leafy vegetable on earth: moringa". *Odisha review* 3(2):57-60.
- Sánchez Machado, D.; Núñez, G.J.; Reyes, M.C.; Ramírez, W.B.; López, C.J. (2010). "Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*". *Food Analytical Methods* 3: 175-180.
- Santos, S.A.; Argolo, C.A.; Paiva, G.P.; Coelho, B.C. (2012). "Antioxidant activity of *Moringa oleifera* tissue extracts". *Phytotherapy Research* 26: 1366-1370.
- Santos, S.A.; Luz, A.; Argolo, C.A.; Teixeira, A.J.; Paiva, H.P.; Coelho, B.L. (2009). "Isolation of a

- seed coagulant *Moringa oleifera* Lectin". *Process Biochemistry* 44: 504-508.
- Sarkhel, S. (2014). "Ethnobotanical survey of folklore plants used in treatment of snakebite in paschim medinipur district, West Bengal". *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 4(5): 416-420.
- Satish, A.; Reddy, P.V.; Sairam, S.; Ahmed, F.; Urooj, A. (2014). "Antioxidative effect and DNA protecting property of *Moringa oleifera* root extracts". *J Herbs Spec Med Plants* 20(3) 209-220.
- Shanker, K.; Gupta, M.M.; Srivastava, S.K.; Bawankule, D.U.; Pla, A.; Khanuja, S.P.S. (2007). "Determination of bioactive nitrile glycoside(s) in drumstick (*Moringa oleifera*) by reverse phase HPLC". *Food Chemistry* 105: 376-382.
- Silva, N.; Mendes, B.A.; Sales, J.C.; Pagliarini, M. (2011). "Meiotic behavior and pollen viability in *Moringa oleifera* (moringaceae) cultivated in southern Brazil". *Genetics and Molecular Research* 10(3): 1728-1732.
- Singh, N.B.; Singh, R.B.; Singh, R.L.; Prakash, D.; Dhakarey, R.; Upadhyay, G.; Singh, B.H. (2009). "Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and ant quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*" *Food and Chemical Toxicology* 47: 1109-1116.
- Singh, P.S.; Sing, D. (2010). "Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14: 200-216.
- Sivaranjani, V.; Philominathan, P. (2016). "Synthesize of titanium dioxide nanoparticles using *Moringa oleifera* leaves and evaluation of wound healing activity". *Wound Medicine* 12: 1-5.
- Sreelatha, S.; Jeyachitra, A.; Padma, R.P. (2011). "Antiproliferation and induction of apoptosis by *Moringa oleifera* leaf extract on human cancer cells". *Food and Chemical Toxicology* 49: 1270-1275.
- Strahler, A.N.; Strahler A.H. (1989). *Geografía Física* (3ª ed). Omega, Barcelona.
- Stohs, S.J.; Hartman M.M. (2015). "Review of the safety and efficacy of *Moringa oleifera*". *Phytotherapy Research* 29: 796-804.
- Sunkireddy, P.; Nath Jha, S.; Kanwar, J.R.; Yadav, S.C. (2013). "Natural antioxidant biomolecules promises future nanomedicine based therapy for cataract. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces". *Molecular and Medicine Research* 112: 554-562.
- Taireja; T. (2011). Biochemical estimation of three primary metabolites from medicinally important plant *Moringa oleifera*". *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research* 7(2): 186-188.
- Takhtajan, A. (2009). "*Flowering plants*". Springer Science. New York.
- The Plant List. Versión 1.1 [en línea]. Royal Botanic Gardens, Kew and Missouri Botanical Gardens. <[www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org)> [Consulta: octubre de 2016].
- Thurber, M.D.; Fahey, J.W. (2009). "Adoption of *Moringa oleifera* to Combat Under-Nutrition Viewed through the lens of the Diffusion of Innovations". *Ecology of Food and Nutrition* 48: 212-225.
- Treesforlife [en línea]. ONG Trees for Life, Wichita, Kansas (E.E.U.U.), actualización: 2011. <<http://www.treesforlife.org/our-work/our-initiatives/moringa>>. [consulta: octubre de 2016].
- Troup, R.S. (1921). "The *Silviculture of Indian Trees*". Clarendon Press, Oxford.
- Tsaknis, J.; Lalas, S.; Gergis, V.; Dourtoglou, V.; Spiliotis, V. (1999). "Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 4495-4499.
- Tsouh, F.P.; Kwadwo, N.A.; Appiah Opong, R.; Tchokouaha, Y.L.; Addo, P.; Asante, K.I.; Boyom, F.F. (2015). "Ethnopharmacological reports on anti-buruli ulcer medicine plants in three West African Countries". *Journal of Ethnopharmacology* 172: 297-311.
- Valere, P.; Fokou, T.; Kwadwo, A.; Appia Opong, R.; Lauve, R.; Yamthe, T.; Addo, P.; Asante, I.K.; Boyom, F. (2015). "Ethnopharmacological reports on anti-Buruli ulcer medicinal plants in three West African countries". *Journal of Ethnopharmacology* 172: 297-311.
- Villarreal Gómez, A.; Ortega Angulo, K.J. (2014). "Revisión de las características y usos de la planta *Moringa oleifera*". *Investigación & Desarrollo* 22(2): 309-330.
- Warhurst, M.A.; McConnachie, L.G.; Pollard, T.S. (1997). "Characterization and Applications of activated carbon produced from *Moringa oleifera* seed husks by single-step steam pyrolysis". *Water Research* 31(4): 759-766.

Yadav, S.; Srivastava, J. (2014). "Research article genetic diversity analysis on *Moringa oleifera* by using different molecular markers: A review". *International Journal of Recent Scientific Research* 5(12): 2277-2282.

Yin, C.Y. (2010)." Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment". *Process Biochemistry* 45: 1437-1444.