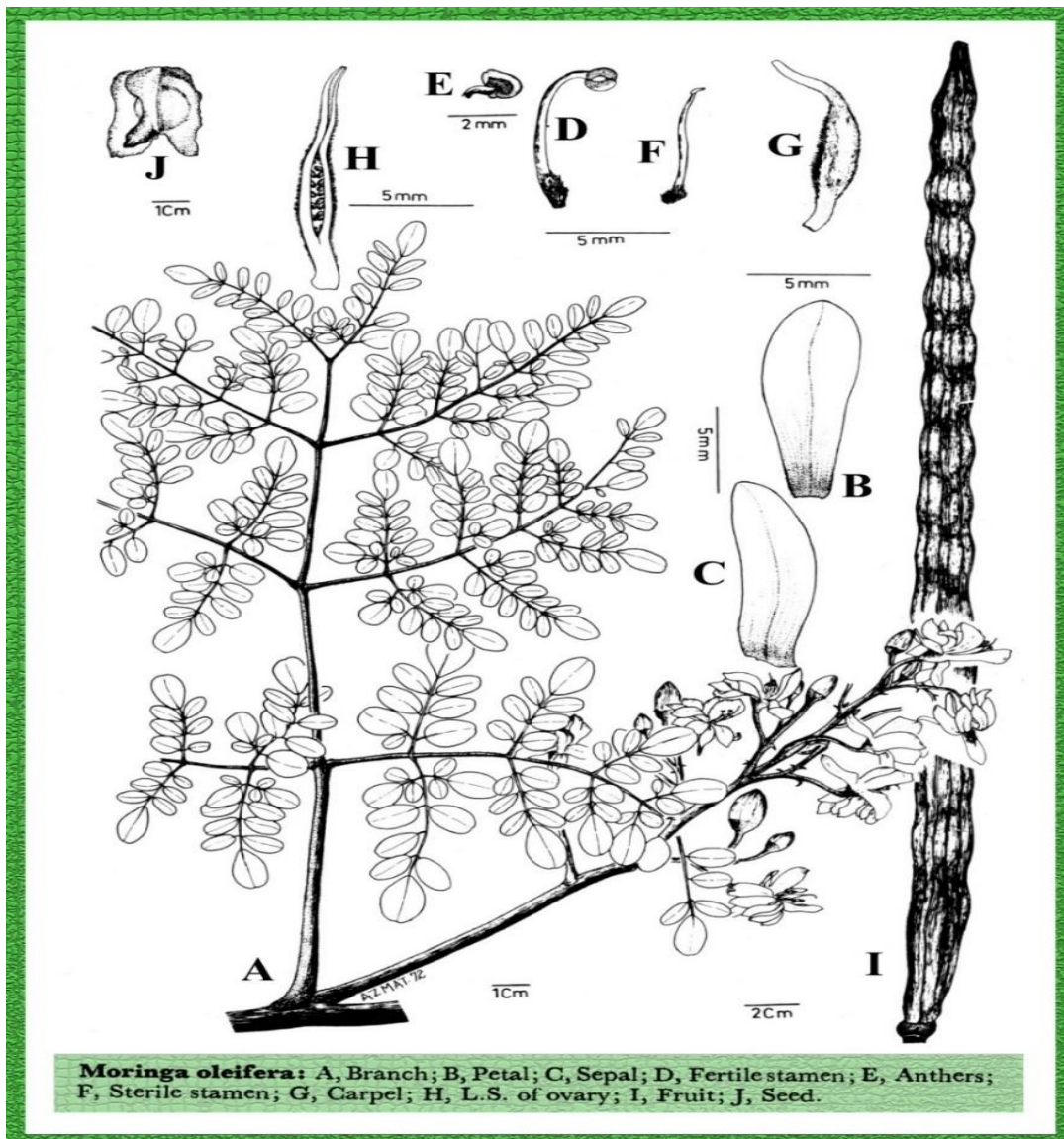


“*Moringa oleifera* Lam.: Biología, Botánica,
Propiedades Nutricionales y Medicinales”



Juan José López García

Universidad de Sevilla

FACULTAD DE FARMACIA



Universidad de Sevilla. Facultad de Farmacia

Proyecto de Trabajo Fin de Grado

Grado en Farmacia

*“Moringa oleifera Lam.: Biología, Botánica, Propiedades
Nutricionales y Medicinales”*

Juan José López García

Departamento: Biología Vegetal y Ecología

Área de conocimiento: Botánica

Director: Dr. Francisco José González Minero

Trabajo de revisión

Febrero de 2016

ÍNDICE

1. Resumen.....	4
2. Introducción y antecedentes del tema	5
3. Objetivos.....	8
4. Material y métodos.....	8
5. Revisión botánica.....	9
5.1 Ubicación taxonómica.....	9
5.2 Familia Moringáceas.....	9
5.3 <i>Moringa oleifera</i> Lam. 1785.....	11
5.4 Antecedentes históricos de la planta.....	17
5.5 Algunas consideraciones agronómicas.....	18
5.6 Fitoquímica <i>sensu lato</i>	22
6. Usos de <i>Moringa oleifera</i> en la industria y medio ambiente.....	26
7. Usos alimenticios.....	29
8. Usos medicinales.....	30
9. Conclusiones.....	33
10. Bibliografía.....	34

1. RESUMEN

Se presenta un estudio transversal sobre la moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en el que se desarrollan principalmente sus características botánicas y se repasan los usos de esta planta. La 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 NW 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, pericarpo 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 (Met+Cys) 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%), <1% de poliinsaturados y 6.7% de ácido behénico C22:0. 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 completas 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 cuantificar la eficacia terapéutica de la planta y su posible toxicidad. El poder hipoglucemiante e hipolipemiante están contrastados. En *in vitro* e *in vivo* se están poniendo de manifiesto su posible valor antitumoral. *M. oleifera* pertenece al grupo de plantas panacea, y se sugiere seguir ahondando en el estudio de todas sus posibilidades.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, Etnobotánica, Recursos naturales, Inseguridad alimentaria, Medicina.

Abstract

It is being presented a transversal study about the moringa (*Moringa oleifera* Lam.) mainly developed on its botanical characteristics and the review of its use. 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 currently extended through the inter-tropical fringe 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 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 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 C22:0. 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. *M. Oleifera* belongs to the panacea plant group, and it is suggested further research in order to discover all of its possibilities.

Keywords: *Moringa oleifera*, Ethnobotany, Natural Resources, food insecurity, Medicine.

2. INTRODUCCIÓN

Die schwerste sache zu sehen ist, was du vor deiren 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 la doble curiosidad del tutor y alumno hacia la moringa coinciden en esta propuesta de TFG. Ahora sabemos que la moringa es muy conocida en su área de distribución y ha sido objeto de numerosos estudios. Cuando oímos hablar de la moringa como planta que se estaba cultivando en el sur de España, los conocimientos teóricos que teníamos sobre la misma eran muy escasos: un árbol de zonas secas de África, parecido a los baobabs y emparentado con las crucíferas, la familia de la col, la mostaza y el rábano.

Seguidamente consultamos en manuales de botánica (Heywood, 1985; Takhtajan, 2009) y bases de datos, nuestra sorpresa fue grande no tanto por la abundante bibliografía que aparecía, sino por las numerosas propiedades de la planta. Entendemos por moringa a *Moringa oleifera* Lam. (Morináceas).

Recientemente se ha estudiado el mejoramiento de las hamburguesas de ternera con extracto de moringa añadido (Al-Juhaimi y cols., 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 (Bin-Meferij ElKoot, 2015). En el polo opuesto podemos encontrar, ya en 1921 la descripción breve que realizó el botánico británico R. S. Troup sobre Moringáceas en la India (Troup, 1921) y el análisis sobre la composición en ácidos grasos de las semillas llevado a cabo en 1939 (Jamiesson, 1939) (fig.1).



Fig. 1 Primeros trabajos sobre *M. oleifera*.

Moringa oleifera es originaria del noroeste de la península índica y se extiende a través de varios continentes. Su área de distribución intertropical coincide con regiones de planeta en unos casos superpobladas y en otros poco desarrolladas (Olson, 2001; Roloff y cols., 2009). En estos países la planta es un pilar básico para la nutrición humana (Makkar Becker, 1996) y alimentación del ganado (Villareal-Gómez Ortega-Angulo, 2014). En muchos lugares se usa como remedio tradicional medicinal para numerosa enfermedades (Adebayo Krettli, 2011).

En el siglo XXI se establece cada vez más la integración interdisciplinar 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 cols., 2013). La relación de propiedades nutraceuticas, farmacéuticas e industriales de *M. oleifera* no deja de aumentar (Leone y cols., 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-SM, FTIR, LIBS) (Shanker y cols., 2007; Colombini y cols., 2009; Sánchez-Machado y cols., 2010; Rai y cols. 2013) y el empleo de extractos de la planta en ensayos *in vitro* y animales (Mishra y cols. 2011) y en pacientes (Agrawal Mehta, 2008; Kasolo y cols., 2010).

Todo parece indicar que estamos ante un “boom” de la moringa. Los conocedores y consumidores de *Moringa oleifera* la denominan muchas formas, todas ellas afectuosas: árbol de la vida, árbol multiusos, planta milagro. Estos hechos comienzan a ser tenidos en cuenta en Europa y Estados Unidos. Sin embargo inevitablemente surge el escepticismo como con todas las plantas panacea. A lo largo de toda la historia el ser humano ha estado ligado de manera íntima a la naturaleza, concretamente a las plantas, tanto por su uso nutricional como por su utilización como remedio de diferentes males y dolencias, pero la industria química sigue ganado la partida a las plantas medicinales fundamentalmente por factores económicos. Por ello podemos encontrar a través de la literatura científica ejemplos de duda sobre la eficacia medicinal de las plantas (muchas procedentes de Asia y Medio Oriente): los beneficios de la corteza del sauce son conocidos desde la época griega, pero no fue hasta el descubrimiento de sus salicósidos primero en el siglo XVIII y la síntesis de la aspirina después, cuando se tomaron en serio las propiedades de esta planta (Braña y cols., 2005; Wood, 2015). El empleo de *Panax ginseng* contra desórdenes nerviosos (Liang y cols., 2015), la eficacia dudosa de los extractos de la hoja de *Ginkgo biloba* como preventivo del Alzheimer (Nelson Tabet, 2015), el debate sobre el uso y bondades terapéuticas de la marihuana-*Cannabis sativa*-(Hoffmann Weber, 2010) y el poder antioxidante del resveratrol (*Vitis vinifera*) que retrasa el envejecimiento y protege contra ciertos tipos de cáncer (Tellon y cols., 2015). Las hojas de tejo (*Taxus brevifolia*) se recogieron por primera vez en 1962 por botánicos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos para estudiar su potencialidad contra el cáncer. En los años 70 del siglo pasado se abandonó el estudio por su ineficacia en ensayos *in vivo*. Volvieron a retomarse los estudios y en 1994, el taxol fue aprobado de urgencia para ciertos tipos de cáncer (Goodman Vivien, 2003), más tarde se pasó de la hemisíntesis del taxol a la síntesis completa en el laboratorio que transcurre en 28 pasos, pero que es rentable económicamente (Barrales-Curreño Soto-Hernández, 2012).

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

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

3. OBJETIVOS

1. Realizar un trabajo transversal de *Moringa oleifera*, tomando como punto de referencia la ciencia botánica.
2. Elaborar de una revisión botánica extensa de *Moringa oleifera*.
3. Conocer las principales pautas de cultivo y explotación.
4. Recoger algunos aspectos de su fitoquímica.
5. Establecer una relación genérica de sus propiedades: industriales, ecológicas, nutricionales y medicinales.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Para alcanzar los diferentes objetivos marcados se ha realizado un reconocimiento *in situ* de una plantación de *Moringa oleifera* en Cártama (Málaga) para conocer de primera mano las características de la planta y se ha continuado con una búsqueda bibliográfica, con el consiguiente análisis y filtrado de la información acerca de las características de *Moringa oleifera*: historia, origen, distribución, taxonomía, cultivo, propiedades en las diferentes partes de la planta e interés científico por su incidencia en la nutrición y la salud.

Para ello se han utilizado bases de datos científicas: Scopus-ScientDirect, WOS y Google Scholar. Se han introducido las palabras clave moringa y *Moringa oleifera* limitando el periodo de búsqueda a (2011-2015). Aparecieron 1843 artículos relacionados. Por ello acotamos el muestreo con la palabra *review*, apareciendo 92 artículos. Además de estas referencias también hemos contado con trabajos de años anteriores que son de interés desde nuestro punto de vista.

Aunque el proyecto otorgado es del campo científico de la Botánica y en él se ha fundamentado principalmente, también se han estudiado aspectos de otras áreas, como la Agricultura, Química

Orgánica, Métodos Analíticos, Nutrición y Farmacia, con la finalidad de poder potenciar más si cabe aún, el carácter de actualidad y repercusión de esta materia.

5. REVISIÓN BOTÁNICA

5.1 *Ubicación taxonómica de Moringa oleifera*

M. oleifera es una especie que pertenece a la familia Moringáceas. Clado de las Málvidas. Cronquist (1988) sitúa a esta familia en el orden Caparales (junto Caparáceas, Crucíferas y Resedáceas). Takhtajan (2009) la incluye como única familia en el orden Moringales (relacionado con Caricales y Caparales). Según el criterio de APGIII (2009) las moringáceas pasan al orden Brassicales (mucho más extenso que lo anteriores, que quedan suprimidos, y en el que están todas las familias citadas).

5.2 *Familia Moringáceas*

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 antesis. Cinco pétalos iguales o distintos, a menudo reflexos. Cinco estambres y cinco estaminodios. Gineceo: ovario súpero uniloculado, placentación parietal, 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: (Heywood 1985; Li Olson, 2001; Takhtajan, 2009; Olson, 2012).

Un único género, *Moringa*, con 13 especies que pueden agrupar en cuatro secciones (Olson y 2002). Los grupos establecidos por este autor se basan por un lado en análisis de similitudes de fragmentos DNA (fig. 2), y por otro en caracteres morfológicos asociados a la forma de vida y área de distribución (fig. 3). Los dos grupos no son exactamente iguales.

- “*Boottle tree*” (árboles botella): con troncos gruesos con forma similar al baobab y flores con simetría radial. SW Africa, Madagascar. *M. ovalifolia*, *M. drouhardii*, *M. stenopetala* y *M. hiidebrandtii*.

- “*Slender trees*” (árboles rectos): donde predominan las fibras de xilema, haciendo que sean las más resistentes del género. India, Pakistán, Arabia. Flores con simetría bilateral. *M. oleifera*, *M. concanensis* y *M. peregrina*.
- “*Sarcorrhizal trees* (con copa en forma de raíz): Muy resistentes a la sequía. NE África. *arborea* y *M. ruspoliana*.
- *Tuberous roots* (arbustos tuberosos): arbustos tuberosos. Cuerno de África. *M. borziana*, *M. longituba*, *M. pygmaea* y *M. rivaie*.

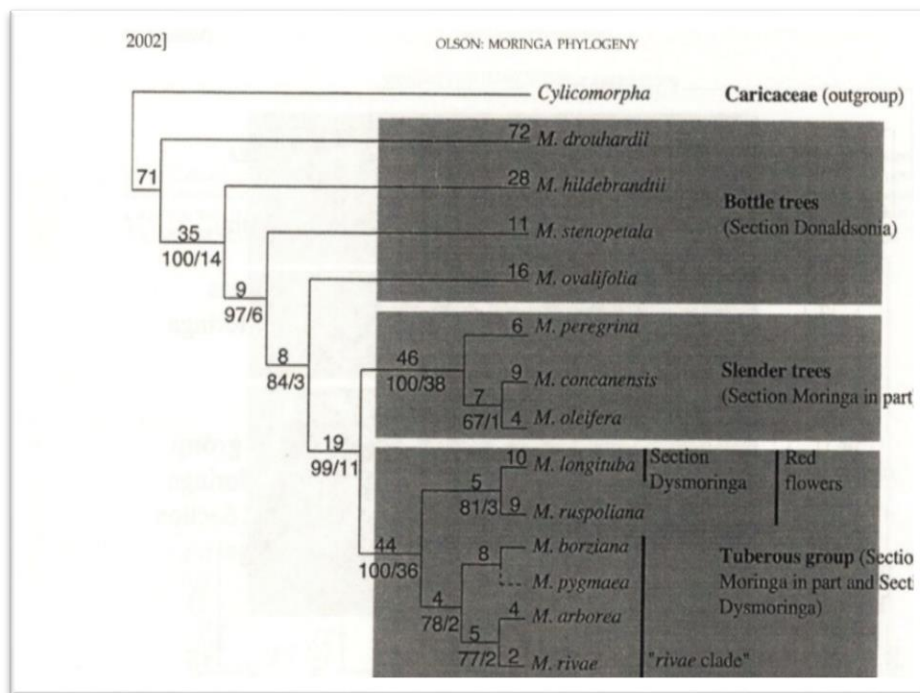


Fig. 2 Secciones de *Moringa* según fragmentos de ADN (Olson, 2002).

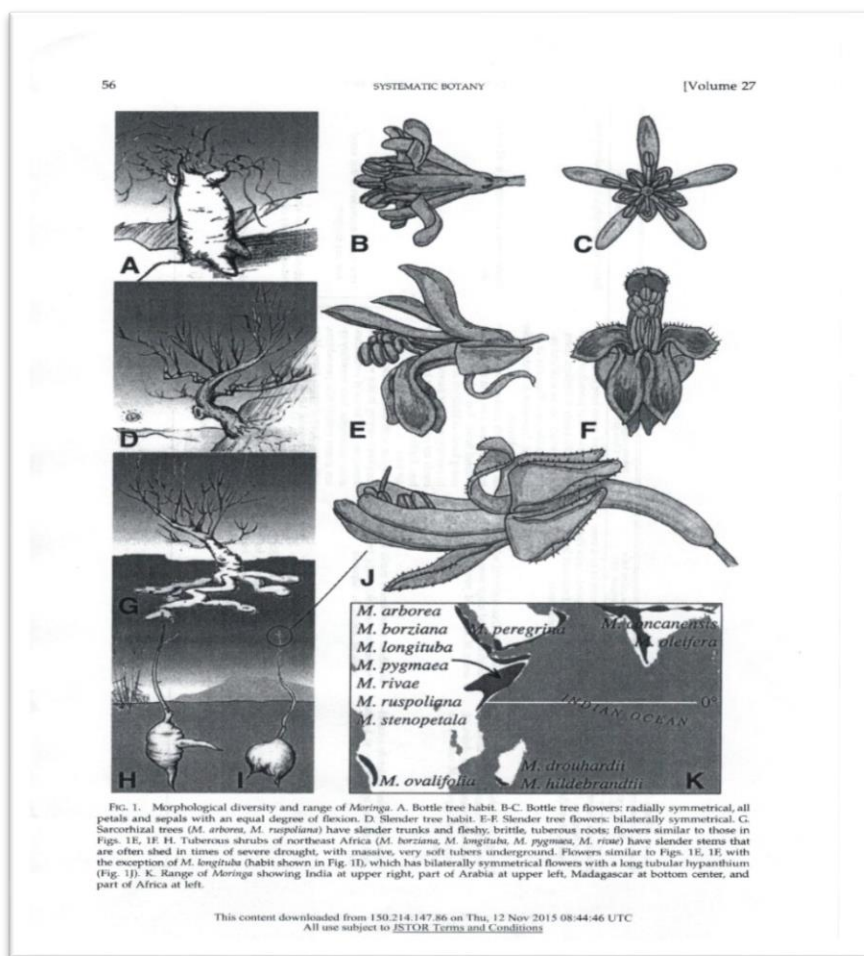


Fig. 3 Secciones de *Moringa* según área distribución (Olson, 2002).

5.3 *Moringa oleifera* Lam. 1785

Sinónimos: *Guilandina morina* L., *Hyperanthera moringa* (L.) Vahl., *Moringa zeylanica* Burmann. No legítimo *Moringa pterygosperma* Gaertn.

Árboles de hasta 12m se altura. Perrnifolios-caducifolios en zonas áridas. Entomófilos. Raíces gruesas y profundas, axonomórficas. Cambium suberógeno secretor de gomas, blanco, con células mirosínicas, gucosinolatos 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, 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.cms, puberulentos cuando jóvenes, de adultos glabros. Inflorescencias de 10-30 cm en panícula axilar. Flores zigomorfas, hermafroditas, pentámeras, homoclamídeas, 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, 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, sub-psilado, 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, con alas; embrión recto con 2 (3) cotiledones. $2n=28$. Fl: I-XII. Fr: VI-XII.

Origen: nativa de norte de la India, Nepal y NW de Pakistán. Introducida: Franja Pantropical de todo el mundo.

Nombres comunes: Español (Ben, Árbol del bien, Morango, Moringa); Francés (Bèn alié, Benzolive, Moringa); Inglés (Drumstick, Horse Radish tree, Mother`s best friend, West Indian ben) (www.treesforlife.org). (www.The Plant List.org).

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

Estas características se ilustran en la figura 4 a, b, c y d.

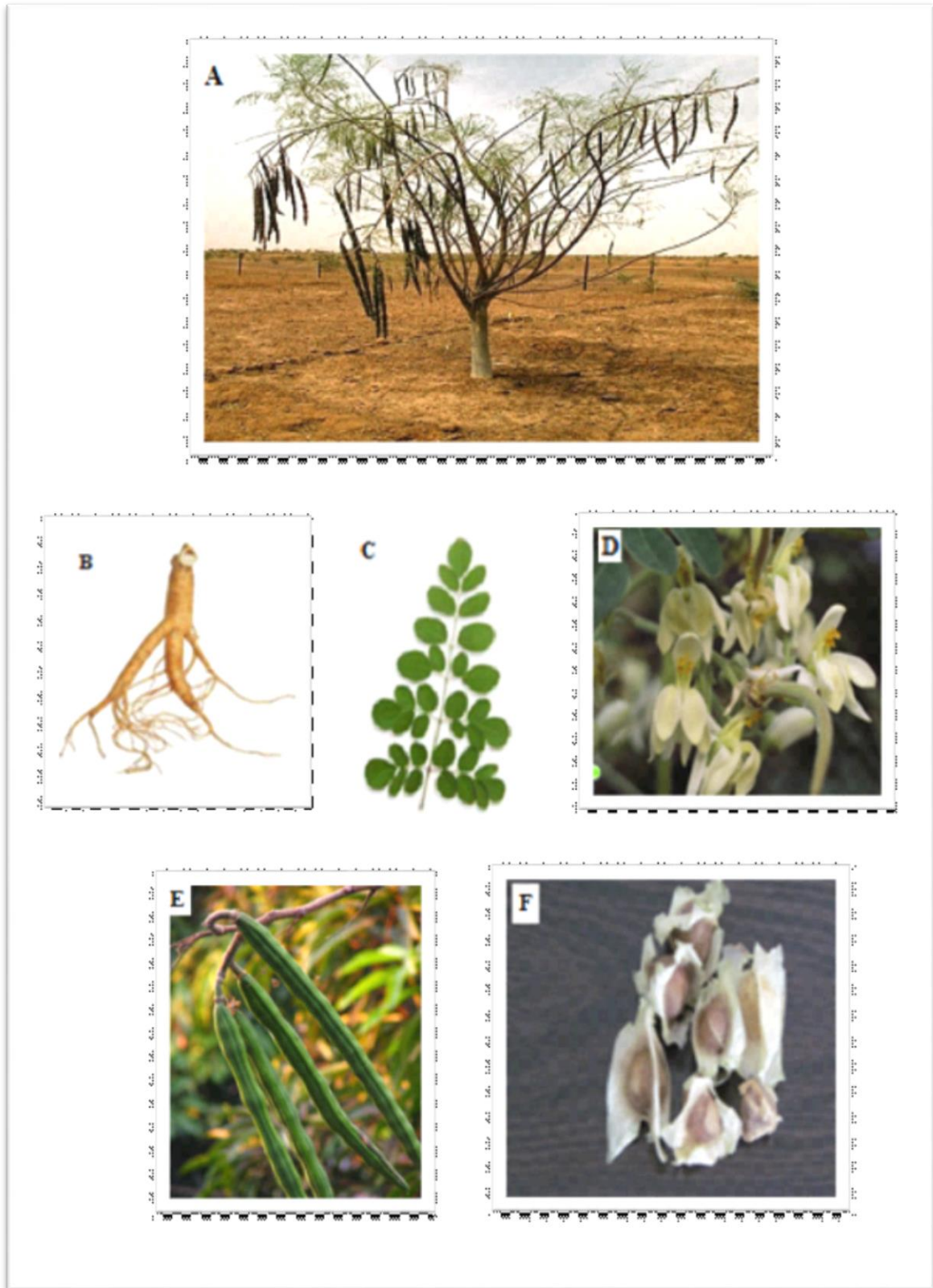


Fig. 4a *Moringa oleifera*. A. Hábito (<http://www.moyoway.com/>). B. Raíz (<https://www.healingmoringatree.com/>). C. Hoja (<http://www.moringatreebenefits.com.au/>); D. Flor (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moringa_flower_5.jpg); E. Fruto (<http://www.nerdygaga.com/>); F. Semilla (<http://www.moyoway.com/>).

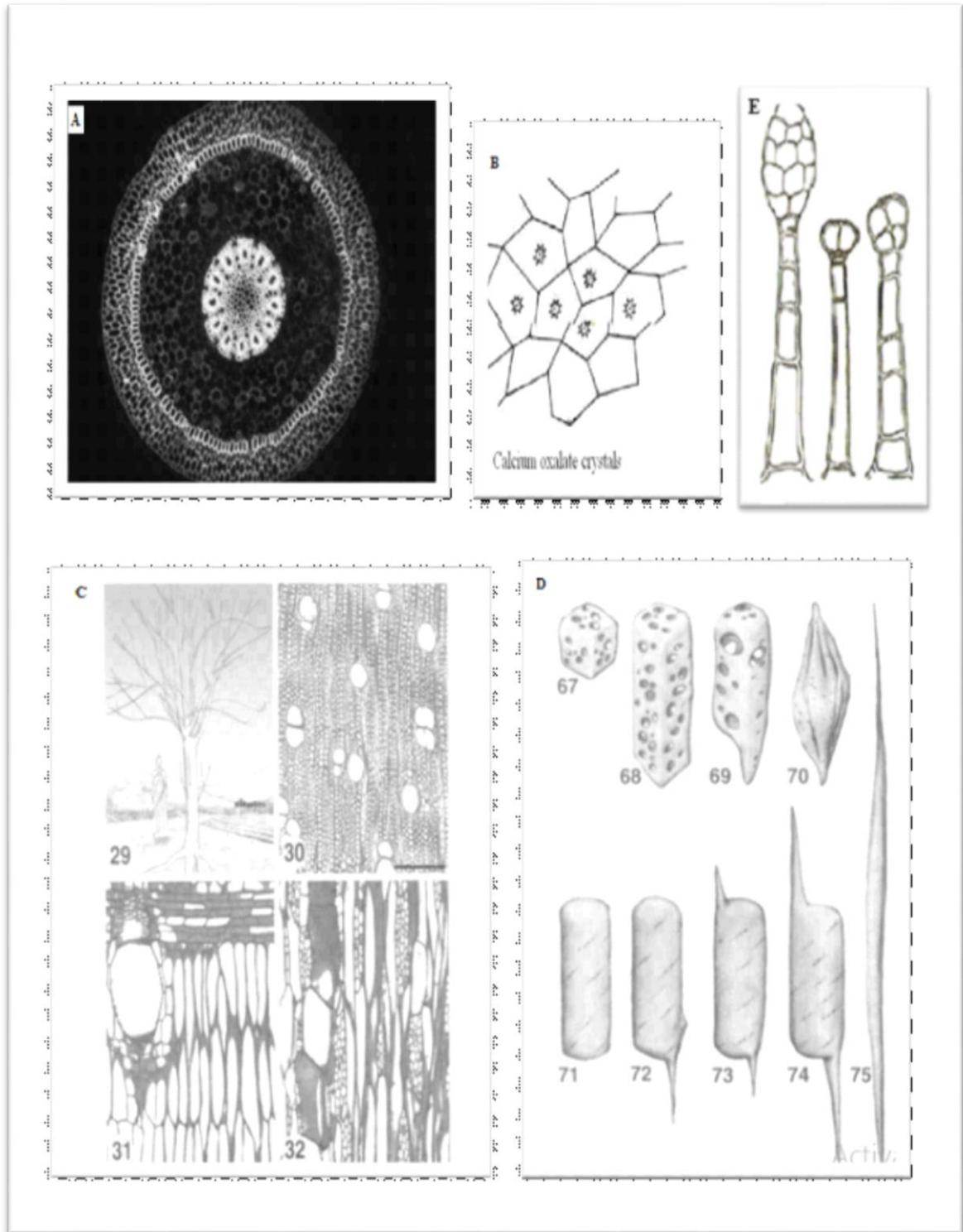


Fig. 4b *Moringa oleifera*. A. Corte raíz secundaria. B. Cristales oxalato cálcico raíz (Panchal y cols., 2011). C. Cortes del tallo. D. Tráqueas y fibras de esclerénquima (Olson Carlquist, 2001). E. Pelos glandulares hojas (Panchal y cols., 2011).

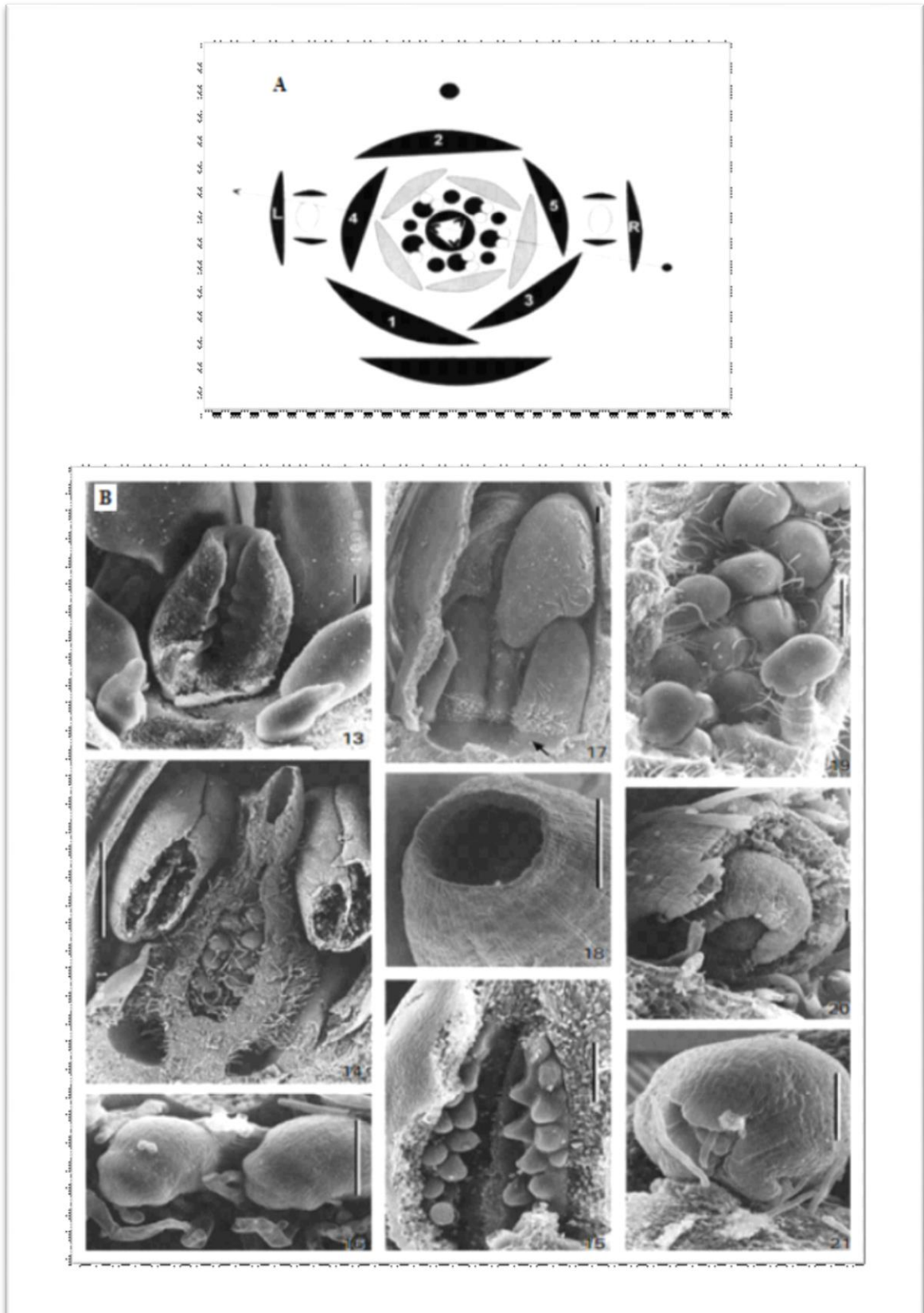


Fig. 4c *Moringa oleifera*. A. Diagrama floral. B. Desarrollo floral. (Ronse-Decraene y cols., 1998).

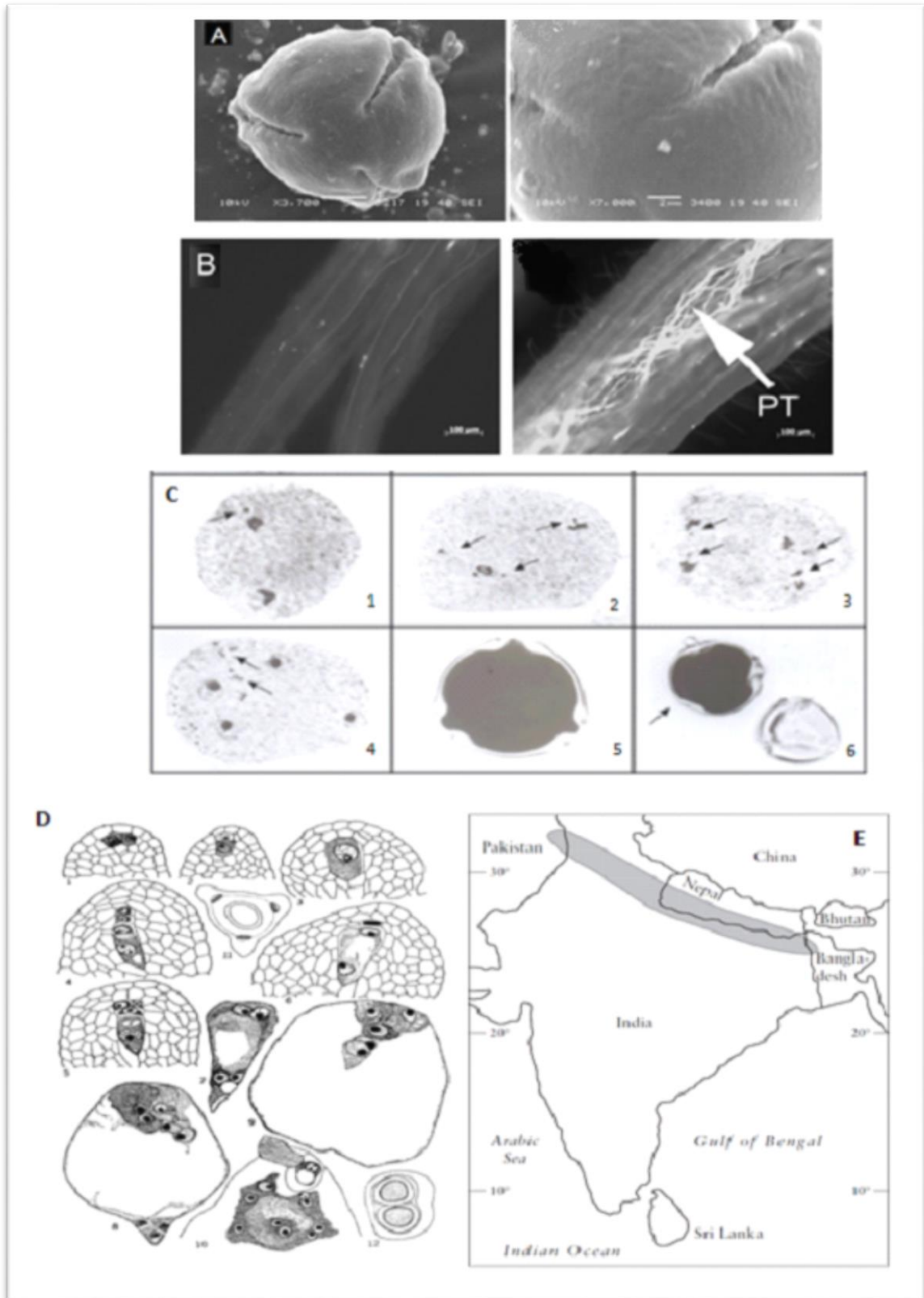


Fig. 4d. *Moringa oleifera*. A. Polen (Perveen Qaiser, 2009). B. Estilo y tubos polínicos C. Desarrollo gametofito masculino (Muhl y cols., 2013). D. Desarrollo embrionario gametofito femenino (Puri, 1934). E. Origen geográfico (Silva et cols., 2011).

5.4 Antecedentes históricos de la planta

Para interpretar mejor la historia de *M. oleifera* nos apoyaremos en escritos históricos, datos arqueológicos y métodos analíticos de diagnóstico. Como se ha reseñado la moringa procede de la franja norte de la India, y es materia prima de prácticas médicas milenarias como Ayurveda, Sidha, Unani y Homeopatía (Panchal y cols., 2011). En el sánscrito antiguo (siglo I a C.) ya recibe el nombre de “sajna” (Morton, 1991; Panchal y cols., 2011).

Regresamos al presente para constatar 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 (Colombini y cols., 2009). Véase figura 5, en la que se analiza por IF modificado por transformada de Fourier la mezcla oleaginosa contenida en una vasija encontrada en ruinas etruscas.

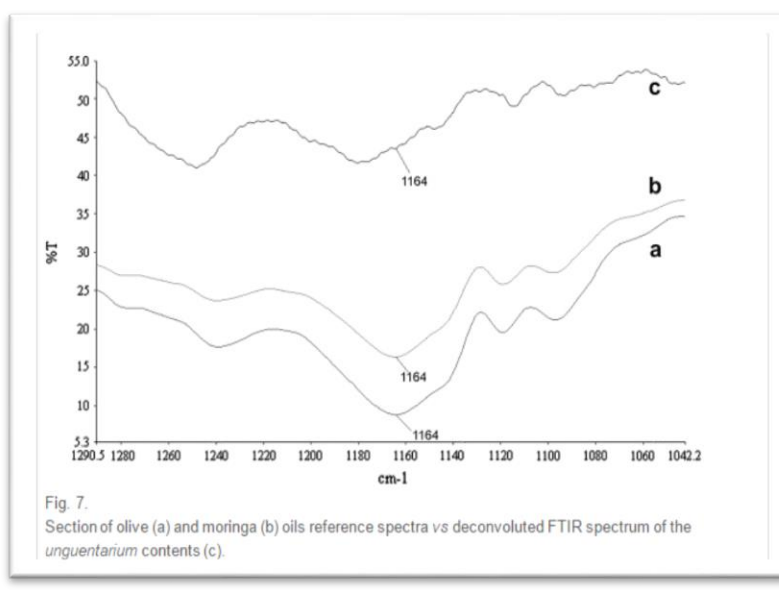


Fig. 5 FTIR Comparación de Contenido unguetarium con aceites de oliva y *M. oleifera* (Colombini y cols., 2009).

Antes, en el Antiguo Egipto (Ramsés IX, h. 1100 a. C) *M. oleifera* es considerada como un producto exótico, de lujo que se regala a reyes para incluirlo en sus tesoros que han de llevar en las vasijas de las tumbas funerarias para la otra vida, en la figura 6 se muestra la impronta paleográfica de un ánfora en la que se puede leer: aceite de moringa y extracto de mandrágora (Van Dijk In: Shaw, 2000). 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 indicum*, *Ricinus communis*, *Balanos aegyptiaca*, *Moringa oleifera* y *Olea europaea*.

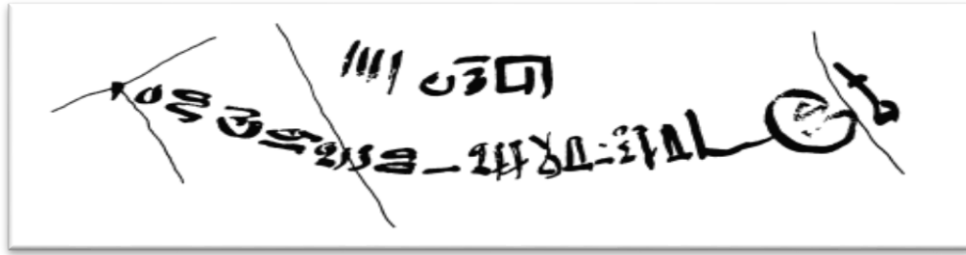


Fig. 6 Paleografía en ánforas funerarias Ramsés IX. Aceite de moringa y extracto de mandrágora (Van Dijk: In Shaw, 2000).

No es hasta finales de siglo XVIII cuando volvemos a tener noticias fehacientes sobre *M. oleifera*. Pacheco (2006) relata los envíos por parte del botánico real Juan de Cuéllar, de cajones con moringa desde Manila (Filipinas) a Méjico a través de la Nao de Acapulco. Según Gondino y cols. (2013), la moringa llegó a la península ibérica y fue nombrada en un fragmento anónimo del Jardín Botánico de Madrid en 1746 (si bien no hemos podido consultar 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 la moringa 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 cols., 1980). En 1946 apareció en *Nature* el hallazgo y aislamiento de las raíces de una molécula de carácter antibiótico, la pterygospermina, un compuesto que se disociaba en dos moléculas de isotiocianato bencílico (Raghunandana y cols., 1946).

Finalmente, resaltar las directrices de la FAO y de las diversas organizaciones y asociaciones mundiales dedicadas a la lucha contra el hambre. ONGs como *Treesforlife* (Kansas) <https://www.facebook.com/TreesForLifeUS> o la española *Cultivant vida* - <http://www.cultivantvida.org/>- recomiendan el uso de la moringa como suplemento alimenticio y producción de alimentos nutricionalmente mejorados en aquellas zonas del mundo acuciadas por la pobreza y la infraalimentación (Alfaro Martínez, 2008; Martín y cols., 2013).

5.5 Algunas consideraciones agronómicas

M. 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, tanto hacia el Pacífico como hacia África, y América (fig. 7). A esta latitud podemos encontrar climas tropicales lluviosos, tropicales de sabana y tropicales áridos. Por tanto la planta se ha adaptado a situaciones climatográficas diferentes Af, Aw, Am (Strahler Strahler, 1989), si bien la moringa es un árbol de alta plasticidad biológica y el área de cultivo puede extenderse fuera de sus límites naturales. En la figura 8 se muestra el climatograma de Lahore (Pakistán), región de origen (Rivas Martínez, 2009). Se observa un periodo de lluvias abundantes de julio a

septiembre, siendo el resto del año un periodo seco. T^a media anual de 24°C y 488 mm de lluvias totales anuales.

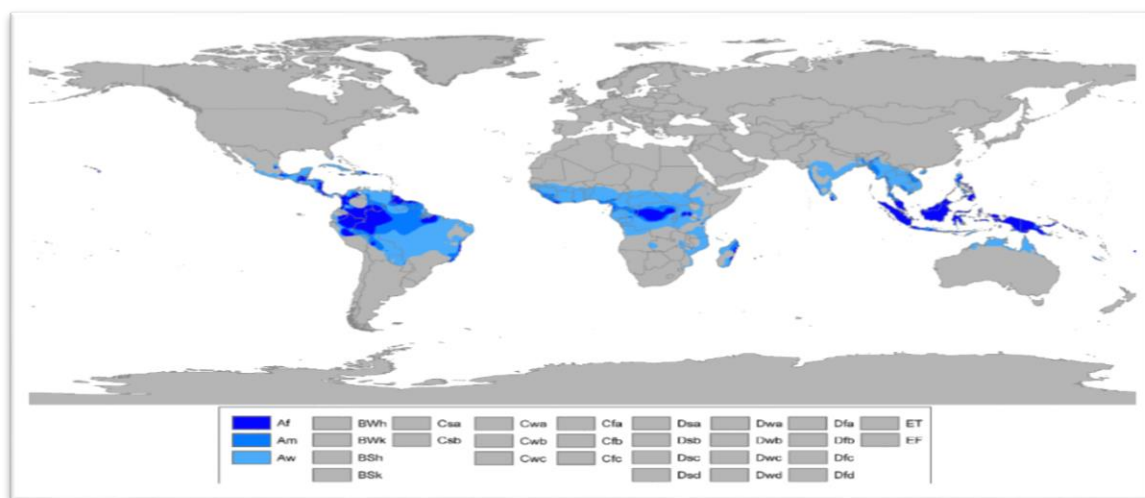


Fig. 7 Área mundial distribución natural.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Koppen_World

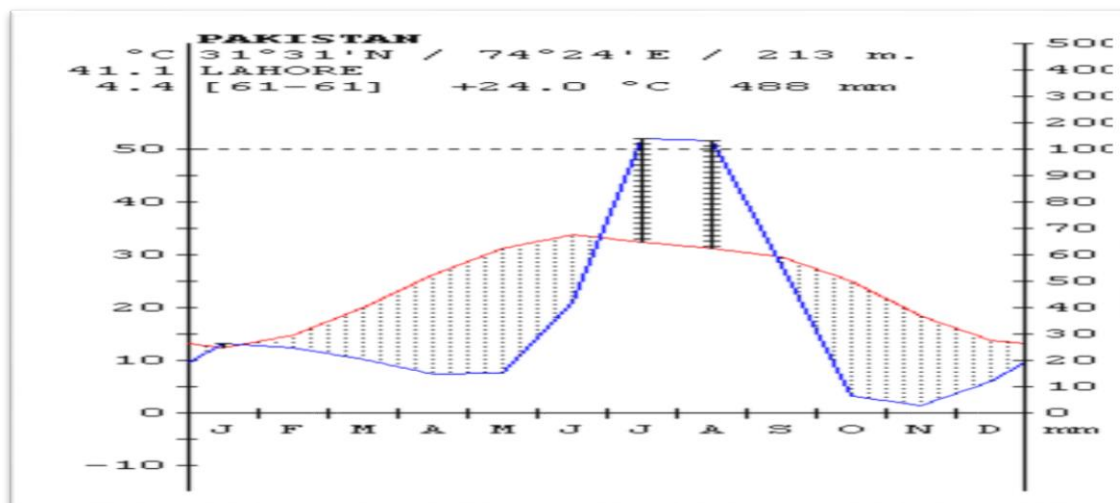


Fig. 8 Diagrama bioclimático zona originaria de *M. oleifera* (Rivas Martínez, 2009).

Recientemente se han realizado estudios genéticos de poblaciones cultivadas de *M. 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 cols. 1999; Yadav Srivastava, 2014; Leone y cols., 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 moringa 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 cols., 2013).

En la figura 9 se muestran las zonas de la península ibérica en las que la moringa puede ser potencialmente cultivada. La temperatura es el factor limitante para el cultivo. Las características edafológicas del suelo son indiferentes y puede regarse en periodos secos (Godino y cols., 2013).

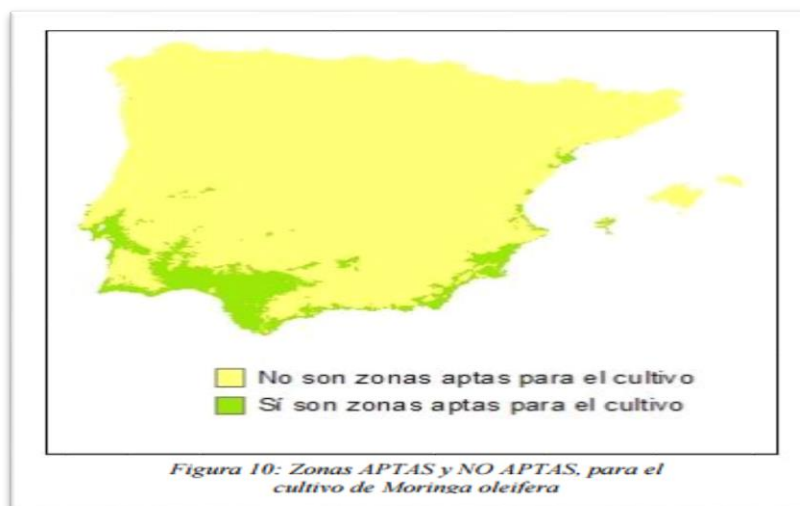


Fig. 9 Zonas aptas para el cultivo de moringa en la península ibérica (Godino y cols., 2013).

Brevemente indicamos algunas condiciones generales para el cultivo:

Suelo. Tolerante a casi todo tipo de suelos. pH entre 4.5 y 8. 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 cols., 2014).

Temperatura. Amplio margen. Adaptada al calor del trópico, húmedo y seco. Su óptimo de temperatura es de 25-35°C, por debajo de 14°C no florece. No resiste temperaturas por debajo de 8°C varios días consecutivos. Rango de temperatura de (-1) 6°C a 38°C (48) (Pérez y cols., 2010) (Godino y cols., 2013).

Precipitaciones. Variables desde 250 mm hasta 2000 mm anuales. Necesita riegos espaciados en épocas de sequía (Parrotta, 1993).

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 cols., 2003).

Siembra. Semillas (viabiles 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 árbol original). De esta segunda forma la calidad de las semillas es mayor (Alfaro 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 cols., 2013; Leone y cols., 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 (González- García, 2011; Bonald-Ruiz y cols., 2012). En la figura 10 se ilustra el crecimiento durante el primer año.

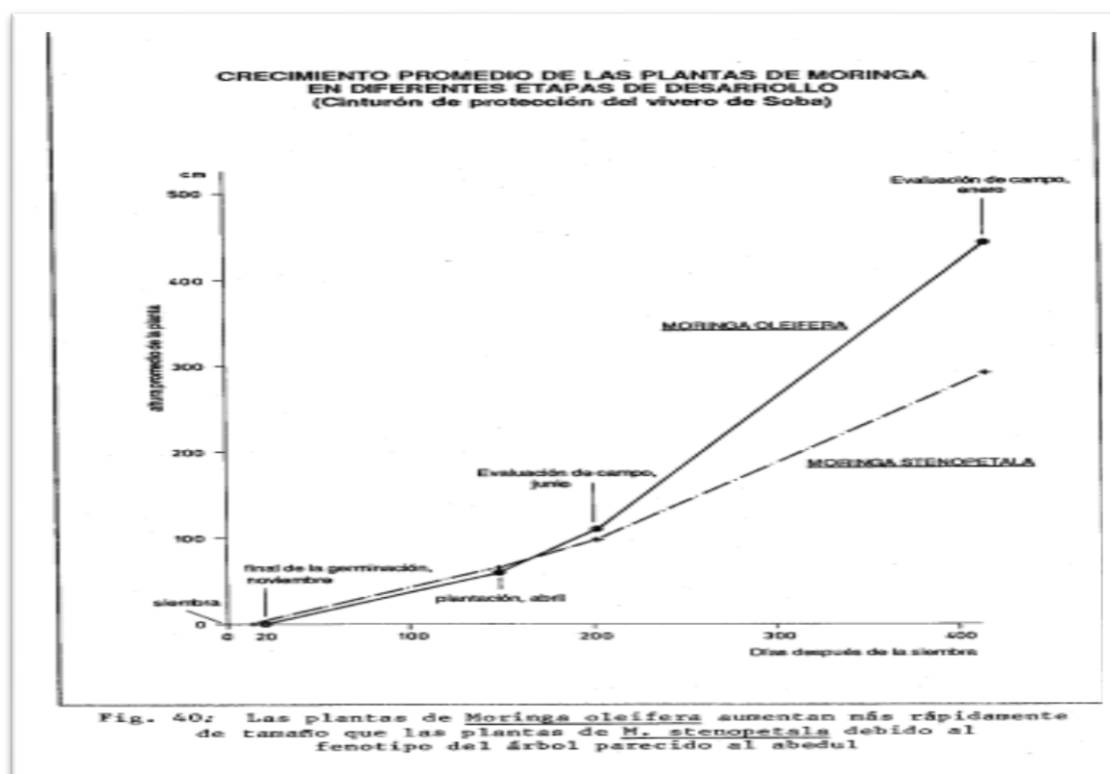


Fig. 10 Patrones de crecimiento de *Moringa oleifera* y *Moringa stenopetala* (González García, 2011).

Recolección: depende del órgano y lugar geográfico. En la figura 11 se muestra la disponibilidad de productos a lo largo del año en el estado de Michoacán (Méjico) (Melo y cols., 2013).

Fitopatología: *M. oleifera* se ve afectada por numerosos fitoparásitos bien conocidos e identificados por los agricultores desde antaño. Existen orugas pertenecientes a diversas clases de insectos, que defolian las hojas, horadan los tallos y pudren las raíces. El principal hongo parásito es *Cercospora moringa* (para ampliar, véase González-García, 2011).

Products	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Leaves	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Flowers				X	X	X	X	X				
Pods	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seeds	X	X	X	X					X	X	X	X

X=month availability

Fig. 11 Disponibilidad de productos de moringa según época del año (Melo y cols., 2013).

5.6 Fitoquímica sensu lato

Las plantas son productores primarios, absorben agua y otras moléculas inorgánicas por las raíces y fijan el CO₂ atmosférico para fabricar inicialmente glucosa que es transformada en otros carbohidratos, proteínas, grasas y diferentes macromoléculas. Estas últimas se conocen como metabolitos secundarios, o biomoléculas ecológicamente eficaces que producen las plantas para completar su ciclo biológico, competir con otras plantas, defenderse de virus, bacterias y protegerse de los herbívoros. Desde el punto de vista humano las plantas además de proporcionar O₂, evitan la erosión del suelo, construyen paisajes, etc., pero son fuentes y reservas naturales de productos químicos y biomateriales, usados (ente otros, madera y utensilios) como alimentos y fármacos.

Moringa oleifera es una planta rica en minerales, aminoácidos y biomoléculas. En la raíz de moringa se ha identificado 102 compuestos por GC-MS (Faizi y cols., 2014). En las flores 74 aceites esenciales (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, pericarpo 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, secano o riego), del estado de maduración del órgano y zona geográfica de recolección.

Componente /100 g peso seco	Hojas	Fruto inmaduro Pericarpio	Semillas
<u>Macronutrientes</u>			
Proteínas %	19-27.1	17.2-19.3	32.9-38.3
Lípidos %	4.7-5	0.4-1.3	30.8-44.8
Fibra %	7.9-19.2	22.6-46.8	4.9-15.9
Carbohidratos %	27-51.7	21-51	14.4-16
<u>Minerales</u>			
Calcio (Ca) mg	1875-2079	12.5-29	76.9
Hierro (Fe) mg	27.8-38	2.3-5.3	13.7
<u>Aminoácidos</u>			
Met+Cys mg	140-835	90-140	-
Lisina mg	1406-1530	150-250	-
<u>Ácidos grasos % respecto total AG</u>			
C18:1 Ácido oleico %	6.27	18	67.9-78
<u>Otros</u>			
Ácido ascórbico (Vit C) mg	18.7-140	871	84.5
Clorofila mg	126.8	-	-
Energía (Kcal)	205-295.6	178.2	564.5

Tabla 1. Composición nutricional de las partes comestibles de moringa. Elaborada a partir de: Leone y cols. (2015), Nouman y cols. (2014), Borges-Teixeira y cols. (2013), El Massry y cols. (2013), Taireja (2011), Melo y cols. (2013), Amaglo y cols. (2010), Da Silva y cols. (2010,) Sánchez-Macahdo y cols. (2010) y Ferreira y cols. (2009).

En la tabla 2 se muestra una composición más específica de la hoja dado que este órgano planta es el más consumido y el más estudiado (Leone y cols., 2015).

Minerales mg	AA esenciales mg	Moléculas bioactivas mg
Ca 2000	His 700-1357	Vit A 11300- 23000 UI
P 112.1	Thr 790-2197	β-Caroteno 6.6-17.6
Mg 10.6	Tyr 480-1880	Vit C 18.7-140
Na 224.1	Val 1130-2758	α-Tocoferol 74.5-122.1
K 2071,9	Met+Cys 140-835	Tiamina 2.85
Fe 380	Ile 890-2253	Riboflavina 22.6
Mn 8.37	Leu 1750-4289	Niacina 8.86
Zn 2.2	Phe 890-2714	Polifenoles 2.10-12.2 mgGAE/g
Cu 0.95	Lys 1325-1530	Flavonoides 5.1-12.2 mg/g
S 137		Miricetina 5.8 mg/g
Cr <0.5	<u>Ácidos grasos %</u>	Quercetina 0.21-7.6 mg/g
Mb 0.75	C16:0 23.3	Kaempferol nd-4.6 mg/g
Ni <0.5	C16:1 0.4	Ác. Gálico 1.03-1.34 mg/g
Se 2.71	C18:0 4.1	Ác. Cafeico nd-0.41 mg/g
	C18:1 6.27	Ác. Clorogénico 1.8-6.97 mg/g
	C18:2 6.11	Glucosinolatos 21.84-59.40 mg/g
	C18:3 56.9	Taninos 132-1200
	C20:0 0.21	Saponinas 500-810
	C22:0 0.70	Oxalatos 430-1600
		Fitatos 250-2100

Tabla 2. Composición nutricional de la hoja. Datos referidos a 100g de hoja seca. Elaborada a partir de: Leone y cols. (2015), Nouman y cols. (2014), Teixeira y cols. (2013), El Massry y cols. (2013), Melo y cols. (2013), Posmontier (2011), Amaglo y cols. (2010), Sánchez-Macahdo y cols. (2010) y Ferreira y cols. (2009) y Makkar Becker (1996).

La semilla es oleaginosa y presenta una fuente de aleurona (Ramachandran y cols., 1980) con una fracción de lectinas (Santos y cols., 2009). En general este aceite se extrae con n-hexano, cloroformo/etanol 50:50, digestión enzimática (Abdulkarim y cols., 2005) y por presión, si bien con esta última forma el rendimiento es menor (Tsaknis y cols., 1999).

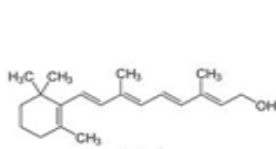
Es un aceite que hay que refinar para hacerlo comestible, que sólo se parece al aceite de oliva (procedente de la pulpa de una drupa) en su composición similar en ácido oleico (Tsaknis y cols., 1999; Lalas Taskins, 2002). La composición de la semilla (y de su aceite) varía según el lugar geográfico (tabla 3). Los fitosteroles más abundantes son β -sitosterol, Stigmasterol y Campesterol (Tsaknis y cols., 1999). En este sentido Anwar y cols. (2006) muestran la distinta composición del aceite según se trate de zona de secano o regadío en Pakistán, siendo de mayor calidad aquel extraído de zonas secas. Ayerza (2011) 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, 2012).

	Jami esson 1939 USA	Tsaknis y cols. 1999 Kenya	Asharf y cols. (2007) Pakistán	Da silva y cols. (2010) Brasil	Ayerza 2012 Argentina
<i>Porcentajes respecto total de ácidos grasos</i>					
C16:0 PALMITICO	3.6	6.04	12.51	7	5.88
C16:1 (PALMITOLEICO)	-	1.46	2.7	2	1.40
C18:0 ESTEÁRICO	10.8	4.14	2.09	4	5.63
C18:1 OLÉICO	68.05	73.6	74.99	78	73
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

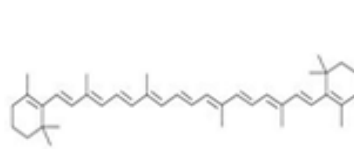
Tabla 3. Composición del aceite de moringa.

Estas tablas pueden completarse con la figura 12 en la que se muestra la naturaleza química de los elementos bioactivos encontrados en la misma hoja como en otros órganos de la planta: raíz, tallo, hojas, gomas, flores.

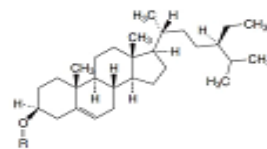
Vitaminas



Retinol

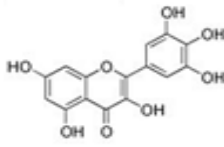


β -Caroteno

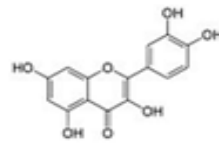


β -Sitosterol

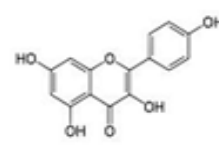
Flavonoides



Miricetina

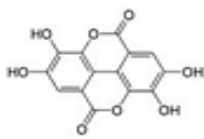


Quercetina

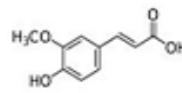


Kaempferol

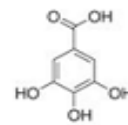
Ácidos Fenólicos



Ácido Eláico

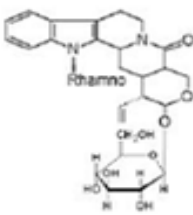


Ácido Ferúlico

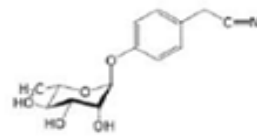


Ácido Gálico

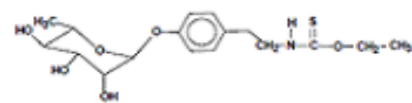
Alcaloides



Vincosamida

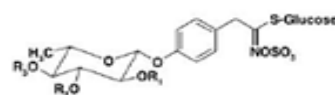


Niazirina

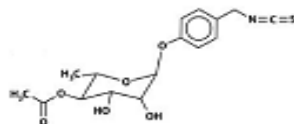


Niazimicina

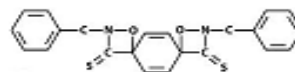
Glucosinolatos e isotiocianatos



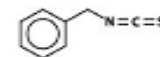
4-O-(α -L-rhamnopyranosiloxil)-benzil glucosinolato ($R_1, R_2, R_3 = H$)



4-(4'-O-acetil- α -L-rhamnopyranosiloxi)b-isot



Ptaigospemina



Isotiocianato de benzilo

Fig. 12 Estructuras moleculares de los compuestos con acción farmacológica encontrados en *M. oleifera*. Elaborado a partir de Ovesná y cols. (2004); Anwar y cols. (2007); Zhang y cols. (2010) y Leone y cols. (2015).

6. USOS DE *MORINGA OLEIFERA* EN LA INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE

La composición del aceite de *M. oleifera*, ácido behénico (6.7%), ácido oleico y bajo nivel de poliinsaturados (< 1%), la convierte en una base para cosméticos (Kleiman y cols., 2008), jabones y perfumes, dado que absorbe el mal olor, es apropiado para atrapar fragancias florales (Asraf Giliani, 2007) y posee un alto índice de estabilidad oxidativa (fig. 13). De hecho se propone junto al aceite de marula- *Sclerocarya birrea*- Anacardiáceas, como uno de los ideales en la elaboración de cosméticos (Kleiman y cols., 2008).

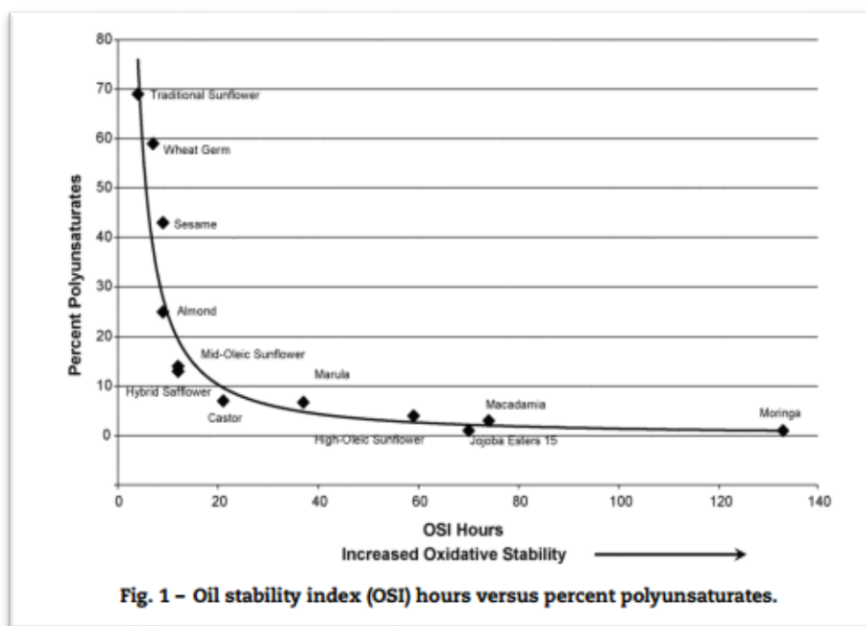


Fig. 13 Comparación de la estabilidad oxidativa del aceite de moringa y otras planta (Kleiman y cols., 2008).

En la industria farmacéutica, las gomas de la planta se están estudiando como aglutinantes en la formulación de comprimidos de liberación retardada (Panda y cols., 2008) y otras formas farmacéuticas (Jarald y cols., 2012). Es una fuente para la biosíntesis de saponinas a partir de cultivos *in vitro* (Mathur y cols., 2014). Sivahanjani y Philominathan (2016) señalan el mejor efecto cicatrizante de las nanopartículas de TiO₂ (utilizadas como excipiente) cuando se añade extracto de hojas de moringa como agente antimicrobiano. En la industria química subrayamos 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 cols., 1997).

El agua limpia no sólo es imprescindible para la vida sino evita la transmisión de enfermedades. Tradicionalmente el polvo de semillas de moringa se ha utilizado para purificar agua (Navarro Garrido, www.accioncontraelhambre.org) (fig. 14). El primer tratamiento a gran escala se

realizó en Malawi con un cierto éxito (Folkard y cols., 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 Sutherland, 1996; Warhurst y cols., 1997; Coelho y cols., 2009; Mendoza y cols., 2000; Rodríguez-Muñoz y cols., 2005; Ramalho de Oliveira y cols., 2011; Poopola 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 moringa con el de la alumina. En países en vías de desarrollo se da la circunstancia de que el uso de alúmina 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 cols., 2005). Según Martín y cols. (2013), 100mg/l de polvo de semillas reduce hasta un 50% DQO. La moringa pues se suma a otros agentes descontaminadores como *Carica papaya*, *Citrus sinensis*, *Mangifera indica*, *Tamarindus indica* (Choy y cols., 2014), *Eichhornia crassipes*, *Opuntia ficus-indica*, microalgas y bacterias, etc. (Nharingo Moyo, 2016). *M. oleifera* también se usa en casos de biorremediación dada su capacidad de absorber los metales pesados como Pb, Cd y Ni (Gonçalves Junior y cols., 2013); Cu, Zr y Ni (Beltrán-Heredia Suárez-Martín, 2009).

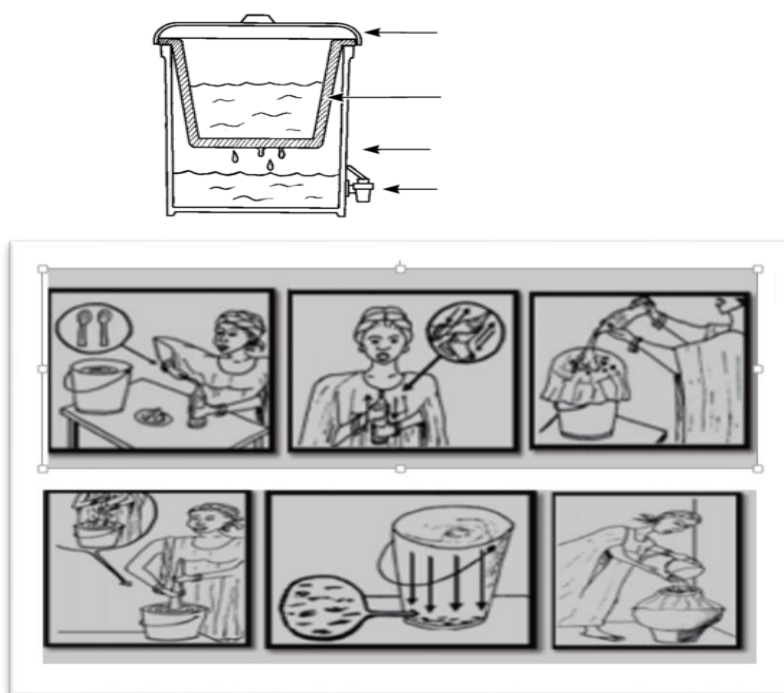


Fig. 14 Proceso doméstico de floculación de agua turbia (Navarro Garrido, www.accioncontraelhambre.org).

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

Los extractos de moringa puede utilizarse a fin de producir Zeatina (un fitorregulador de la familia de las citoquininas) efectivo para el desarrollo de las plantas, aumentando el rendimiento en un 25-30% en cultivos de cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, té, chile, melón. Además del rocío foliar con zeatina, deberá usarse otros fertilizantes, riego y prácticas agrícolas razonables, para lograr la efectividad adecuada (Agrodesierto, 2006). Estudios similares se han realizado en trigo, arroz y maíz (Ashfaq y cols., 2012).

Adandonon y cols. (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 rocía con extractos acuosos de hojas de moringa. Los extractos de hojas de moringa también pueden usarse como biopesticidas, contra larvas y ejemplares adultos de *Trogoderma granarium*, un escarabajo invasor que devora las semillas (Ashfaq y cols., 2012). En este sentido los extractos de moringa también reducen el ataque de *Meloidogyne javanica*, un nematodo parásito interno de las raíces de muchas plantas (Murslain y cols., 2014).

Finalmente se ha determinado el efecto larvicida de extractos de semilla de moringa sobre el mosquito *Aedes aegyti*, portador del virus del dengue (Coelho y cols., 2009; Ferreira y cols., 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 cols., 2011).

Producción de biodiesel. Desde hace décadas existe el convencimiento del agotamiento inexorable de los combustibles fósiles. De ahí que el hombre haya variado su mirada hacia las energías renovables. Las semillas de moringa 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 cols. 2012). Según un experimento realizado en Australia, para producir 1000 litros de biodiesel se necesitan aproximadamente 3 toneladas de aceite, que se pueden obtener de una ha de cultivo de secano o de media ha 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 a moringa como aceite de menor calidad. Por ello Da Silva y cols. (2010) sugieren la necesidad de mezclar diesel de moringa con petrodiesel. Pero no conviene olvidar que árboles como *Moringa oleifera* presentan algunas ventajas: a) posibilidad de recuperar suelos salinos o poco productivos y crear pasisaje. 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 *Moringa oleifera* se ha convertido en la segunda fuente potencial para biodiesel de zonas áridas de África por encima de *Jatropha curcas* y sólo superada por *Croton megalocarpus* (Kibazohi Sangwan, 2011).

7. USOS ALIMENTICIOS

La moringa se destina como planta forrajera (y pienso) de excelente calidad para el ganado ovino, bovino, aves y peces (Richtler y cols., 2002; Pérez y cols., 2010; Bonal Ruiz y cols., 2012; Pagua y cols., 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 Fahey, 2009; Saha y cols, 2012; Villareal-Gómez Ortega-Angulo, 2014). Son una fuente excelente de calcio (aunque el 59% se presenta oxalato), hierro y AA esenciales, especialmente los azufrados (Met+Cys) y lisina en cantidades comparables a las necesidades diarias recomendadas por la OMS/FAO/WHO (Makkar Becker, 1996; Nouman y cols., 2014). En este punto advertimos sobre la publicidad de la moringa por en internet 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 cols., 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 Martínez, 2008; Taljersa, 2011; Saini y cols., 2014; Razis y cols., 2014). La *International Eye Foundation* con base en Estados Unidos, está usando la moringa 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 cols., 1995).

Las hojas secas se conservan bien durante tiempo 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 desnutrición, en especial en mujeres embarazadas o madres lactantes y niños (Alfaro, 2008; Bonal-Ruiz y cols., 2012). En la figura 15 se muestra el mapa del hambre y malnutrición mundial, sobre el que viven 875 millones de personas sometidas a inseguridad alimentaria (FAO, 2015) (<http://www.fao.org/hunger/es/>).

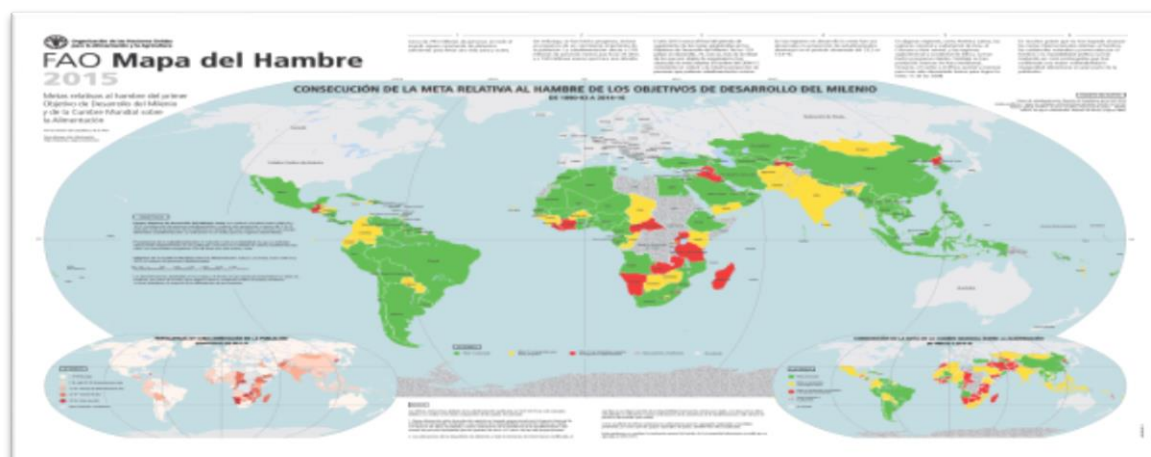


Fig.15 Mapa del Hambre en el mundo (FAO, 2015).

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 *M. oleifera* contienen una cantidad no despreciable de oxalatos y fitatos (Leone y cols, 2015), similares al amaranto (*Amaranthus viridis*), aunque en valores menores que la espinaca, cebolla y (Nouman et al., 2014).

8. USOS MEDICINALES

En la Ayurvedic Pharmacopoeia of India (Part I- Vol-IV) <http://www.ayurveda.hu> 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 (fig. 16).

<p>THERAPEUTIC USES - Śōtha, Gulma, Kṛmirōga, Mēdōrōga, Mukhajādyā, Pliharōga, Vātarōga, Vidradhi, Vraṇa, Nētrarōga, Apaci, Galaganda, Śirōrōga, Atinidra</p> <p>DOSE - 5-10 gm of the drug in powder form.</p>

Fig. 16 Usos terapéuticos de polvo de *Moringa oleifera*. Farmacopea Ayurvedica.

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 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).

ÓRGANO EMPLEADO	USO MEDICINAL	REFERENCIAS
Raíces	Abortivo, aerofagia, analgésico, antiinflamatorio, antituberculosa, asma, fertilidad, laxante, lumbagias, otalgia, odontalgias, picadura de serpiente, rubefaciente, tónico cardiocirculatorio, vesicante.	Anwar y cols. (2007) Posmontier (2011) Sharkhel (2014)
Peridermis tallo	Antipirético, abortivo, antihelmíntico, antifúngico, antipalúdico, antituberculoso, antitumoral, antiulceroso, confusión mental, emenagogo, enfermedades oculares, esplenomegalia, hepatitis, rubefaciente y vesicante,	Anwar y cols. (2007) Adebayo Krettli (2011) Pashal y cols. (2012)
Gomas	Abortivo, antipirético, asma, astringente, caries, cefaleas, disentería, gastroenteritis, reumatismo y rubefaciente.	Anwar y cols. (2007)
Hojas	Anticatarral, antidiabético, antiescorbuto, antihipertensivo, antipalúdico, antipirético, ansiolítico, bronquitis, cataratas, conjuntivitis, disfunción sexual, diurético, faringitis, hemorroides, hinchazones glandulares, otitis, úlcera de Buruli, vermicifugo, VIH y vulnerario.	Fahey (2005) Anwar y cols. (2007) Kasolo y cols. (2010) Posmontier (2011) Mishra y cols. (2014) Tsouh-Fokou (2015)
Flores	Abortivo, afrodisíaco, antiinflamatorio, antipsicótico, antitumoral, colagogo, esplenomegalia, mialgias, revulsivo.	Morton (1991) Anwar y cols. (2007) Mishra y cols. (2014)
Semillas	Antipirético, antituberculoso, antitumoral, enfer. venéreas, histeria, genito-urinario, hepatoprotector, purgante, tónico y verrugas.	Posmontier (2011) Lakshmi y col. (2012) Chinsebu (2016)

Tabla 4. Usos medicinales tradicionales Moringa oleifera.

Efecto terapéutico	Órgano	Comentario
Sistema nervioso central		
Bakre y cols. (2013)	Fl	Anticonvulsionante en ratones
Giacoppo y cols. (2015)		Glucosinolatos previenen enfermedades neurodegenerativas
Sistema respiratorio		
Agrawal Metha (2008)	S	Mejora cuadros asmáticos. Humanos
Nkya y cols. (2014)	H, S	Citotóxico <i>Mycobacterium</i> spp. Antituberculoso
Hipoglucemiante		
Mbikay (2012)	H	Revisión. Comprobado en grupos humanos reducidos
Jaiswal y cols. (2013)	H	Antioxidantes. Regula estrés oxidativo. Reduce nivel glucosa
Hipolipemiante		
Mbikay (2012)	H	Revisión. Comprobado en grupos humanos reducidos
Stohs Hartman (2015)	H	Revisión. Baja colesterol 6.3%. Sube HDL. Humanos
Antiespasmódico	R	
Cáceres y cols. (1992)		Reduce inflamación intestinal inducida en ratas albinas
Antiulceroso		
Akhtar Ahmad (1994)	Fl	Mejora úlceras gástricas inducidas en ratas
Hepatoprotector		
Ndong y cols. (2007)	Var	Mejora los hepatocitos de ratas Wistar Fe-deficientes
Rose y cols. (2013)	H, Fr	Mejora hígado enfermo ratas albinas inducido CCl ₄ . Flavonoides
Genito-urinario		
Maurya Singh (2014)	CT	Reduce infecciones urinarias. Humanos.
Oculares		
Sunkireddy y cols. (2013)	H	Antioxidantes. Prevención de aparición cataratas
Antimicrobiano, antifúngico y antiparásito		
Fahey (2005)	H,R	Glucosinolatos contra <i>Helicobacter pylori</i>
Bahatnagar y cols. (2013)	Gom	Inhibe crecimiento cultivo <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>
Eilert y cols. (1981)	S	Isotiocianatos. Antifúngico y antibacteriano amplio espectro
Chuang y cols. (2007)	Fl	Antifúngico <i>Trichophyton</i> , <i>Epidermophyton</i> y <i>Microsporum</i>
Kaur y cols. (2014)	R	Niazinina. Leishmaniasis
Rocha-Filho y cols. (2015)	Fl	Saponinas, taninos. Inhibe desarrollo <i>Schistosoma mansoni</i>
Anticáncer		
Guevara y cols. (1999)	S	Inhibe promotores de tumores. <i>In vitro</i> . Niazimicina, niazirina, β -sitosterol-3- <i>O</i> - β -D-glucopiranosido
Brunelli y cols. (2010)		Inhibe NF- κ B y reduce mielomas en ratones mutados
Sreelatha y cols. (2011)	H	Flavonoides. Inducción apoptosis.
Jung (2014)	H	Potencial actividad anticancerígena <i>in vitro</i>
Al-Asmari y cols. (2015)	H,S,CT	Agente potencial contra cáncer de pecho y colon. Isotiocianatos
Biodisponibilidad		
Abdul- Karim Azlan (2012)	Fr	Niaziridina + absorción y actividad rifampicina, tetraciclina y ampicilina
Toxicidad		
Stohs Hartman (2015)	H	50 g unidosos, 8g día (40 días) en humanos es seguro

Tabla 5. Propiedades medicinales de *M. oleifera* basadas en estudios experimentales. CT (corteza del tallo), Fl (flor), Fr (fruto), G (gomos), H (hojas), S (semilla), R (raíz) y Var (toda la planta).

9. 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, fitopatología. 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 de 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 de las células en el proceso de envejecimiento (Singh y cols., 2009; Santos y cols., 2012; Satish y cols., 2015). Otros constituyentes como alcaloides, glucosinolatos e isotiocianatos le aportan un prometedor uso terapéutico.

5. En la actualidad, *Moringa oleifera* (como otras tantas plantas) se encuentra en la interfase que podríamos llamar Farmanutrición. El consumo de esta planta puede prevenir o retrasar determinadas enfermedades. Cuando la enfermedad hace su aparición es necesario recurrir al tratamiento farmacéutico convencional (Ramalingum Mahomoodally, 2014).

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

10. BIBLIOGRAFÍA

- Abdulkarim MS, Long K, Lai OM, Muhammad, Ghazali MH. Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*. 2005; 93: 253-263.
- Adandonon A, Aveling T, Labuschagne N, Tamo M. Biocontrol agents in combination with *Moringa oleifera* extract for integrated control of *Sclerotium*-caused cowpea damping-off and stem rot. *Eurp J Plant Pathology*. 2006; 11: 40-418.
- Adebayo JO, Krettli AU. Potential antimalarials from Nigerian plants: A review. *J Ethno*. 2011; 133: 289-302.
- Agrawal B, Mehta A. Anitasthmatic activity of *Moringa oleifera* Lam: A clinical study. *Ind J Pharmacol*. 2008; 40(1) 28-31.
- Agrodesierto (2006). *Moringa (Moringa oleifera)*. Programa agroforestales.www.Agrodesierto.com (diciembre de 2015).
- Ajazuddin A, Amit A, Azra Q, Leena K, Pramudita V, Mukesh S, Swarnlata S, Shailendra S. Role for herbal bioactives as a potential bioavailability enhancer for Active Pharmaceutical Ingredients. *Fitoterapia*. 2014; 97: 1-14.
- Al-Asmari AK, Albalawi SM, Athar MT, Khan AQ, Al-Shahrani H, Islam M. *Moringa oleifera* as an anti-cancer agent against breast and colorectal cancer cell lines. *Plos one*. 2015; 10(8): 1-4.
- Alfaro NC, Martínez W. Uso potencial de la *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. *Incap.Guatemala*: 2008.
- Al-Juhaimi F, Ghafoor K, Hawashin MD, Alsawmahi ON, Babiker EE. Effects of different levels of *Moringa olifera* seed flour on quality attributes of beef burgers. *J Food*. 2016; 14(1): 1-9.
- Amalگو KN, Bennet NR, Lo Curto BR, Rosa SE, Lo Turco Vincenzo, Giuffrida A, Lo Curto A, Crea F, Timpo MG. Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree *Moringa oleifera* L., grown in Ghana. *Food Chemistry*. 2010; 122: 1047-1054.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. Review Article. *Wiley InterScience, Phytother Res*. 2007; 21: 17-25.
- Anwar F, Zafar NS, Rashid U. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil from drought and irrigated regions of Punjab, Pakistan. *Grasas y Aceites*. 2006; 57(2):160-168.
- Araújo LCC. Avaliação da citotoxicidade e atividade anti-inflamatória de extratos e lectinas isoladas de sementes de *Moringa oleifera*. *Repositorio.ufpe.br*. 2013.

Arias Sabín C. Estudio de las posibles zonas de introducción de la *Moringa oleifera* Lam en la península ibérica, islas baleares e islas canarias. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. 2014.

Ashfaq M, Basra SM, Ashfaq U. Moringa: A miracle plant for agro-forestry. J Agric Soc Sci. 2012; 8:115-122.

Ashraf F, Gilani R. Fatty acids in *Moringa oleifera* oil. J Hem Soc Pak. 2007; 29(4): 343-345.

Awodele O, Adekunle OI, Odoma S, Teixeira Da Silva J, Oluseye OV. Toxicological evaluation of the aqueous leaf extract of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). J Ethnopharm. 2012; 139: 330-336.

Ayerza R. Seed and oil yields of *Moringa oleifera* variety Periyakalum-1 introduced for oil production in four ecosystems of South America. Ind Crop Prod. 2012; 36: 70-73.

Ayerza R. Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (*Moringa olifera* Lam.) growing in the arid Chaco of Argentina. Ind Crop Prod. 2011; 33: 389-394.

Ayurvedic Ayurvedic Pharmacopoeia of India (Part I- Vol-IV) www.ayurveda.hu (consultado enero 2016).

Azila-Abdul K, Azrina A. Fruit pod extracts as a source of nutraceuticals and pharmaceuticals. Molecules. 2012; 17: 11931-11946.

Bakre AG, Aderibigbe AO, Ademowo OG. Studies on neuropharmacological profile of ethanol extract of *Moringa oleifera* leaves in mice. J Ethnopharm. 2013; 149(3): 783-789.

Barrales CJ, Soto HR. Taxoides: metabolitos secundarios del árbol del tejo (*Taxus* spp.) Chapingo serie Ciencias Forestales y Ambiente. 2012; 18(2): 207-218.

Beltran HJ, Martín SJ. Heavy metal removal from Surface wáter with *Moringa oleifera* seed extract as flocculant agent. Fres Env Bull. 2009; 17(12b).

Berger RA, Courtright P, Barrows J. Vitamin A capsule supplementation in Malawi villages: missed opportunities and posible interventions. Am J Publi Health. 1995; 85(5): 718-719.

Bhatnagar M, Parwani L, Sharma V, Ganguli J, Bhatnagar A. Hemostatic, antibacterial biopolymers from *Acacia arabica* (Lam). Willd. and *Moringa oleifera* (Lam.) as potential wound dressing materials. Int J Exp Biol. 2013; 51: 804-810.

Bin-Meferij M, El-Kott A. The radioprotective effects of *Moringa oleifera* against mobile pone electromagnetic radiation-induced infertility in rats. Int J Clin and Exp Med. 2015; 8(8): 12487-12497.

Biswas, W. K. 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. 2008.

Bonald-Ruiz R, Rivera-Odio RM, Bolívar-Carrión ME. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. Medisan. 2012; 16(10):

Borges-Teixeira E, Barbieri CM, Neves AV, Apareci SM, Arantes PL. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. Food Chem. 2014; 147: 51-54.

Braña FM, Del Río AL, Trives C, Salazar N. La verdadera historia de la aspirina. An R Acad Nac Farm. 2005; 71: 813-819.

Bremer B, Bremer K, Chase MW, Stevens PF, Andenberg A, Blackund A. An update of the Angiosperm Phylogeny Group. Classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical J Linn Soc. 2009; 161: 105-121.

Brunelli D, Tavecchio M, Falcioni C, Frapolli R, Erba E, Iori R, Rollin P, Barillari J, Manzotti C, Morazzoni P, D'Incalci M. The isothiocyanate produced from glucomoringin inhibits NF- κ B and reduces mieloma growth in nude mice *in vivo*. Bioch Pharm. 2010; 79(8): 141-148..

Cáceres A, Saravia A, Rizzo S, Zabala L, De Leon E, Nave F. Pharmacologic properties of *Moringa oleifera*: Screening for antispasmodic, antiinflammatory and diuretic activity. J Ethnopharm. 1992; 36: 233-237.

Castro Márquez AM, Ruíz Suárez EJ. El árbol moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia. Repository uni.militar.edu.co. 2014.

Chinsembu KC. Tuberculosis and nature`s pharmacy of putative anti-tuberculosis agents. Acta Tropica. 2016; 153: 46-56.

Choy SY, Nagendra-Prasad KM, Yeong-Wu T, Raghunandan ME, Ramanan RM. Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification. J Env Sci. 2014; 26: 2718-2189.

Chuang PH, Lee CW, Chou JY, Murugan M, Shieh BJ, Chen HM. Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam. Biores Technol. 2007; 98:232-236.

Coelho SJ, Santos LD, Napoleão HT, Gomes SF, Ferreira SR, Zingali BR, Coelho BL, Leite PS, Navarro FD, Paiva GM. Effect of *Moringa oleifera* lectin on development and mortality of *Aedes aegypti* larvae. Chemosphere. 2009; 77: 934-938.

Colombini MP, Giachi G, Iozzo M, Ribechini E. An Etruscan ointment from Chiusi (Tuscany, Italy): its chemical characterization. J Arch Sci. 2009; 36: 1488-1495.

Cronquist, A. The evolution and classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. Allen & Lawrence: Kansas; 1988.

- Da Silva J, Serra MT, Gossmann M, Wolf RC, Meneghetti RM, Meneghetti PS. *Moringa oleifera* oil: studies of characterization and biodiesel production. *Biom and Bioen*. 2010; 34: 1527-1530.
- Dalia I, Sánchez MJ, Núñez GC, Reyes MB, Ramírez WJ, López CJ. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. *Food Anal Meth*. 2010; 3: 175-180.
- Eliert U, Wolters B, Nahrstedt A. The antibiotic principle of seeds of *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*. *J Med Plant Res*. 1981; 42: 55-61.
- El-Massry, Fatma HM, Mossa MM, Youssef MS. *Moringa oleifera* plant "value and utilization in food processing". *Egypt J Agric Res*. 2013; 91(4): 1957-1609..
- Fahey WJ. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, therapeutic, and Prophylactic Properties. *Trees Life*. 2005.
- Faizi S, Sumbul S, Ali VM, Saleem R, Sana A, Siddiqui H. GC/GCMS analysis of the petroleum ether and dichloromethane extracts of *Moringa oleifera* roots. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2014; 4(8): 650-654.
- Falasca SL, Bernabé MA. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. *Revista virtual. REDESMA*. 2008; 3:1-16.
- FAO. Informe anual sobre el hambre en el mundo 2015. www.fao.org (Consultado enero 2016).
- Farooq F, Rai M, Tiwari A, Khan AA, Farooq S. Medicinal properties of *Moringa oleifera*: An overview of promising healer. *J Med Plants Res*. 2012; 6(27): 4368-4374.
- Ferreira P, Carvalho A, Farias D, Cariolano N, Melo V, Queiroz M, Martins A, Machado J. Larvicidal activity of the water extract of *Moringa oleifera* seeds against *Aedes aegypti* and its toxicity upon laboratory animals. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 2009; 81(2): 207-216.
- Foidl N, Mayorga L, Vásquez W. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". 2003.
- Folkard G, Sutherland J, Al-Khalili R. Natural coagulants a sustainable approach. 21st WEDC Conference. Kampala. Uganda. 1995.
- Folkard G, Sutherland J. *Moringa oleifera*, un árbol con enormes potencialidades. *Agroforestería en las Américas*. 1996, 8(3): 5-8.
- García TD, Medina M, Moratinos P, Cova L, Torres A, Santos O, Perdomo D. Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Redalyc, Avances en Investigación Agropecuaria*. 2009.

Giacoppo S, Galuppo M, Montaut S, Iori R, Rollin P, Bramanti P, Mazzon E. An overview on neuroprotective effects of isothiocyanates for the treatment of neurodegenerative diseases. *Fitoterapia*. 2015; 106: 12–21.

Godino M, Vázquez T, Izquierdo MI, Pérez C. Interés forestal de la *Moringa oleifera* y posibles zonas de implantación en España. *Sociedad española de ciencias forestales*. 2013.

Gonçalves JA, Meneghel PA, Rubio F, Strey L, Dragunski CD, Coelho FG. Applicability of *Moringa oleifera* Lam. pie as an adsorbent for removal of heavy metals from waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2013; 17(1): 94-99.

González García S. El cultivo de los árboles de moringa. es.scribd.com. 2011.

Goodman J, Vivien W. The story of taxol: Nature and politics in the pursuit of an anti-cancer drug. *The Brit J His Sci*. 2003; 36(1): 87-127.

Heywood, VH. 1985. *Las plantas con flores*. Barcelona. Reverté. 1985.

Hoffmann D, Weber E. Medical Marijuana and the law. *N Engl J Med*. 2010; 362: 1453-1457.

Hussain S, Malik F, Mahmood S. Review: An exposition of medicinal preponderance of *Moringa oleifera*. *Pak J of Pharm Sci*. 2014; 27(2): 397-403.

Jaiswal D, Rai KP, Mehta S, Chatterji S, Shukla S, Kumar RD, Sharma G, Sharma B, Khair S, Watal G. Role of *Moringa oleifera* in regulation of diabetes-induced oxidative stress. *Asi Pac J Trop Med*. 2013; 426-432.

Jamiesson GS. Ben (moringa) seed oil. *Oil & Soap*. 1939; 16: 173-174.

Jarald EE, Sumati S, Edwin S, Ahmad S, Patni S, Daud A. Characterization of *Moringa oleifera* Lam. Gum to establish it as a pharmaceutical excipient. *Ind J Pharmac Edu Res*. 2012 (3): 211-216.

Jung IL. Soluble extract from *Moringa oleifera* leaves with a new anticancer activity. *Plos one*. 2014; 9(4): 1-11.

Kasolo NJ, Bimenya SG, Ojok L, Ochieng J, Ogwal-Okeng J. Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities. *J Med Plants Res*. 2010; 4(9): 753-757.

Kaur A, Kaur PK, Singh S, Singh IP. Antileishmanial compounds from *Moringa oleifera* Lam. *J Biosci*. 2014; 69: 110-116.

Kibazohi O, Sangwan SR. 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 Bioen*. 2011; 35(3): 1352-1356.

Kleiman R, Ashley AD, Brown HJ. Comparison of two seed oils used in cosmetics, moringa and marula. *Ind Crop and Prod*. 2008; 28: 361-364.

Lakshmi S, Kiran T, Rani S. A review on medicinal plants for nephroprotective activity. As J of Pharm Clin Res. 2012; 5(4).

Lalas S, Tsaknis J. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety ‘Periyakulam 1’. J Food Comp Anal. 2002; 15: 65-77.

Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. Int J Mol Sci. 2015; 16: 12791-12835.

Liang L, Jiang C, Penq H, Shi Q, Guo X, Yuan Y, Huang L. Anaysis of the age of Panax ginseng base don telomere length and telomerase activity. Sci Rep. 2015; 23(5): 79-85.

Lincolon CM. New gums from ancient lands. Pharm Form and Qual. 2011.

Lu L, Olson M. Moringaceae. Flora of china. 2001. www.floraofchina.org.

Lürling M, Beekman W. Anti-cyanobacterial activity of *Moringa oleifera* seeds. J Appl Phycol. 2010; 22(4): 503-510.

Makkar HPS, Becker K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. Animal feed science technology. 1996; 63: 211-228.

Manniche L. Perfume. UCLA: Los Angeles. 2009.

Martín C, Martín G, García A, Fernández T, Hernández E, Puls J. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes. 2013; 36(2): 137-149.

Mathur M, Yadav S, Katariya KP, Kamal R. In vitro propagation and biosynthesis of steroidal sapgenins from various morphogenetic stages of *Moringa oleifera* Lam., and their antioxidant potential. Acta Physiol Plant. 2014; 36: 1749-1762.

Maurya KS, Singh KA. Clinical Efficacy of *Moringa oleifera* Lam. stems bark in urinary tract infections. Int Scholar Res. 2014 (7 pág.).

Mbikay M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. Front Pharmacol. 2012. Vol 3(24).

Melo V, Vargas N, Quirino T, Calvo CM. *Moringa oleifera* L.- An undeutilized tree with macronutrients for human health. Emir J Food Agric. 2013; 25(10): 785-789.

Mendoza I, Fernández N, Ettiene G, Díaz A. Uso de la *Moringa oleifera* como coagulante en la potabilización de las aguas. CIENCIA. 2000; 8(2): 235-242.

Mishra G, Singh P, Verma R, Sunil K, Srivastav S. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of *Moringa oleifera* plant: An overview. Der Pharmacia Lettre. 2011; 3(2): 141-164.

- Morton JF. The horseradish tree, *Moringa pteridosperma* (Moringaceae) A boon to arids lands. *Economic Botany*. 1991; 43 (5): 318-333.
- Muhl QE, Toit ES, Steyn MJ, Apostolides Z. Bud development, flowering and fruit set of *Moringa oleifera* Lam. (Horseradish Tree) as affected by various irrigation levels. *J Agr Rur Dev Trop Subtrop*. 2013; 114(2): 79–87.
- Muluvi MG, Sprent IJ, Soranzo N, Provan J, Odee D, Folkard G, McNicol WJ, Powell W. Amplified fragment Length polymorphism (AFLP) analysis of genetic variation in *Moringa oleifera* Lam. *Mol Ecol*. 1999; 8: 463-470.
- Murslain M, Javed N, Khan SA, Khan HU, Abbas H, Kamran M. Combined efficacy of *Moringa oleifera* leaves and a fungus, *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne javanica* on eggplant. *Pakistan Journal of Zoology*. 2014; 46(3): 827-832.
- Navarro Garrido P. *Moringa oleifera*, un aliado en la lucha contra la desnutrición. Niger. ACF INTERNATIONAL. 2010.
- Ndong M, Uehara M, Katsumata S, Sato S, Suzuki K. Preventive effects of *Moringa oleifera* Lam. on hiperlipidemia and hepatocyte ultrastructural changes in iron deficient rats. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2007; 71(8): 1826-1833.
- Nelson L, Gard P, Tabet N. Hypertension and inflammation in Alzheimer's disease: close partners in disease development and progression! *J Alzheimers Dis: JAD*. 2014; 41:331–343
- Nharingo T, Moyo M. Application of *Opuntia ficus-indica* in bioremediation of wastewaters. A critical review. *J Env Man*. 2016; 166: 55-72.
- Nouman W, Basra MA, Siddiqui MT, Yasmenn A, Gull T, Cervantes-Alcayde MA. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop. *Turk J Agric For*. 2014; 38: 1-14.
- Oliveira SD, Fonseca SD, Farias NP, Bezerra SV, Pinto HC, Souza DL, Santos DG, Matias OG. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam. *Holos*. 2012. 28(1): 49-61.
- Olson ME, Carlquist S. Stem and root anatomical correlations with diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Bot J Linn Soc*. 2001; 135: 315-348.
- Olson ME, Fahey J. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista mejicana de biodiversidad*. 2011; 82: 1071-1082.
- Olson ME. *Moringa* Phylogeny. *Sist Botany*. 2002; 27: 55-73.
- Olson, ME, Carlquist, S. Stem and root anatomical correlation with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Bot J Linn Soc*. 2001; 135: 315-348.
- Ovesná Z, Vachálková A, Horváthová K. Taraxasterol and β -sitosterol: new naturally compounds with chemoprotective/chemopreventive effects. *Neoplasma*. 2004; 51(6): 407-414

- Pacheco RM. Análisis del intercambio de plantas entre Méjico y Asia de los siglos XVI al XIX. Tesis doctoral: Méjico; 2006.
- Paguia MH, Paguia QR, Balba C, Flores CR. Utilization of *Moringa oleifera* L. As Poultry feeds. APCBEE Procedia. 2014; 8: 343-347.
- Panchal M, Murti K, Shah. Preliminary phytochemical and pharmacognostical studies of *Moringa oleifera* roots. Rom J of B. 2011; 56(1): 57-64.
- Panda DS, Choudhury NS, Yedukondalu M, Si S, Gupta R. Evaluation of gum of *Moringa oleifera* as a binder and release retardant in tablet formulation. Indian J Pharm Sci. 2008; 70(5): 614-618.
- Pandey A, Pradheep K, Gupta R, Nayar RE, Bhandari CD. `Drumstick tree´ (*Moringa oleifera* Lam.): a multipurpose potential species in India. Genet Resour Crop Evol. 2011; 58: 453-460.
- Parrotta JA. *Moringa oleifera* Lam. (1993) www.moringanews.org (consultado enero 2016).
- Pashal H, Sholapur N, Patil MB. Pharmacognostic and phytochemical investigations on the bark of *Moringa oleifera* Lam. Ind J Nat Prod Res. 2013; 4(1): 96-101.
- Patricio HG, Palada MC, Ebert AW. Adaptability and horticultural characterization of moringa accesions under central Philippines conditions. High value vegetables in southeast Asia. SEAVEG2012. 2013(61-70).
- Pérez A, Sánchez T, Armengol N, Reyes F. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes. 2010; 33(4): 1-10.
- Perveen A, Qaiser M. Pollen flora of Pakistan. Pak J Bot. 2009; 41(3): 987-989.
- Pino JA. Floral scent composition of *Moringa oleifera* Lam. J Esse Oil-Bearing Plants. 2013; 16(3): 315-317.
- Popoola JO, Obembe OO. Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) in Nigeria. J Ethnopharmacol. 2013, 150:682-691.
- Postmontier B. The medicinal qualities of *Moringa oleifera*. Holistic Nursing Practice. 2011; 25(2): 80-87.
- Puri V. A note on the embryo sac and embryo of *Moringa oleifera* Lam. Department of botany, Agra College. 1934.
- Raghunandana RR, George M, Palandi KM. Pterygospermin: the antibacterial principle of *Moringa pterygosperma*, Gaertn. Nature. 1946; 158: 745-746.

Rai P, Srivastava A, Sharma B, Dhar P, Mishra A, Watal G. Use of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy for the detection of glycemic elements in Indian medicinal plants. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2013 (9 págs).

Rakotosamimanana RV, Arvisenet G, Valentin D. Role of languages in consumers food description: Malgasy and French descriptors of *Moringa oleifera* leaf powder. J Sensory Stud. 2015; 30: 181-194.

Ramachandran C, Peter VK, Gopalakrishnan KP. Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. Economic Botany. 1980; 34(3): 276-283.

Ramalho De Oliveira F, Luz AL, Paiva GP, Breienbach BL, Marangoni S, Rodrigues MM. Evaluation of seed coagulant *Moringa oleifera* lectin (cMOL) as a bioinsecticidal tool with potential for the control of insects. Proc Biochem. 2011; 46: 498-504.

Ramalingum N, Mahomoodally FM. The therapeutic potential of medicinal foods. Advances in Pharmacological Sciences 2014. 2014 (1).

Razis A, Faizal A, Din MI, Brindha S. Health benefits of *Moringa oleifera*. Asian Pacific journal of cancer prevention. 2014; 15(20): 8571-8576.

Richter N, Siddhuraju P, Becker K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture. 2003; 217: 599-611.

Rivas Martínez S. (2009) Diagrama ombrotérmico (Consultado enero 2016). <http://pendientedemigracion.ucm.es/>

Rocha-Filho AC, Albuquerque PL, Silva SL, Silva BP, Coelho BL, Navarro FD, Albuquerque AM, Melo MA, Napoleão HT, Pontual VE, Paiva GP. Assesment of toxicity of *Moringa oleifera* flower extract to *Biomphalaria glabrata*, *Schistosoma mansoni* and *Artemia salina*. Chemosphere. 2015; 132: 188-192.

Rodriguez Muñoz S, Muñoz Martínez R, García Roque O, Fernández Santana E. Empleo de un producto coagulante natural para clarificar agua. CENIC. 2005.

Roloff A, Weisgerber H, Lang U, Stimm B. *Moringa oleifera* Lam., 1785. Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie. 2009.

Ronse-Decraene LP, Laet J de, Smets EF. Floral development and anatomy of *Moringa oleifera* (Moringaceae): What is the evidence for a Capparalean or Aapindalean affinity? Ann Botany. 1998; 82:273-284.

Rose HR, Sudha PN, Vinayagam A, Sudhakar K. A review on hepatoprotective activity of commonly consumed vegetables. Der Pharmacia Lettre. 2013; 5(5): 290-304.

Saha P, Jena RC, Sahoo B, Sahoo K, Lenka A. Sufficing nutraceutical rich multipurpose leafy vegetable on earth: moringa. Odisha review. 2012.

- Sánchez MD, Núñez GJ, Reyes MC, Ramírez WB, López CJ. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. Food Anal Methods. 2010; 3: 175-180.
- Santos SA, Argolo CA, Paiva GP, Coelho BC. Antioxidant activity of *Moringa oleifera* tissue extracts. Phytother Res. 2012; 26: 1366-1370.
- Santos SA, Luz AL, Argolo CA, Teixeira AJ, Paiva HP, Coelho BL. Isolation of a seed coagulant *Moringa oleifera* Lectin. Process Biochem. 2009; 44: 504-508.
- Sarkhel S. Ethnobotanical survey of folklore plants used in treatment of snakebite in paschim medinipur district, West Bengal. Asian Pac J Trop Biomed. 2014; 4(5): 416-420.
- Satish A, Reddy PV, Sairam S, Ahmed F, Urooj A. Antioxidative effect and DNA protecting property of *Moringa oleifera* root extracts. J Herbs Spic Med Plants. 2014; 20(3) 209-220.
- Shanker K, Gupta MM, Srivastava SK, Bawankule DU, Pla A, Khanuja SPS. Determination of bioactive nitrile glycoside(s) in drumstick (*Moringa oleifera*) by reverse phase HPLC. Food Chem. 2007; 105: 376-382.
- Shaw I. The Oxford History of Ancient Egypt. Oxford University Press: New York; 2000.
- Silva N, Mendes BA, Sales JC, Pagliarini M. Meiotic behavior and pollen viability in *Moringa oleifera* (moringaceae) cultivated in southern Brazil. Genetics and molecular research. 2011; 10(3): 1728-1732.
- Singh NB, Singh RB, Singh RL, Prakash D, Dhakarey R, Upadhyay G, Singh BH. Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti.quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*. 2009; 47: 1109-1116.
- Singh PS, Sing D. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review. Renew and Sust Ener Rev. 2010; 14: 200-216.
- Sivaranjani V, Philominathan P. Synthesize of titanium dioxide nanoparticles using *Moringa oleifera* leaves and evaluation of wound healing activity. Wound Medicine. 2016; 12: 1-5.
- Sreelatha S, Jeyachitra A, Padma RP. Antiproliferation and induction of apoptosis by *Moringa oleifera* leaf extract on human cancer cells. Food Chem Tox. 2011; 49: 1270-1275.
- Strahler AN, Strahler AH. Geografía Física 3ªEd. Barcelona: Omega; 1989.
- Sunkireddy P, Nath-Jha S, Kanwar JR, YadavSC. Natural antioxidant biomolecules promises future nanomedicine based therapy for cataract. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. Mol and Med Res. 2013; 112: 554-562.
- Taireja T. Biochemical estimation of three primary metabolites from medicinally important plant *Moringa oleifera*. Int J Pharmac Sci Rev Res. 2011; 7(2): 33.

- Takhtajan, A. Flowering plants. Springer Science: New York; 2009.
- Tellone E, Galtieri A, Russo A, Giardina B, Ficarra S. Resveratrol: A focus on several neurodegenerative diseases. *Oxidat Med and Cel Long*. 2015.
- The Plant List. www.theplantlist.org (consultado enero 2016).
- Thurber MD, Fahey JW. Adoption of *Moringa olifera* to Combat Under-Nutrition Viewed through the lens of the “Diffusion of Innovations”. *Ecol Food Nut*. 2009; 48: 212-225.
- Troup RS. The Silviculture of Indian Trees. Oxford: Clarendon Press; 1921.
- Tsaknis J, Lalas S, Gergis V, Dourtoglou V, Spiliotis V. Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya. *J Agric Food Chem*. 1999; 47: 4495-4499.
- Tsouh FP, Kwadwo NA, Appiah-Opong R, Tchokouaha YL, Addo P, Asante KI, Boyom FF. Ethnopharmacological reports on anti-buruli ulcer medicine plants in three West African Countries. *J Ethno*. 2015; 172: 297-311.
- Valere P, Fokou T, Kwadwo A, Appia-Opong R, Lauve R, Yamthe T, Addo P, Asante IK, Boyom F. Ethnopharmacological reports on anti-Buruli ulcer medicinal plants in three West African countries. *J Ethno*. 2015; 172: 297–311.
- Villarreal-Gómez A, Ortega-Ángulo KJ. Revisión de las características y usos de la planta *Moringa oleifera*. *Investigación & Desarrollo*. 2014.
- Warhurst MA, McConnachie LG, Pollard TS. Characterisation and Applications of activated carbón produced from *Moringa oleifera* seed husks by single-step steam pyrolysis. *Wat Res*. 1997; 31(4): 759-766.
- Wood J. From plant extract to molecular panacea: a commentary on Stone (1763) “An account of the success of the bark of the willow in the cure of the agues”. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. 2015.
- Yadav S, Srivastava J. Research article genetic diversity analysis on *Moringa oleifera* by using different molecular markers: A review. *Int J of Rec Sci Res*. 2014; 5(12): 2277-2282.
- Yin CY. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. *Process Biochemistry*. 2010; 45: 1437-1444.
- Zhang G, Guo J, Zhao N, Wang J. *Sensors and actuators B: Chemical*. Journal homepage. 2010; 144: 239-246.



Érase una vez el jefe de un pueblo que se llamaba Ramasu. Era conocido por su sabiduría, pero ya estaba envejeciendo.

Un día un hombre joven y ambicioso llegó a buscarle. "Ramasu, le reto a un concurso público", le dijo. "Yo le haré una pregunta. Si no la puede contestar correctamente, yo seré el nuevo jefe."

El día del concurso, todo el pueblo llegó con mucha anticipación. El joven aspirante dijo, "En mis manos hay un pájaro. ¿Está muerto o vivo?"

El público se quedó callado, entendiendo la implicación. Si Ramasu dijera "vivo" el joven aplastaría el pajarito. Si él dijera "muerto" dejaría volar el pájaro. De todas maneras, Ramasu estaba atrapado.

Ramasu pensó por un momento y después respondió con calma, "La vida del pájaro está en tus manos."

Como el pájaro vivo de la parábola, la promesa salvadora del árbol Moringa está en tus manos.

Por favor, actúa con sabiduría.

