

## **Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal**

### **Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark. An alternative for animal feeding**

A. Pérez, Tania Sánchez, Nayda Armengol y F. Reyes

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*

*Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba*

*E-mail: arisitides.perez@indio.atenas.inf.cu*

#### **Resumen**

*Moringa oleifera* es la especie más conocida del género *Moringa*. Es un árbol originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta y en América Central; se conoce con diversos nombres comunes: palo jeringa, acacia y jazmín francés, entre otros. El presente artículo trata diferentes aspectos de esta especie, tales como: su origen y distribución, los factores agronómicos y la producción de biomasa, la composición química y su utilización. Es una planta que se destaca por sus múltiples usos y adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, por lo que constituye una opción para la alimentación, sobre todo en los países tropicales. Se concluye que la arbustiva *M. oleifera* tiene una gran plasticidad ecológica, ya que es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones de suelo y clima. Su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, la hacen un recurso fitogenético de importancia en los sistemas de producción. Además es una planta que se puede emplear como cerca viva, cortina rompevientos, abono verde y para la producción de etanol y goma, entre otros; de ahí que sea una especie interesante para el trópico.

Palabras clave: Alimentación de los animales, características agronómicas, *Moringa oleifera*

#### **Abstract**

*Moringa oleifera* is the most widely known species of the *Moringa* genus. It is a tree which originated in the south of the Himalayas, northeast India, Bangladesh, Afghanistan and Pakistan. It is distributed over a large part of the planet and in Central America; it is known with different common names: drumstick tree, acacia and French jasmine, among others. This paper addresses different aspects of this species, such as: its origin and distribution, agronomic factors and biomass production, chemical composition and utilization. It is a plant which stands out for its multiple usages and adaptation to different edaphoclimatic conditions, for which it constitutes a choice for feeding, especially in tropical countries. The tree *M. oleifera* is concluded to have large ecological plasticity, because it is capable of adapting to the most diverse soil and climate conditions. Its nutritional value and high biomass yields make it an important plant genetic resource in production systems. It is also a plant which can be used as living fence, windbreak, green manure and for ethanol and gum production, etc.; hence it is an interesting species for the tropics.

Key words: Agronomic characteristics, animal feeding, *Moringa oleifera*

## **Introducción**

### ***Origen, distribución y sinonimia***

*M. oleifera* es la especie más conocida del género *Moringa*. Es un árbol originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta, y en América Central fue introducida en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas (Foidl *et al.*, 1999).

García Roa (2003) la conoce con el nombre común marango, pertenece a la familia *Moringaceae* y su nombre científico es *Moringa oleifera* Lam.; mientras que Reyes (2006) identifica a *M. oleifera* Lam. con los siguientes sinónimos (syns. *M. pterygosperma* Gaert., *M. moringa* (L.) Millsp., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., y *Guilandina moringa* Lam.).

La Comisión Técnica de Fitomed (2010) informa que se conoce además con otros nombres comunes, como palo jeringa, ben, acacia y jazmín francés. Es un árbol de hasta 9 m de altura. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos, con cinco pares de éstos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las hojas son alternas tripinnadas, con una longitud de 30-70 cm.

### **Características agronómicas**

Se trata de un árbol perenne pero poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales. Es una especie de muy rápido crecimiento. Aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas (Jyothi *et al.*, 1990; Morton, 1991).

### **Ecología**

En su hábitat natural crece hasta los 1 400 m de altitud, a lo largo de los ríos más grandes en suelos aluvionales arenosos o guijosos (Troup, 1921).

Ramachandran *et al.* (1980) plantearon que es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del Este, donde las precipitaciones alcanzan sólo los 300 mm anuales.

Según Reyes (2006) la moringa es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1 500 mm. Además crece en un rango de pH de suelo entre 4,5 y 8, excepto en arcillas pesadas, y prefiere suelos neutros o ligeramente ácidos.

Por otra parte, Croess y Villalobos (2008) señalan que *Moringa* es un género de plantas con numerosas especies distribuidas en zonas áridas y semiáridas de la India, Pakistán y el sur de Himalaya.

A su vez, García Roa (2003) explica que en Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38°C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3°C. En las temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (por estacas). Se localiza desde el nivel del mar hasta 1 800 msnm. Es una especie adaptada a una gran variedad de suelos.

Falasca y Bernabé (2008) plantearon que en su hábitat natural las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones. Durante los meses más fríos soporta entre -1°C y 3°C; mientras que en los meses más cálidos de 38°C a 48°C (Troup, 1921).

En sentido general se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura.

Price (2000), en los informes sobre el Proyecto de Investigación BIOMASA (que se realiza en Nicaragua), plantea que la moringa puede sembrarse intensivamente. A este nivel de producción, los requisitos de nutrientes por hectárea por año son: 1,8 kg calcio; 0,5 kg cobre; 1,4 kg magnesio; 380 kg fósforo; 0,6 kg boro; 280 kg nitrógeno y 0,3 kg zinc. Es posible que los suelos en otras localidades proporcionen una parte de estos requisitos y los fertilizantes puedan ser distintos.

En la tabla 1 se muestran los datos de extracción de nutrientes en plantaciones de marango. La alta productividad implica una mayor extracción de nutrientes del suelo, por lo que en su cultivo intensivo debe ser considerada la fertilización (Foidl *et al.* 1999).

Tabla 1. Extracción de nutrientes con diferente productividad en *M. oleifera* (biomasa seca/ha).

Table 1. Nutrient extraction with different productivity in *M. oleifera* (dry biomass/ha).

Productividad	Extracción de nutrientes (kg/ha/año)								
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
130	1 612	338	429	1 924	24,7	0,68	3,1	4,6	45,7
100	1 240	260	330	1 480	19,0	0,53	2,4	3,5	35,2
80	992	208	264	1 184	15,2	0,42	1,9	2,8	28,1
60	744	156	198	888	11,4	0,31	1,4	2,1	21,1
40	496	104	132	592	7,6	0,21	0,9	1,4	14,0
20	248	52	66	296	3,8	0,10	0,4	0,7	7,0

### **Flores y frutos**

Falasca y Bernabé (2008) señalan que las flores son bisexuales, con pétalos blancos y estambres amarillos. En algunas regiones florece una sola vez al año, pero puede florecer dos veces al año; tal es el caso de los países del Caribe, como Cuba. Las flores son polinizadas por abejas, otros insectos y algunas aves (Jyothi *et al.*, 1990; Morton, 1991).

La Comisión Técnica de Fitomed (2010) informa que las flores están agrupadas en grandes panículas axilares; cinco pétalos, desiguales y blancos. Fruto capsular, lineal, 3-angular, pendular, de hasta 40 cm de largo y 1 ó 2 cm de ancho. Las semillas son aladas.

FAO-OMS (2005) reporta frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes, de 20 a 40 cm de longitud. Contienen de 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro, con tres alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15 000 a 25 000 semillas por año.

### **Siembra, establecimiento y manejo de la plantación**

Según García Roa (2003), esta especie puede propagarse mediante dos formas: sexual y asexual. La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje. La siembra de las semillas se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm, y germinan a los 10 días. Este mismo autor plantea que el número de semillas por kilogramo varía de 4 000 a 4 800 y cada árbol puede producir entre 15 000 y 25 000 por año. El tiempo de germinación oscila entre cinco y siete días después de sembrada. La semilla no requiere tratamientos pregerminativos y presenta porcentajes altos de germinación, mayores que 90%. Sin embargo, cuando se almacena por más de dos meses disminuye su poder germinativo (Sharma y Rains, 1982).

Se puede reproducir por estacas de 1 a 1,40 m de largo, como en el sur de la India (Ramachandran *et al.*, 1980), aunque para ser trasplantado en regiones áridas y semiáridas conviene obtener el árbol por semilla, porque produce raíces más profundas. En el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados.

Los árboles cultivados para forraje se podan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (Ramachandran *et al.*, 1980). Después de cortados rebrotan vigorosamente y dan de cuatro a ocho renuevos por tocón (Nautiyal y Venhataraman, 1987).

En el caso de los pequeños productores, se puede sembrar por estacas o en las cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes, los que se deben cortar entre 35 y 45 días, en dependencia del régimen de precipitación y fertilización. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco.

### **Plagas y enfermedades**

De acuerdo con lo planteado por García Roa (2003) las plagas predominantes en la plantación de marango son las siguientes: gusano desfoliador (*Spodoptera* spp.), picudo abultado (*Phantomorus femoratus*) y

zompopo (*Atta* spp.); este último es el de mayor importancia económica. Para el control de desfoliadores y picudos se utilizan métodos manuales de eliminación, ya que las poblaciones son bajas.

### **Composición química, rendimiento y consumo**

Foidl *et al.* (1999) informaron que contiene un 10% de azúcares y la energía metabolizable en las hojas es de 9,5 MJ/kg MS.

Por otra parte, García *et al.* (2006) evaluaron la composición química de seis especies en el estado Trujillo de Venezuela, entre las que se encontraba *M. oleifera*. El contenido de proteína cruda en todas las plantas fue alto. Los niveles de P, Ca y Mg no presentaron variaciones importantes entre las arbóreas y las máximas concentraciones de K y Na se observaron en *M. oleifera* (2,65 y 0,24%, respectivamente). Esta especie, de forma individual, presentó uno de los mayores contenidos de carbohidratos solubles (24,1%) y ceniza (25,8%).

En la tabla 2 se muestran los análisis realizados a las hojas y los tallos jóvenes y desarrollados (maduros) de árboles de *M. oleifera* de seis años de edad, sembrados sexualmente en Tolima, Colombia. El contenido de PB sobrepasó el 20% en las hojas y los tallos, tanto jóvenes como desarrollados.

Tabla 2. Composición química de *M. oleifera* de seis años de edad.

Table 2. Chemical composition of six-year-old *M. oleifera*.

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

Fuente: Adaptado de Garavito (2008)

La composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta (Garavito, 2008); este autor encontró los mayores valores de proteína y energía metabolizable en las hojas y el más bajo valor de fibra cruda (tabla 3).

Tabla 3. Composición química de *M. oleifera* de 54 días, deshidratada y molida.

Table 3. Chemical composition of 54-day-old *M. oleifera*, dehydrated and ground.

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca (%)	89,60	88,87	89,66
Proteína (%)	24,99	11,22	21,00
Extracto etéreo (%)	4,62	2,05	4,05
Fibra cruda (%)	23,60	41,90	33,52
Ceniza (%)	10,42	11,38	10,18
Extracto no nitrogenado (%)	36,37	33,45	31,25
Energía digestible (Mcal/kg MS)	2,81	1,99	2,43
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2,30	1,63	1,99

El contenido de nutrientes de la especie se comparó con otros alimentos (por cada 100 gramos de parte comestible). En todos los casos la moringa presentó un mayor contenido de vitamina A, vitamina C, calcio y potasio, con relación a la zanahoria, la naranja, la leche de vaca y el plátano, respectivamente (tabla 4).

Tabla 4. Contenido de nutrientes de *M. oleifera*.Table 4. Nutrient content of *M. oleifera*.

Nutriente	Moringa	Otros alimentos
Vitamina A (mg)	1 130	Zanahoria-315
Vitamina C (mg)	220	Naranja-30
Calcio (mg)	440	Leche de vaca-120
Potasio (mg)	259	Plátano-88
Proteína (mg)	6 700	Leche de vaca-3 200

Fuente: Gopalan *et al.*, citado por Garavito (2008)

García *et al.* (2009) evaluaron a *M. oleifera* en la fase de vivero y en la producción de biomasa para ofrecerlo a los animales como complemento alimentario, y señalaron que es un recurso fitogenético que se debe considerar en los sistemas ganaderos en las condiciones de Venezuela.

Los rendimientos de materia seca pueden variar desde 2,6 hasta 34,0 t/ha/corte para densidades de 95 y 16 millones de plantas/hectárea (tabla 5). Además las pérdidas después de la poda suelen ser mínimas con una densidad de hasta un millón de plantas/hectárea (tabla 5).

Tabla 5. Biomasa fresca, materia seca y proteína total en ocho cortes por año, en marango (edad de la plantación: 45 días).

Table 5. Fresh biomass, dry matter and total protein in eight cuttings per year, in marango (age of the plantation: 45 days).

Densidad (plantas/ha)	Biomasa fresca (t/ha/corte)	Materia seca (t/ha/corte)	Proteína total (t/ha/corte)	Pérdidas de plantas en la poda (%)
95	196	2,6	368	0
350	297	4,1	582	0
900	526	5,0	9,6	0
1 millón	78	8,3	1,5	1
4 millones	974	12,6	2,4	20
16 millones	259	34,0	6,4	30

Fuente: Foidl *et al.* (1999)

Por otra parte, al exponer los resultados de un proyecto sobre el cultivo intensivo de *M. oleifera*, Pérez (2010) planteó que es una alternativa para la producción de forraje de alto contenido proteico para la alimentación de ovinos en la zona centro de Sinaloa, debido a su adaptabilidad y bajo costo de producción. Además presenta un 70,5% de digestibilidad aparente de materia seca y 65,5% de digestibilidad aparente de proteína.

Garavito (2008) le concede gran importancia a *M. oleifera* en la alimentación animal, ya que por los contenidos de proteína y vitaminas puede ser un suplemento de importancia en la ganadería de leche y de ceba, así como en la dieta de aves, peces y cerdos, siempre que haya un balance nutricional.

Este mismo autor considera que tiene un grupo de desventajas que deben resolverse previamente, cuando se utiliza el forraje fresco como alimento directo:

- Se produce un sabor peculiar en la leche si no se dejan transcurrir por lo menos tres horas entre la ingesta y el ordeño.
- En vacas gestantes se señala un exagerado crecimiento del ternero en el útero, por lo que debe provocarse un parto anticipado.
- Alto porcentaje de agua en el forraje fresco y baja presencia de fibra, por lo que se hace necesario deshidratar y balancear con fibra tomada de cualquier pasto o residuo de cosecha. Se evitan de esta manera las deposiciones acuosas.

Price (2000) informó que la producción de leche fue de 10 kg/vaca/día con el empleo del 40-50% de moringa en la dieta (sin moringa fue de 7 kg/animal/día). El aumento diario de peso en el ganado de engorde fue de 1 200 g/día (900 g/día sin la utilización de moringa).

Foidl *et al.* (1999) recomiendan la utilización de moringa como forraje fresco para el ganado, con intervalos de corte entre 35 y 45 días, en función de las condiciones de manejo del cultivo, que puede alcanzar una altura de 1,2-1,5 m. Cuando se inicia la alimentación con moringa es posible que se requiera de un período de adaptación y se ha llegado a ofrecer hasta 27 kg de material fresco/animal/día. Los contenidos de sustancias antinutricionales de la moringa, como los taninos y saponinas, son mínimos y no se han encontrado inhibidores de tripsina ni de lectina.

Por otra parte, Cova *et al.* (2007) estudiaron en el estado Trujillo, Venezuela el comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.) en cinco sustratos alimenticios donde incluyeron el follaje de *M. oleifera* (Lam.), por sus potencialidades nutritivas. Se hallaron cantidades apreciables de terpenos, lectinas, saponinas y taninos cuando los sustratos contenían follaje de esta especie y no se observó la presencia de lombrices ni de cápsulas a partir del segundo mes de evaluación.

Estos autores plantearon que el efecto negativo del follaje de *M. oleifera* en la alimentación de la lombriz roja pudiera estar condicionado por la presencia de metabolitos secundarios con propiedades antinutritivas y/o tóxicas.

La Comisión Técnica de Fitomed (2010) advierte que la resina del tronco es algo caústica; el jugo de las hojas es un poco irritante; la absorción del fruto en gran cantidad puede ser tóxica y las semillas contienen compuestos mutagénicos. El aceite no se debe consumir por vía oral, además de que su actividad puede afectarse por la luz o la forma de extracción.

### ***Usos y propiedades***

#### ***Abono verde***

Fugliee (2000) informa sobre el empleo de la moringa como abono verde, lo cual enriquece significativamente los suelos agrícolas. En este proceso primero se ara la tierra, luego se siembra la semilla a una profundidad de 1-2 cm y a un espaciamiento de 10 x 10 cm (una densidad de un millón de semillas por hectárea). Después de 25 días las plántulas son sembradas con el arado en el suelo, a una profundidad de 15 cm. La tierra se prepara de nuevo para el cultivo deseado.

Russo (citado por Meléndez, 2000) señaló que la moringa podría utilizarse como soporte para las plantas de banano; también sus hojas al caer servirían como abono verde, debido a que pueden proveer cantidades importantes de nitrógeno. El sistema desarrollado utiliza *M. oleifera* establecida a un espaciamiento de 6 x 2 m, con una doble hilera de banano a 0,5 m de las líneas de los árboles y un espaciamiento de 1 x 1,5 m (2 222 plantas/ha).

#### ***Tratamiento del agua y floculante***

Foidl *et al.* (1999) recomiendan la utilización de la moringa como floculante natural, energético, fuente de materia prima de celulosa y de hormonas reguladoras del crecimiento vegetal.

Por otra parte, Muñoz *et al.* (2008) plantearon la importancia de la introducción de los coagulantes naturales en los procesos de clarificación de agua para el consumo humano, como una tecnología apropiada ante las condiciones económicas actuales de Cuba. Estos autores señalan los resultados alcanzados en laboratorio, al utilizar el cotiledón de las semillas de *M. oleifera* en la clarificación de agua para consumo humano.

González *et al.* (2006), al comparar sus resultados con los reportados por otros investigadores, observaron que en las primeras dos horas de tratamiento, el porcentaje de reducción bacteriana usando el exudado gomoso de *Samanea saman* resultó similar al obtenido con las semillas de *M. oleifera* (90-99,9%). Estudios reportados por Rodríguez *et al.* (2006) muestran altos niveles de remoción de microorganismos (99%) con el uso de *M. oleifera* como coagulante natural.

El polvo de la semilla también puede utilizarse para cosechar algas de aguas residuales, actualmente un proceso costoso debido al uso de máquinas centrífugas.

De las semillas se extrae un floculante natural tipo polielectrolito con función aniónica y catiónica, el cual sirve para la purificación de agua potable y para la sedimentación de partículas minerales orgánicas en aguas residuales. Asimismo es útil en la industria de pulpas y jugos para flocular y sedimentar fibras, y en la industria cervecera para la sedimentación de levaduras, con lo que se elimina la turbidez y le da brillo a la bebida.

### ***Producción de etanol y biodiesel***

Garavito (2008), perteneciente a la Corporación Ecológica Agroganadera S.A. de Colombia, recomendó a *M. oleifera* para la producción de etanol y biodiesel. A similar consideración llegó Corella (2010), en Panamá.

Falasca y Bernabé (2008) consideran que es un cultivo atractivo para la producción de biodiesel, fundamentalmente porque sus semillas contienen un 31-47% de aceite. El alto tenor de ácido oleico del aceite indica que es adecuado para la obtención de biodiesel.

Ayerza (2008) expuso algunos de los resultados de Argentina sobre biocombustibles y destacó la producción de aceite de las semillas de *M. oleifera*; además encontró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el contenido de aceite en un genotipo nombrado PKM-1, respecto a los genotipos africanos.

### ***Cerca viva y cortina rompevientos***

Croess y Villalobos (2008) señalaron que *Moringa* es un género de plantas con numerosas especies distribuidas en zonas áridas y semiáridas, y en Venezuela (introducida como planta ornamental y cerca viva).

Se puede emplear como cerca viva o cortina rompevientos. Evita la erosión del suelo en zonas con períodos intensos de sequía y vientos fuertes. Permite el intercalamiento porque da poca sombra y tiene escasas raíces laterales (Becker y Nair, 2004).

Según Bosh (2009), la moringa es un aporte útil para aumentar el uso de postes vivos en la ganadería, lo que se demostró en un estudio realizado en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de la provincia cubana de Las Tunas. Esta investigación tuvo como objetivo probar la factibilidad de plantar, en pequeñas áreas de las propias vaquerías, árboles como el piñón o júpito (*Gliricidia sepium*) y el tilo (*M. oleifera*), con el fin de obtener a bajo costo los postes necesarios para cercar los pastizales de cada entidad. En el experimento se realizó la siembra con semilla botánica de ambas especies a tres distancias diferentes (20, 80 y 120 cm), se aplicó estiércol vacuno como abono orgánico y se hicieron labores de cultivo periódicamente.

La mayor producción se alcanzó con la siembra del piñón a una distancia de 20 cm, que aportó unos 64 mil postes por hectárea, con los cuales se pueden plantar 32 km de cerca.

### ***Otros usos***

Price (2000) lo recomienda para la producción de aceites antibióticos, hormona del crecimiento, para contrarrestar la desnutrición de los niños y como alimento humano en general.

Según Foidl *et al.* (2001), la madera de marango constituye una excelente pulpa – tan buena como la de álamo (*Populus sp.*). Las hojas son apropiadas para la producción de biogas. Sin embargo, García Roa (2003) considera que el marango no tiene las cualidades físico-mecánicas para ser considerado como maderable, por lo que no es una especie apropiada para este fin.

Este autor señala que además de ser bueno para poste vivo, tiene una característica especial que consiste en que es rico en néctar y polen, y es una planta melífera por excelencia. También es un suplemento proteínico (la torta de semilla contiene 60% de proteína y la semilla entre 32 y 40% de grasa); es un elemento esencial para la alimentación en la época seca del ganado vacuno y ovino.

El aceite que se extrae de su semilla es de gran utilidad en la industria de maquinarias finas, además de ser utilizado en la de pinturas para textiles. Asimismo es útil en la industria de pulpas y jugos, para flocular y sedimentar fibras, y en la cervecera para la sedimentación de levaduras. Las semillas contienen 30-42% de

aceite. Después de la extracción del aceite queda la torta proteínica, que puede ser utilizada para la alimentación del ganado.

Fugliee (2000) señala que el jugo de las plantas de marango puede utilizarse para producir una hormona que es efectiva para el crecimiento de las plantas, y aumenta el rendimiento en un 25-30% para casi todos los cultivos: cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, té, chile y melón.

Por otra parte Clamens *et al.* (1998), en estudios realizados en Maracaibo, Venezuela, emplearon *M. oleifera* con el objetivo de evaluar la capacidad productora de goma. Se encontró producción de goma en 17 especies pertenecientes a ocho familias y aunque la moringa no fue de las más destacadas en ese tipo de producto, estuvo entre las seleccionadas con este fin.

La moringa es una planta de múltiples usos, ya que estos productos gomosos se emplean en importantes tipos de industrias, como la de alimentos, la farmacéutica, la cosmética y otras; en la elaboración de los más disímiles productos como: confites, derivados lácteos, alimentos enlatados, bebidas gaseosas, productos dietéticos, emulsiones, tabletas, grageas, jarabes y suspensiones, emulsiones y cremas, cintas pegantes, papel, tintas, pinturas, telas y metales.

### **Consideraciones generales**

La planta arbustiva *M. oleifera* tiene una gran plasticidad ecológica, ya que es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones edafoclimáticas. Su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, la hacen un recurso fitogénético de importancia en los sistemas de producción, el cual puede ser consumido por diversas categorías de animales.

La moringa es una planta de múltiples usos y propiedades, tales como: cerca viva, cortina rompevientos, abono verde, producción de etanol y producción de goma; de ahí que sea una especie interesante para el trópico.

### **Referencias bibliográficas**

- Ayerza, R. Jr. 2008. Seed protein and oil contents, fatty acid composition, and growing cycle length of a single genotype of chia (*Salvia hispanica* L.) as affected by environmental factors. 2008 New Crops & Bioproduct Development. The Association for the Advancement of Industrial Crops. College Station, Texas. [En línea]. <http://www.aaic.org/08progrm.htm>. [Consultado en febrero de 2010]
- Becker, B. & Nair, P.K. 2004. Cultivation of medicinal plants in an alley cropping system with *Moringa oleifera* in the United States Virgin Islands. 1st World Congress of Agroforestry. Orlando, Florida, USA
- Bosch, H. 2009. Útil aporte para elevar uso de postes vivos en la ganadería. Periódico Granma. La Habana, miércoles 24 de junio de 2009. Año 13, No. 175
- Clamens, C. *et al.* 1998. Exudados gomosos de plantas localizadas en Maracaibo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 103 (2):119
- Comisión Técnica de Fitomed. 2010. Paraíso francés. [En línea]. [http://www.sld.cu/fitomed/par\\_aiso\\_frances.htm](http://www.sld.cu/fitomed/par_aiso_frances.htm). [Consultado en febrero de 2010]
- Corella, J. 2010. Evaluación de biodiesel y subproductos, a través de la biomasa de la *Moringa oleifera* Lam como alternativa complementaria al problema energético de la provincia de Chiriquí y del país. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. 6 p. [En línea]. [http://www.sica.int/busqueda/busqueda\\_archivo.aspx?Archivo=dpro\\_14270\\_1\\_1704\\_2007.pdf](http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=dpro_14270_1_1704_2007.pdf). [Consultado en febrero de 2010]
- Cova, L. *et al.* 2007. Efecto perjudicial de *Moringa oleifera* (Lam.) combinada con otros desechos agrícolas como sustratos para la lombriz roja (*Eisenia* spp.). *Interciencia*. 32 (11):769
- Croess, Rubelis & Villalobos, Nuris. 2008. Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del moringo (*Moringa oleifera*) como uso potencial en la alimentación animal. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Trabajo especial de grado para optar al Título de Técnico Superior Universitario en Ciencias Agropecuarias. Mención Agropecuaria. Maracaibo. [En línea]. [http://www.moringa.es/pageID\\_7271377.html](http://www.moringa.es/pageID_7271377.html). [Consultado en febrero de 2010]



- Falasca, Silvia & Bernabé, María A. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. *Revista Virtual de REDESMA*. p. 1. [En línea]. <http://revistavirtual.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>. [Consultado en febrero de 2010]
- FAO-OMS. 2005. Normas alimentarias FAO/OMS. Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas. Reunión 37. [En línea]. [http://www.codexalimentarius.net/download/report/641/al28\\_24s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/report/641/al28_24s.pdf). [Consultado en febrero de 2010]
- Foidl, N. *et al.* 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En: Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143, p. 341
- Foidl, N. *et al.* 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. Proceedings of the 1<sup>st</sup> What development potential for Moringa products?. Dar Es Salaam, Tanzania
- Fugliee, L. 2000. Se estudian nuevos usos del marango en Nicaragua. *EDN 68* (Spanish) Septiembre. [En línea]. <http://www.echotech.org/network>. [Consultado en enero de 2010]
- Garavito, U. 2008. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. [En línea]. [http://www.engormix.com/moringa\\_oleifera\\_alimento\\_ecologico\\_s\\_articulos\\_1891\\_AGR.htm](http://www.engormix.com/moringa_oleifera_alimento_ecologico_s_articulos_1891_AGR.htm) [Consultado en febrero de 2010]
- García, D.E. *et al.* 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 24 (4):401
- García, D.E. *et al.* 2009. Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 26 (4):555
- García Roa, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. INAFOR. 37 p. [En línea]. <http://www.inafor.gob.ni/index.php/publicaciones>. [Consultado en febrero de 2010]
- González, Griselda *et al.* 2006. Use of exudated gum produced by *Samanea saman* in the potabilization of the water. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*. 29 (1):14
- Jyothi, P.V. *et al.* 1990. Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Plant Sciences). 100:33
- Meléndez, L. 2000. Ricardo Russo: Maestro de la agroforestería latinoamericana. *Agroforestería en las Américas*. 7 (28). [En línea]. <http://web.catie.ac.cr/INFORMACION/RAFA/rev28/tc28.htm>. [Consultado en febrero de 2010]
- Morton, J.F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae) A boon to arid lands? *Economic Botany*. 45 (3):318
- Muñoz, Rosario *et al.* 2008. Una solución factible para la clarificación de aguas para consumo humano. *Revista Betsime*. [En línea]. [http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec\\_1\\_01.htm](http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec_1_01.htm). [Consultado en febrero de 2010]
- Nautiyal, B.P. & Venhataraman, K.G. 1987. Moringa an ideal tree for social forestry. 1. Growing conditions and uses. *Myforest*. 23 (1):53
- Pérez, R. 2010. Avanza validación de moringa como alternativa forrajera para ovinos. Fundación Produce. Sinaloa, México. [En línea] [http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional .dtd](http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd). [Consultado en mayo de 2010]
- Price, M.L. 2000. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). Technical Note. 1985 (revised 2000). [En línea]. <http://www.echotech.org/technical/technotes/moringabiomas.pdf>. [Consultado en enero de 2010]
- Ramachandran, C. *et al.* 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 34 (3):276
- Reyes, N. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. [En línea]. [http://diss.epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS\\_General\\_Discussion\\_Final\\_Version\\_Nov\\_05.pdf](http://diss.epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS_General_Discussion_Final_Version_Nov_05.pdf). [Consultado en febrero de 2010]
- Rodríguez, S. *et al.* 2002. Una solución para la clarificación de aguas para consumo humano. Noticias Técnicas del Laboratorio. 1: 21

Sharma, G.K. & Rains, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. In: Improvement of forest biomass. (Khosia, P.K., ed.). Proceedings of a Symposium. Indian Society of Tree Scientist. Solan, India. p. 175

Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. 3 vol. Clarendon Press. Oxford, UK. 1195 p.

Recibido el 3 de agosto de 2010

Aceptado el 19 de septiembre de 2010

# Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark. An alternative for animal feeding

## Abstract

*Moringa oleifera* is the most widely known species of the *Moringa* genus. It is a tree which originated in the south of the Himalayas, northeast India, Bangladesh, Afghanistan and Pakistan. It is distributed over a large part of the planet and in Central America; it is known with different common names: drumstick tree, acacia and French jasmine, among others. This paper addresses different aspects of this species, such as: its origin and distribution, agronomic factors and biomass production, chemical composition and utilization. It is a plant which stands out for its multiple usages and adaptation to different edaphoclimatic conditions, for which it constitutes a choice for feeding, especially in tropical countries. The tree *M. oleifera* is concluded to have large ecological plasticity, because it is capable of adapting to the most diverse soil and climate conditions. Its nutritional value and high biomass yields make it an important plant genetic resource in production systems. It is also a plant which can be used as living fence, windbreak, green manure and for ethanol and gum production, etc.; hence it is an interesting species for the tropics.

Key words: Agronomic characteristics, animal feeding, *Moringa oleifera*

## Introduction

### *Origin, distribution and synonymy*

*M. oleifera* is the most known species of the *Moringa* genus. It is tree which originated in the south of the Himalayas, northeast India, Bangladesh, Afghanistan and Pakistan. It is distributed over a large part of the planet, and in Central America it was introduced in the 1920's as ornamental plant and for living fences (Foidl *et al.*, 1999).

García Roa (2003) knows it with the common name marango, it belongs to the *Moringaceae* family and its scientific name is *Moringa oleifera* Lam.; while Reyes (2006) identifies *M. oleifera* Lam. with the following synonyms: (syns. *M. pterygosperma* Gaert., *M. moringa* (L.) Millsp., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., and *Guilandina moringa* Lam.).

The Fitomed Technical Commission (2010) reports that it is also known with other common names, such as drumstick tree, ben, acacia and French jasmine. It is a tree that grows up to 9 m high. The leaves are compound and are disposed in groups of folioles, with five pairs of them arranged on the main petiole and a foliole on the terminal part. The leaves are tripinnate alternate, with a length of 30-70 cm.

### *Agronomic characteristics*

It is a perennial tree, but little longevous, which can live at most 20 years, although annual varieties have been obtained in India. It is a very fast-growing species. It contributes a high quantity of nutrients to the soil, besides protecting it from such external factors as erosion, desiccation and high temperatures (Jyothi *et al.*, 1990; Morton, 1991).

### *Ecology*

In its natural habitat it grows up to 1 400 m of altitude, along the biggest rivers on alluvial, sandy or gravel soils (Troup, 1921).

Ramachandran *et al.* (1980) stated that it is highly drought-resistant and cultivated in arid and semiarid regions of India, Pakistan, Afghanistan, Saudi Arabia and Eastern Africa, where rainfall only reaches 300 mm per year.

According to Reyes (2006), moringa is drought-resistant and tolerates annual rainfall of 500 to 1 500 mm. It also grows on a soil pH range between 4,5 and 8, except on heavy clays, and it prefers neutral or slightly acid soils.

On the other hand, Croess and Villalobos (2008) state that *Moringa* is a plant genus with many species distributed in arid and semiarid zones of India, Pakistan and south Himalayas.

In turn, García Roa (2003) explains that in Central America it is found in zones with temperatures from 6 to 38°C. It is cold-resistant for a short period of time, but not lower than 2-3°C. In temperatures lower than 14°C it does not flower and it can only be vegetatively reproduced (by cuttings). It is located from sea level to 1 800 masl. It is a species adapted to a large soil variety.

Falasca and Bernabé (2003) stated that in its natural habit mean annual temperatures show large fluctuations. During the coldest months it stands between -1°C and 3°C; while in the hottest ones, from 38°C to 48°C (Troup, 1921).

In general, it can be said that it is a species of high ecological plasticity, because it is located under different soil, rainfall and temperature conditions.

Price (2000) in the reports about the BIOMASA Research Project (which is conducted in Nicaragua), says that moringa can be intensively planted. At this production level, the nutrient requisites per hectare per year are: 1,8 kg calcium; 0,5 kg copper; 1,4 kg magnesium; 380 kg phosphorus; 0,6 kg boron; 280 kg nitrogen and 0,3 kg zinc. It is possible that the soils from other sites provide part of these requisites and the fertilizers can be different.

Table 1 shows the nutrient extraction data in marango plantations. The high productivity implies a higher nutrient extraction from the soil, for which in its intensive cultivation fertilization should be considered (Foidl *et al.*, 1999).

### ***Flowers and fruits***

Falasca and Bernabé (2008) state that the flowers are bisexual with white petals and yellow stamens. In some regions it flowers only once a year, but it can flower twice a year; such is the case of Caribbean countries, like Cuba. The flowers are pollinated by bees, other insects and some birds (Jyothi *et al.*, 1990; Morton, 1991).

The Fitomed Technical Commission (2010) reports that the flowers are grouped in large axillary panicles; they have five petals, unequal and white. Capsular fruit, which is lineal, 3-angular, pendulum-shaped, up to 40 cm long and 1 or 2 cm wide. The seeds are winged.

FAO-OMS (2005) reports fruits in trilobulated, dehiscent capsules, 20 to 40 cm long. They contain 15-25 seeds per fruit. The seeds are round-shaped and dark chestnut-colored, with three whitish wings. Each tree can produce from 15 000 to 25 000 seeds per year.

### ***Planting, establishment and plantation management***

According to García Roa (2003), this species can be propagated in two ways: sexual and asexual. The most used for plantations is the sexual one, especially when the objective is forage production. Seed planting is manually performed, at a depth of 2 cm, and they germinate 10 days after that. This same author states that the number of seeds per kilogram varies between 15 000 and 25 000 per year. The germination time oscillates between five and seven days after planting. The seed does not require pregerminative treatments and shows high germination percentages, higher than 90%. However, when it is stored for more than two months its germinative capacity decreases (Sharma and Rains, 1982).

It can be reproduced by cuttings 1 to 1,40 m long, as in south India (Ramachandran *et al.*, 1980), although to be transplanted in arid and semiarid regions, it is convenient to obtain the tree by seed, because it produces deeper roots. In the case of trees obtained by cuttings, the fruits appear six months after being planted.

The trees cultivated for forage are pruned to restrict the development of the crown and promote the growth of new branches (Ramachandran *et al.*, 1980): After being cut they regrow vigorously and produce from four to eight regrowths per stump (Nautiyal and Venhataraman, 1987).

In the case of small producers, it can be planted by cuttings or in the living fences to later harvest the regrowth, which can be cut between 35 and 45 days, depending on the rainfall and fertilization. Planting should be performed in a spread out way in order to have availability of fresh forage at all times.

### ***Pests and diseases***

According to García Roa (2003), the prevailing pests in a marango plantation are the following: *Spodoptera* spp., *Phantomorus femoratus* and *Atta* spp.; the latter has the highest economic importance. For the control of defoliators and weevils manual elimination methods are used, because the populations are low.

### ***Chemical composition, yield and intake***

Foidl *et al.* (1999) reported that it has 10% sugars and metabolizable energy in the leaves is 9,5 MJ/kg DM.

On the other hand, García *et al.* (2006) evaluated the chemical composition of six species in the Trujillo state, Venezuela, among which was *M. oleifera*. The crude protein content in all the plants was high. The P, Ca and Mg levels did not show important variations among the trees and the highest concentrations of K and Na were observed in *M. oleifera* (2,65 and 0,24%, respectively). This species, individually, showed one of the highest contents of soluble carbohydrates (24,1%) and ash (25,8%).

Table 2 shows the analyses performed on the leaves and young and mature stems of six-year old *M. oleifera* trees, sexually planted in Tolima, Colombia. The CP content exceeded 20% in the leaves and young as well as mature stems.

The chemical composition varies in correspondence with the plant fraction (Garavito, 2008); this author found the highest protein and metabolizable energy values in the leaves and the lowest crude fiber value (table 3).

The nutrient content of the species compared to that of other feedstuffs (for every 100 grams of edible part). In all cases, moringa showed a higher content of vitamin A, vitamin C, calcium and potassium, as compared to carrot, orange, cow milk and banana, respectively (table 4).

García *et al.* (2009) evaluated *M.oleifera* in the nursery stage and in biomass production to feed it to the animals as supplement, and stated that it is a plant genetic resource which should be considered in livestock production systems under the conditions of Venezuela.

The dry matter yields can vary from 2,6 to 34,0 t/ha/cutting for densities of 95 and 16 million plants/hectare (table 5). In addition, the losses after pruning can be minimal with a density of up to 1 million plants/hectare (table 5).

On the other hand, when presenting the results of a project about the intensive cultivation of *M. oleifera* (Pérez, 2010) stated that it is an alternative for the production of high protein forage for feeding sheep in the center zone of Sinaloa, due to its adaptability and low production cost. In addition, it shows 70,5% dry matter apparent digestibility and 65,5% protein apparent digestibility.

Garavito (2008) ascribes great importance to *M. oleifera* in animal feeding, because due to the protein and vitamin contents it can be an important supplement in dairy and fattening cattle production, as well as in the diet of poultry, fish and pigs as direct feedstuff:

- A peculiar taste is present in the milk if at least three hours have not passed between the ingestion and milking.
- In pregnant cows there is an exaggerate growth of the calf in the uterus, for which an early parturition can occur.
- High water percentage in the fresh forage and low presence of fiber, for which it is necessary to dehydrate and balance with fiber from any pasture or harvest residue. Thus aqueous depositions are prevented.

Price (2000) reported that the milk production was 10 kg/cow/day using 40-50% moringa in the diet (without moringa it was 7 kg/animal/day). The daily weight increase in the fattening cattle was 1 200 g/day (900 g/day without moringa).

Foidl *et al.* (1999) recommend the utilization of moringa as fresh forage for cattle, with cutting intervals between 35 and 45 days, regarding the crop management conditions, which can reach a height of 1,2-2,5 m. When feeding with moringa begins an adaptation period is likely to be required and up to 27 kg of fresh material/animal/day have been supplied. The contents of antinutritional substances of moringa, such as tannins and saponins, are minimal and no trypsin or lectin inhibitors have been found.

On the other hand, Cova *et al.* (2007) studied in the Trujillo state, Venezuela, the performance of the red earthworm (*Eisenia* spp.) in five feeding substrata where the *M. oleifera* foliage was included, for its nutritional potential. Remarkable quantities of terpenes, lectins, saponins and tannins were found when the substrata had foliage from this species and the presence of earthworm or capsules was not observed since the second month of evaluation.

These authors stated that the negative effect of the *M. oleifera* foliage on the red earthworm feeding could have been conditioned by the presence of secondary metabolites with antinutritional and/or toxic properties.

The Fitomed Technical Commission (2010) warns that the stem resin is a little bit caustic; the leaf juice is a little irritating; the absorption of a large quantity of fruits can be toxic and the seeds have mutagenic compounds. The oil can not be orally consumed, in addition to the fact that its activity can be affected by light or the form of extraction.

### ***Usages and properties***

#### ***Green manure***

Fugliee (2000) reports about the usage of moringa as green manure, which significantly enriches agricultural soils. In this process the soil is plowed first, then the seed is planted at a depth of 1-2 cm and at a 10 x 10 cm spacing (a density of one million seeds per hectare). After 25 days the seedlings are planted with the plow in the soil, at a depth of 15 cm. The soil is prepared again for the desired crop.

Russo (cited by Meléndez, 2000) pointed out that moringa could be used as support for banana plants; its fallen leaves would also serve as green manure, because they can provide important nitrogen quantities. The developed system utilizes *M. oleifera* established at a 6 x 2 m spacing, with a double row of banana tree established at 0,5 m from tree rows and a spacing of 1 x 1,5 m (2 222 plants/ha).

#### ***Water treatment and flocculant***

Foidl *et al.* (1999) recommend the utilization of moringa as a natural flocculant, energetic, source of cellulose raw material and of plant-growth regulating hormones.

On the other hand, Muñoz *et al.* (2008) stated the importance of the introduction of natural coagulants in the water clarification processes for human consumption, as an adequate technology for the current economic conditions of Cuba. These authors report the results obtained in laboratory, when using the cotyledon of *M. oleifera* seeds in the clarification of water for human consumption.

González *et al.* (2006), when comparing their results with the ones reported by other researchers, observed that in the first two hours of treatment, the percentage of bacterial reduction, using the gummous exudates of *Samanea saman* was similar to the one obtained with *M. oleifera* seeds (90-99,9%). Studies reported by Rodríguez *et al.* (2006) show high levels of microorganism removal (99%) using *M. oleifera* as natural coagulant.

The seed powder can also be used to harvest algae from sewage, at present a costly process due to the use of centrifuges.

From the seeds a natural polyelectrolyte-type flocculant with anionic and cationic function is extracted, which is useful in the purification of drinking water and for the sedimentation of organic mineral particles in

sewage. Likewise, it is useful in the pulp and juice industry to flocculate and sediment fibers, and in the brewing industry for yeast sedimentation, with which the murkiness is eliminated and shine is given to the beverage.

### ***Ethanol and biodiesel production***

Garavito (2008), belonging to the Agricultural and Livestock Ecological Corporation (Corporación Ecológica Agroganadera S.A.) from Colombia, recommended *M. oleifera* for ethanol and biodiesel production. A similar consideration was reached by Corella (2010), in Panama.

Falasca and Bernabé (2008) consider that it is an attractive crop for biodiesel production, mainly because its seeds contain 31-47% oil. The high value of oleic acid in the oil indicates that it is adequate for obtaining biodiesel.

Ayerza (2008) presented some results from Argentina about biofuels and highlighted the oil production from *M. oleifera* seeds; in addition, he found significant differences ( $p < 0,05$ ) in the oil content in a genotype called PKM-1, as compared to the African genotypes.

### ***Living fence and windbreak***

Croess and Villalobos (2008) stated that *Moringa* is a genus of plants with many species distributed in arid and semiarid zones, and in Venezuela (introduced as ornamental plant and living fence).

It can be used as living or windbreak. It prevents soil erosion in zones with intense drought periods and strong winds. It allows intercropping because it provides little shade and has scarce lateral roots (Becker and Nair, 2004).

According to Bosh (2009), moringa is a useful contribution to increase the use of living poles in livestock production, which was proven in a study conducted at the Experimental Station of Pastures and Forages of the Cuban province Las Tunas. The objective of this study was to prove the feasibility of planting, in small areas of the dairy units, such trees as *Gliricidia sepium* and *M. oleifera*, in order to obtain at low cost the necessary poles to enclose the pasturelands of each unit. In the trial the botanical seed of both species was planted at three different distances (20, 80 and 120 cm), cattle dung was applied as organic manure and periodical cultivation labors were periodically done.

The highest production was obtained with the *G. sepium* planted at a distance of 20cm, , which contributed 64 000 poles per hectare, with which 32km of living fence can be planted.

### ***Other usages***

Price (2000) recommends it for the production of antibiotic oils, growth hormone, for counteracting malnutrition in children and as foodstuff in general.

According to Foidl *et al.* (2001), the marango wood constitutes an excellent pulp – as good as that of *Populus* sp. The leaves are appropriate for biogas production. Nevertheless, García Roa (2003) considers that marango does not have the physical-mechanical qualities to be considered a woody plant, for which it is not an adequate species for this purpose.

This author states that in addition to being good for living pole, it has a special characteristic which consists in being rich in pollen and nectar, and it is a meliferous plant par excellence. It is also a protein supplement (the seed cake contains 60% protein and the seed between 32 and 40% fat); it is an essential element for feeding in the dry season of cattle and sheep.

The oil extracted from its seed is highly useful in the industry of fixed machinery, besides being used in the industry of paints for textiles. Likewise, it is useful in the pulp and juice industry, to flocculate and sediment fibers, and in the brewing industry for yeast sedimentation. The seeds contain 30-42% of oil. After the oil extraction there is the protein cake, which can be used for livestock feeding.

Fugliee (2000) states that the juice of marango plants can be used to produce a hormone which is effective for plant growth, and increases the yield in 25-30% for almost all crops: onion, green pepper, soybean, corn, sorghum, coffee, tea, red pepper and melon.

On the other hand, Clamens *et al.* (1998), in studies conducted in Maracaibo, Venezuela, used *M. oleifera* in order to evaluate the gum-producing capacity. Gum production was found in 17 species belonging to eight families and although moringa was not one of the most outstanding in this type of product, it was among the ones selected for this purpose.

Moringa is a plant of multiple usages, because these gummous products are used in important types of industries, such as food, pharmaceutical, cosmetic industry and others; in the elaboration of the most diverse products, such as sweets, milk derivatives, canned foodstuffs, gaseous beverages, dietetic products, emulsions, tablets, colored sweets, syrups and suspensions, emulsions and creams, sticking tapes, paper, tints, paints, cloths and metals.

### ***General considerations***

The shrub *M. oleifera* has great ecological plasticity, because it is capable of adapting to the most diverse edaphoclimatic conditions. Its nutritional value and the high biomass yields make it an important plant genetic resource in production systems, which can be consumed by different animal categories.

Moringa is a plant of multiple usages and properties, such as living fence, windbreak, green manure, ethanol and gum production; hence it is an interesting species for the tropics.