CAPITULO 4
EL CULTIVO DE LOS ARBOLES DE MORINGA

CAPITULO 4: EL CULTIVO DE LOS ARBOLES DE MORINGA

Página

4.1 Los múltiples usos de la Moringa oleifera y de otras Moringaceae de similar utilidad 197

4.2 La Moringa oleifera en su país de origen 199

4.3 Introducción de la Moringa oleifera en el Sudán 200

4.4 Experimentos de cultivo en viveros del Sudán 202

4.4.1 Instituciones e investigadores que han colaborado 202

4.4.2 Materiales y métodos para los estudios de germinación 203

4.4.2.1 Origen de las semillas 203

4.4.2.2 Métodos de tratamiento previo 204

4.4.2.3 Composición de los suelos 205

4.4.2.4 Otros métodos de germinación 206

4.4.3 Parámetros que afectan la germinación de las diferentes semillas de moringa 206

4.4.3.1 Tasa de germinación y zona climatológica 206

4.4.3.2 Tratamiento previo de las semillas 207

4.4.3.3 Velocidad de germinación y época anual 207

4.4.3.4 Importancia del suelo y de la sombra 209

4.4.3.5 La germinación con relación a la antigüedad de las semillas 211

4.4.4 Desarrollo de los plantones hasta convertirse en árboles con frutos 214

4.4.4.1 Métodos de siembra de plantones 214

4.4.4.2 Efectos del cuidado en la supervivencia de las plantas 214

4.4.4.3 Efectos del cuidado respecto al índice de crecimiento 216

Página

4.4.4.4 Efectos del cuidado respecto a la aparición de flores y frutos 219

4.4.5 Experimentos de propagación vegetativa de la Moringa oleifera 219

4.4.5.1 Métodos (esquejes y acodo aéreo) 219

4.4.5.2 Parámetros que afectan el brote y la supervivencia de los esquejes 222

4.5 Comentario sobre los resultados de la propagación de la moringa en el Sudán 222

4.5.1 Requisitos para una óptima germinación 222

4.5.2 Evaluación del desarrollo de los árboles cultivados de semillas 224

4.5.3 Evaluación del cultivo de Moringa oleifera mediante propagación vegetativa 225

4.5.3.1 Acodo 225

4.5.3.2 Propagación a partir de esquejes 226

4.5.4 Habitat natural y cultivo tradicional esporádico de las especies silvestres de moringa en relación a los resultados experimentales obtenidos en el Sudán 227

4.6 Plagas de insectos que afectan a la moringa 230

4.6.1 Ataques de defoliación en el Sudán 230

4.6.2 Causas de defoliación en la India 230

4.6.3 Causas de daños a brotes y frutos 232

4.6.4 Causas de daños al tronco 233

4.6.5 Causas de daños a los esquejes 233

4.6.6 Comentario sobre los peligros que representan las plagas de insectos para el cultivo de la moringa 233

4.7 Bibliografía 238

CAPITULO 4: EL CULTIVO DE LOS ARBOLES DE MORINGA

4.1 Los múltiples usos de la Moringa oleifera y de otras Moringaceae de similar utilidad*

Los promisorios resultados obtenidos a partir de nuestros experimentos en el tratamiento de agua con semillas de moringa señalan la importancia de iniciar campañas para el cultivo de la Moringa oleifera tan pronto como sea posible; conviene que también se preste consideración al cultivo de otras especies de moringa, cuyas semillas han sido experimentadas como coagulantes.

Actualmente, el interés en esta familia de plantas ha aumentado también debido a otras razones. En la última década, en distintos países tropicales en vías de desarrollo, científicos e instituciones vienen propiciando no sólo el cultivo de la Moringa oleifera, sino recomendando también el cultivo sistemático de otras especies de moringa, tales como la Moringa peregrina y la Moringa Drouhardii, como fuentes potenciales de alimentación.

Según experiencias en la India, las hojas frescas de la Moringa oleifera son más nutritivas que la mayoría de otras hortalizas, con excepción del chili. Se dice que los pobladores de Burkina Faso consumen hasta 80 g de estas hojas al día (Busson 1965). Las hojas de Moringa oleifera contienen igual cantidad de vitamina A (11 300 IU/100 g) que los tubérculos de zanahoria y son más ricas en vitamina C que los tomates, los rábanos, las zanahorias y los guisantes. Su contenido proteico equivale al de los guisantes (6,7 g/100 g) y las cantidades de calcio y fósforo son mayores que en muchas otras hortalizas (Peter 1979, para Senegal cf. también Kerharo 1969). Otros minerales que se han detectado en las cenizas de las hojas son Fe, Zn, Mg, Na, S, y Cl (Rajkumar et al. 1973).

La Moringa oleifera es valorada también como forraje para el ganado en las zonas montañosas que son irrigadas con las lluvias de estación que no se prestan para el cultivo intensivo de pastos y leguminosas durante todo el año. A diferencia de otros árboles, las hojas no contienen ácido tánico (que reduce la digestibilidad de las proteínas) y sí 11,09% de proteínas crudas digeribles y un total de 61,49% de nutrientes digeribles (Negi 1977).

Fue un geógrafo alemán quien observó por primera vez en 1938, en las montañas Konso al sur del lago Chamo, el uso de hojas de Moringa stenopetala como coles o repollos (Nowack 1954). El cultivo del árbol en

---

* Se encuentra un resumen en Jahn, Musnad, Burgstaller 1985.

jardines de campesinos y terrazas, así como la comercialización de las hojas constituyen igualmente una práctica entre muchas otras tribus del sur de Etiopía (Kuls 1958). Aun actualmente se considera que estas hojas son una planta importante en la estación seca, no sólo para los konso y los burji en Etiopía (Göttsch, Engels y Demissie 1984) sino también para las minorías de la misma tribu en la región de Marsabit, en el norte de Kenia (Guyo, com. pers. 1984).

Las raíces de Moringa oleifera y la corteza de Moringa stenopetala se utilizan como condimentos y su sabor es a "rábano picante". Se considera más importante aún el aceite de las semillas de Moringa peregrina, M. oleifera y M. Drouhardii, cuyos usos tradicionales difieren en Egipto, el sur de Madagascar y países asiáticos; siendo su composición química similar. Recientemente se ha recomendado su uso en gran escala como aceites comestibles (Ibrahim et al. 1974, Delaveau y Boiteau 1980).

En estudios sobre plantas melíferas se ha comprobado que las flores de Moringa oleifera producen un néctar que debería explotarse en la apicultura. En la India se observó que las abejas obreras se acercaban a las flores desde el amanecer y permanecían en plena actividad llegado el mediodía, con el sol a plenitud. Aparte del néctar, se observó que colectaban también polen. El análisis químico de las flores mostró la presencia de 0,90% de azúcares reductores y 11,81% de azúcares no reductores (Nair y Singh 1974).

Recientemente, químicos de la India han logrado separar de los tallos de Moringa oleifera, al 4-hidroximellein, el cual es un potencial agente regulador de la fertilidad, que se ha detectado por primera vez en una especie vegetal (Saluja et al. 1978).

En el Instituto Superior de Los Baños, en Filipinas, se examinaron extractos de las raíces de Moringa oleifera a fin de determinar sus propiedades nematicidas. Estos extractos de raíces fueron los más efectivos, comprobados tanto en el laboratorio como en los experimentos de campo, en donde se les aplicó como embebedor del suelo en plantas de tomate inoculadas (Hoan y Davide 1979). El cultivo sistemático de la moringa también podría servir para reemplazar los costosos productos químicos que se emplean en el control de nemátodos con este tipo de tratamiento.

En la India, se ha encontrado además que los extractos de la Moringa oleifera ejercen una acción antiviral contra las cepas del mal de Ranikhet (idénticas al virus de la enfermedad de Newcastle). Esta actividad aparentemente la realizan moléculas de proteína biológicamente similares a la interferona (Babbar et al. 1982).

Como las semillas de Moringa stenopetala y Moringa Drouhardii contienen las mismas sustancias antimicrobianas que las semillas de Moringa oleifera y peregrina (Eilert, Wolters y Nahrstedt 1981 y Nahrstedt, com. pers. 1983) y como la corteza y raíces de stenopetala, Drouhardii,

ovalifolia y longituba tienen diversas aplicaciones en la medicina popular humana y veterinaria - lo cual aparentemente se debe a que tienen un aceite de mostaza igual o parecido - estas otras especies de moringa también podrían utilizarse como plantas con sustancias germicidas (cf. Jahn 1981 y Jahn, de próxima edición).

La Universidad Agraria de Tamil Nadu, en la India, ha realizado trabajos de investigaciones agronómicas para perfeccionar los métodos de cultivo de la Moringa oleifera. En Kudumiyan Malai, se estableció un centro especial para el desarrollo de estas actividades (Ramachandran, Peter y Gopalkrishnan 1980, Sambandam, com. pers.). Por otro lado, el Centro de Investigaciones de Biomasa de Banthra, cerca de Lucknow, ha incluido a los árboles de Moringa oleifera junto con otros árboles de rápido crecimiento en un proyecto quinquenal de plantación masiva de árboles que producen energía. Una de las razones para su elección fue que estos árboles pueden cultivarse en "tierras marginales" y servir tanto de fuente de combustible como alimentos (Gupta 1983). Además, antes ya se había sugerido el uso de la madera de dicho árbol como materia prima en la industria del papel (Verma et al. 1976).

4.2 La Moringa oleifera en su país de origen

La Moringa oleifera Lam., cuyo cultivo se extiende actualmente a todo el cinturón tropical, es un árbol oriundo de las regiones de Agra y Oudh, al sur de los montes Himalaya en la India noroccidental, donde puede encontrarse a alturas de hasta 3000 pies (aprox. 1000 m). El árbol de moringa nativo rara vez crece en los cerros, más bien suele encontrársele en las zonas rasas de pastizales junto con la Acacia catechu y en las riberas de los ríos (Jumna*, Song y Suswá) y en las corrientes intermitentes (Osmaton 1927, Kanjilal 1911). Los nombres vernáculos del árbol no trascienden su región de origen. Sin embargo, bajo el nombre sánscrito de "shigru", la Moringa oleifera ya aparece mencionada en el "Sushruta Samhita", escrito a inicios del primer siglo A.C., pero basado en tradiciones orales mucho más antiguas (Bhishagratna 1963). Se ha comprobado entonces que el cultivo de este árbol en otras partes de la India data de milenios; los indios ilustrados sabían, cuando menos, que las semillas servían para producir aceite, y las usaban también con propósitos medicinales. Es probable que la gente común conociera también los usos de la moringa como forraje y hortaliza. En el norte de la India se observaron diferencias entre la variedad silvestre y la cultivada de Moringa oleifera. Los árboles silvestres no tenían flores blancas sino rosadas y la mayoría de sus flores y frutos eran de sabor amargo y por lo tanto no se les consideraba comestibles (Kanjilal 1911, Osmaton 1927).

---

* O "Yamuna", según la transcripción.

El nombre latino actual de "Moringa" para las especies y para toda la familia (Moringaceae) se remonta a la descripción de la planta que hiciera Burmann (1736) en el "Thesaurus Zeylanicus" (la flora de Ceilán), pero parece que la amplia gama de nombres vernáculos que se asemejan a "Moringa" o que pueden entenderse como una deformación lingüística de este nombre (cf. Apéndice 2) se originaron antes y en forma independiente a la clasificación científica. En ambos casos se hace una referencia al nombre del árbol en las lenguas dravidianas (Morunga).

Aún en nuestros días, el cultivo de la moringa goza de gran popularidad en la tierra de los drávidas, en la India meridional, en su lugar de origen: sobre todo en Tamil Nadu y Kerala.

4.3 Introducción de la Moringa oleifera en el Sudán

Los primeros especímenes de Moringa oleifera procedente del Africa que se encuentran en los herbarios de Londres y París son de árboles cultivados en los jardines de Senegal entre 1825 y 1830. En 1868 se obtuvo un espécimen del jardín botánico de El Cairo. Es difícil determinar si el árbol se cultivaba ya esporádicamente en el Sudán en aquella época.

A comienzos del siglo XX, durante el gobierno británico, se introdujeron en el Sudán árboles exóticos de interés para la agronomía y la silvicultura. Entre éstos había varios árboles de la India, debido a que muchos oficiales de la colonia reclutados para el Sudán habían servido anteriormente en la India. Se sabe, por ejemplo, que el primer árbol neem (Azadirachta indica) se plantó en Shambat, cerca de Jartum en 1916, con semillas obtenidas de Nagpur. Se sabe que ya en 1917 se había introducido su cultivo también en Ecuatoria (Rejaf) (Jackson 1960). Es probable que la Moringa oleifera haya comenzado a cultivarse en los jardines privados y públicos de las zonas gubernamentales a lo largo del Nilo Azul y del río Nilo por lo menos una década más tarde. En la publicación Flora of the Sudan, aparecida en 1929 (Broun y Massey), todavía no se le menciona y en la Sudanese Flora, más detallada y publicada veinte años después (Andrews 1950), sólo se menciona que el árbol era "procedente de la India".

Los habitantes de mayor edad de Wad Medani, Sennar, Rufaa y Shindi recuerdan que había muchos árboles de moringa en los jardines de los "extranjeros" y en los paseos a lo largo del Nilo, a donde los enviaban cuando niños para recoger semillas que luego servían para purificar el agua. En Sennar, el árbol era conocido también como "shagara al shabb" (= árbol de alumbre), pero después que se introdujeron los sistemas de abastecimiento de aguas tratadas o pozos, los árboles se descuidaron y acabaron desapareciendo. En los lugares en donde subsisten los árboles de Moringa oleifera en las regiones semiáridas del Nilo Azul o de la provincia del Norte, los pobladores rurales aún los aprecian por sus cualidades de purificación del agua; incluso hoy en día suele

encontrárseles sobre todo en los jardines de los comerciantes, de los omdas (exalcalde o gobernador de un poblado), jeques religiosos y otras personas que cumplen un papel dirigente en la vida social de la comunidad (Jahn 1977).

Si bien hay actualmente unos 2,000 indios que habitan en el Sudán, es evidente que su presencia no contribuyó a difundir el cultivo de la moringa. Sus padres y abuelos aprovecharon su condición de ciudadanos británicos para emigrar cuando las condiciones de vida en Guajarat (India occidental, al norte de Bombay) se tornaron demasiado duras. La mitad de ellos viven actualmente en Omdurmán, donde las mujeres y los niños llegaron en la década de 1920. Dos estudiantes sudanesas del Colegio para Mujeres de la Universidad de Ahfad, a quienes encargué realizar algunas entrevistas en esta comunidad hindú, no pudieron comprobar que el árbol hubiera sido plantado en los jardines de sus casas de Omdurmán o que sus familiares lo hubieran cultivado en Wad Medani (Awad el Sayid y Yousif 1981). Como la mayoría de estos guajaratis son comerciantes de géneros, perfumes, té y especias de la India y actualmente también de importaciones occidentales, quizá su interés en la horticultura sea menor. La gente de mayor edad conocía bien los usos de la Moringa oleifera en sus lugares de origen, en la India.

Por otro lado, las minorías fellata (inmigrantes de distintos países del Africa noroccidental) trajeron el árbol durante este siglo, como planta medicinal, a ciudades y poblados de la provincia del Nilo Azul y Kordofan, aprendiendo más adelante de los árabes del Sudán a utilizar las semillas para tratar el agua (Jahn 1977).

La Moringa oleifera se introdujo en el sur del Sudán de manera más esporádica, pero el herbario de Kew posee especímenes de Tonj y Kagelu (Ecuatoria) ya desde 1937. Además, se dice que su introducción en Bahr el Ghazal fue gracias a los miembros de las tribus dinka, que se desplazaban entre esta provincia y la zona colindante de Darfur del sur.

A mediados de los setenta, se encontraron algunos árboles de Moringa oleifera en el vivero de la Estación de Investigaciones Forestales de Soba. Un organismo internacional ha sugerido que se les cultive en el Sudán para comprobar su utilidad como cercos vivos. La primera vez que los vi se encontraban en bastante malas condiciones, teniendo en cuenta las grandes dificultades de irrigación en esta parte de la Estación. Sin embargo, las semillas se recogían desde varios años atrás, por lo que el Dr. Hamza Mohamed El Amin nos abasteció amablemente con material de sus reservas. El cultivo de la moringa en las entidades públicas tuvo un mayor éxito en los suelos arenosos de El Obeid (Kordofan septentrional), en donde los árboles habían sido plantados con propósitos ornamentales, en los jardines de algunas escuelas y en el jardín de la Estación de Investigaciones de Gum.

En Jartum sólo había dos árboles, que yo conocía desde diez años atrás, y de donde regularmente tomaba algunas semillas para el trabajo de campo.

Uno estaba en el Jardín Botánico y el otro en el jardín del Departamento de Horticultura, en Mogren. Un tiempo antes de que fueran talados, una nueva empleada, la señorita Zainab Mohammed Ahmed, graduada del Colegio de Ahfad, sugirió a los jardineros del Palacio Nacional de la Amistad que intentaran sembrar algunas semillas de moringa, dada su prestancia como árbol ornamental y porque sabía por nosotros sobre su utilidad. Como el Palacio de la Amistad es un centro cívico destinado a conferencias políticas y culturales, el equipo de horticultura contó con facilidades excepcionales y los tres árboles se desarrollaron muy bien y produjeron frutos de primera calidad. En etapas posteriores de nuestro proyecto nos fueron de gran ayuda, pues pudimos usar sus semillas y tomar esquejes para experimentos de reproducción vegetativa.

4.4 Experimentos de cultivo en viveros del Sudán

4.4.1 Instituciones e investigadores que han colaborado

En 1979 se inició el programa de cooperación con expertos en silvicultura y horticultura para determinar las condiciones óptimas para el cultivo de la Moringa oleifera en diferentes partes del Sudán.

El Proyecto Forestal Sudano-Alemán (apoyado por la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)) de Kagelu (Ecuatoria) fue el primero en ser abastecido de semillas. Los experimentos se efectuaron bajo la supervisión del responsable del proyecto, Dr. George Conn, y de su asistente, el Sr. Erkolano Jada Lado.

A fines de 1980 se iniciaron los experimentos de cultivo en la provincia de Jartum. El Colegio para Mujeres de la Universidad de Ahfad se interesó en colaborar en el marco de los trabajos que debían realizarse para la graduación. Dos jóvenes, las señoritas Afaf Ishaq Yousif y Nagat Abdel Azim Awad el Sayid, próximas a graduarse en ciencias de la familia, decidieron realizar estudios sistemáticos de germinación y ensayos de reproducción vegetativa bajo la dirección de su profesor etiope, el señor Hailou Wendie, catedrático de producción alimentaria y botánica de dicho centro de estudios. Al mismo tiempo, se iniciaron nuevos experimentos de cultivo en la Estación Forestal de Soba, bajo la supervisión del profesor Hassan Musnad de la sección de Investigación en Zonas Aridas, quien había ofrecido asesorar a las jóvenes. La programación de los estudios de germinación se hizo acorde con los horarios del colegio.

En noviembre de 1981 el doctor Hassan Musnad y el personal a su cargo iniciaron una nueva serie de experimentos en Soba, donde al mismo tiempo pudo contarse con un terreno mucho más favorable para el cultivo posterior de grandes cantidades de plantones. Desafortunadamente, la Estación sufrió durante la época de lluvias de 1982 la avería total de las bombas. Por lo tanto, la germinación de plantas de moringa que

necesitábamos para desarrollar el proyecto sobre coagulación doméstica del agua y cultivo de la moringa en viviendas rurales debió trasladarse de Soba al vivero de la Estación Forestal de Mogren, en Jartum. El trabajo estuvo a cargo principalmente de la señorita Zainab Mohammed Ahmed (cf. 4.3), quien en la actualidad es asistente principal del Departamento de Horticultura, y de una voluntaria británica y bióloga graduada, la señorita Christine Sherringham, ambas trabajaron con nosotros durante la época de avenida y su trabajo fue financiado con un aporte especial de OXFAM.

Después que dejé el Sudán a comienzos de 1983, el doctor H. Burgstaller*, jefe del proyecto de protección de plantas de la GTZ en Jartum, nos ayudó a desarrollar otros experimentos de cultivo, los que incluían especies de Moringa que antes no habíamos podido cultivar. El trabajo de campo estuvo a cargo del investigador - estudiante Mohammed Mudathir Mohammed Ahmed.

4.4.2 Materiales y métodos para los estudios de germinación

Al igual que en los estudios sobre tratamiento de agua, se proporcionan seguidamente múltiples detalles sobre el trabajo experimental y las dificultades surgidas debido al tiempo relativamente frío, la sequía y fallas en la irrigación, susceptibles de ocurrir en los países tropicales en vías de desarrollo. Se espera así colaborar sobre todo con los consultores técnicos sin experiencia práctica previa en programas de plantación de árboles.

4.4.2.1 Origen de las semillas

Moringa oleifera Lam.

Las semillas para los estudios de germinación realizados en Ecuatoria eran originarias de jardines de las escuelas de El Obeid (Kordofan), y fueron recogidas para nosotros por funcionarios forestales de la localidad. Si bien en el jardín del Colegio de la Universidad de Ahfad había, entre sus árboles ornamentales, un viejo y descuidado árbol de Moringa oleifera, los estudiantes sólo recogieron semillas del Vivero Forestal de Soba. Desde 1981, la mayoría de nuestras semillas ha provenido de los árboles del jardín del Palacio de la Amistad. Gran parte de las mismas fueron recogidas durante el período normal de vegetación. Sin embargo, en el momento de efectuar los experimentos, en 1983 - 1984, éstas no se hallaban frescas.

---

* Quien actualmente es jefe del Proyecto sobre Control de Ratas de Campo de la GTZ en El Cairo, Egipto.

Moringa stenopetala (Bak. f.) Cuf.

Las semillas fueron enviadas por David Roberts Wildlife Lim. (Baringo) y fueron recogidas en marzo de 1980 cerca del lago Baringo, Kenia.

Moringa peregrina (Forssk.) Fiori

Las semillas se obtuvieron en el herbario de El Cairo (Egipto) en agosto de 1981. No fue posible precisar ni su origen ni la fecha de recolección. La información general sobre el árbol hacía referencia a los wadis* que se encuentran a lo largo del Mar Rojo.

Moringa Drouhardii Jumelle

Las semillas se recogieron en Ambovombé, en la región de Androj al sur de Madagascar, durante una visita que efectúe en diciembre de 1982.

Moringa longituba Engl.

Las semillas se recolectaron durante un viaje de campo que realicé a Somalia en marzo de 1982, en Lafolee, cerca de Mogadishu.

4.4.2.2 Métodos de tratamiento previo

1. Las semillas se dejaron en agua fría durante 24 horas antes de sembrarlas (Omdurmán), o se mantuvieron 24 horas en el refrigerador antes de sembrarlas a + 8°C (Burgstaller).

2. Las semillas se echaron en agua hirviendo y luego se dejaron enfriar durante 24 horas (Omdurmán), o 48 horas (Soba). Antes de sembrarlas se lavaron con agua corriente.

Las estudiantes de Ahfad les extrajeron los apéndices foliáceos tanto antes de los tratamientos previos señalados así como para el control sin tratamiento. Dicho procedimiento no se siguió sistemáticamente en las otras series experimentales.

3. Se vació ácido sulfúrico comercial concentrado en un plato petri. Se colocaron las semillas en el ácido durante dos minutos y luego se lavaron profusamente con agua corriente antes de sembrarlas (Soba).

---

* Valles atravesados por el cauce de un arroyo que se seca en tiempo seco (N. de T.).

4.4.2.3 Composición de los suelos

En Ecuatoria, la tierra con la cual se llenaron las bolsas del vivero probablemente consistió en humus. La composición de los suelos de los viveros del Sudán septentrional fue la siguiente:

	arcilla (limo del río)	arena	fertilizante
Ahfad College Omdurmán	1 parte	2 partes	ninguno
Estación de Silvicultura de Soba			
Tipo 1	1 parte	3 partes	ninguno
Tipo 2	1 parte	3 partes	10% de abono animal
Tipo 3	1 parte	3 partes	5% de úrea
Vivero del Arboreto de Mogren			
Tipo 1	1 parte	3 partes	1 parte de materia orgánica
Tipo 2	1 parte	1 parte	1 parte de materia orgánica
Tipo 3	1 parte	1 parte	
Tipo 4	1 parte (capa inferior)	1 parte (capa superior) en las bolsas	
Tipo 5	100%		
Estación de protección de los cultivos de GTZ en Mogren			
Tipo 1	1 parte (esterilizada)	1 parte	ninguno
Tipo 2	3 partes (esterilizadas)	1 parte	ninguno

Además se llevaron a cabo algunos experimentos de muestra con arena pura y arcilla local de Soba (alcalina y salina).

4.4.2.4 Otros métodos de germinación

Siembra

Se colocó la tierra en bolsas de polietileno de 25 x 24 cm con orificios en la base. La siembra se hizo a 1 cm bajo la superficie de la tierra. En Soba, se sembraron 2 semillas de Moringa oleifera por bolsa. Para los estudios de germinación del proyecto sobre protección de cultivos se utilizaron macetas plásticas de 18 cm de diámetro y 10 cm de altura.

Condiciones de iluminación

En los viveros de Omdurmán y Mogren, la germinación tuvo lugar a media sombra. En la Estación de Silvicultura de Soba, se realizaron experimentos comparativos con sombra total y media sombra, proporcionada por diferentes arreglos de espacio de los techos de bambú.

En Mogren se obtuvo una media sombra tanto con árboles como con techos de bambú, y en los experimentos realizados por el personal del proyecto sobre protección de cultivos de la GTZ se estudió también la germinación a plena luz en un lote abierto en Mogren, cerca del Nilo Blanco.

Irrigación

En Soba, las bolsas con retoños fueron colocadas en lechos hundidos de concreto y la irrigación se efectuaba diariamente inundando los lechos.

En Omdurmán, las bolsas se humedecían diariamente con una regadera. También se regaba diariamente en la unidad de protección de cultivos, en donde todos los estudios de germinación se realizaron durante la estación seca.

En el vivero forestal de Mogren, la irrigación del canal durante la temporada de lluvias sólo se hacía cada 48 horas.

4.4.3 Parámetros que afectan la germinación de las diferentes semillas de moringa

4.4.3.1 Tasa de germinación y zona climatológica

De 103 semillas sembradas en la primavera de 1979 en el vivero de Kagelu, zona de bosque pluvial, germinaron 97: esto es, 94%.

En los experimentos de germinación realizados en la zona semiárida de la provincia de Jartum, los índices de germinación fueron de 92 - 100% con

condiciones óptimas del suelo y sombra. Al final, los porcentajes de germinación para especímenes seminales comparables fueron igualmente altos en el Sudán septentrional y meridional.

4.4.3.2 Tratamiento previo de las semillas

La germinación de algunas semillas de árboles forestales se puede acelerar con un tratamiento previo en el cual se lavan los microbios adheridos a la semilla o el lavado actúa incluso como germicida. Además, se sabe que dichos tratamientos previos ablandan las duras cáscaras de la semilla. El tratamiento previo se aplica sobre todo cuando las semillas han estado almacenadas durante varios meses. Debido al éxito obtenido con estos métodos - por ejemplo, en el caso de semillas de acacia y semillas de Parkinsonia aculeata (Musnad 1981) - se ensayaron igualmente tratamientos previos con semillas de Moringa oleifera.

Los experimentos realizados por el ingeniero forestal de Soba con tratamiento previo de las semillas de Moringa oleifera y Moringa stenopetala no dieron buenos resultados. Por el contrario, la frecuencia de germinación de las semillas tratadas fue menor que la de las semillas no tratadas. Las estudiantes de Ahfad que repitieron los ensayos descubrieron que algunas semillas de Moringa oleifera germinaban 1-2 días antes, luego del tratamiento con agua; pero como el porcentaje total de germinación después de la exposición tanto al agua fría como al agua caliente fue sólo de 70%, comparado con el 100% obtenido en el caso de control sin tratamiento, se abandonó la idea de seguir aplicando tratamientos previos.

El tratamiento previo de enfriamiento a + 8°C durante 24 horas, antes de la siembra, no dio mejores resultados en el caso de las semillas de Moringa oleifera y Moringa stenopetala, cuando se retrasó la fase inicial de la germinación y pudo reducirse la frecuencia de la misma. No pudo determinarse si el enfriamiento sirvió en el caso de las semillas de Moringa Drouhardii debido a las pequeñas cantidades que se utilizaron en el ensayo y a su baja frecuencia de germinación; pero en el caso de las semillas de Moringa longituba, se comprobó que este tratamiento facilitaba la germinación (Figura 35). Por desgracia, todos los retoños de estas especies no pudieron desarrollarse y se marchitaron pronto, sin que tengamos conocimiento de los motivos.

4.4.3.3 Velocidad de germinación y época anual

No se conocen los detalles del proyecto de Kagelu en cuanto a las fechas exactas de la siembra y la época hasta que pudo observarse la germinación.

Los experimentos de germinación en el vivero de Ahfad, en Omdurmán, se iniciaron el 26 de noviembre de 1980 (30 semillas). En Soba, la siembra

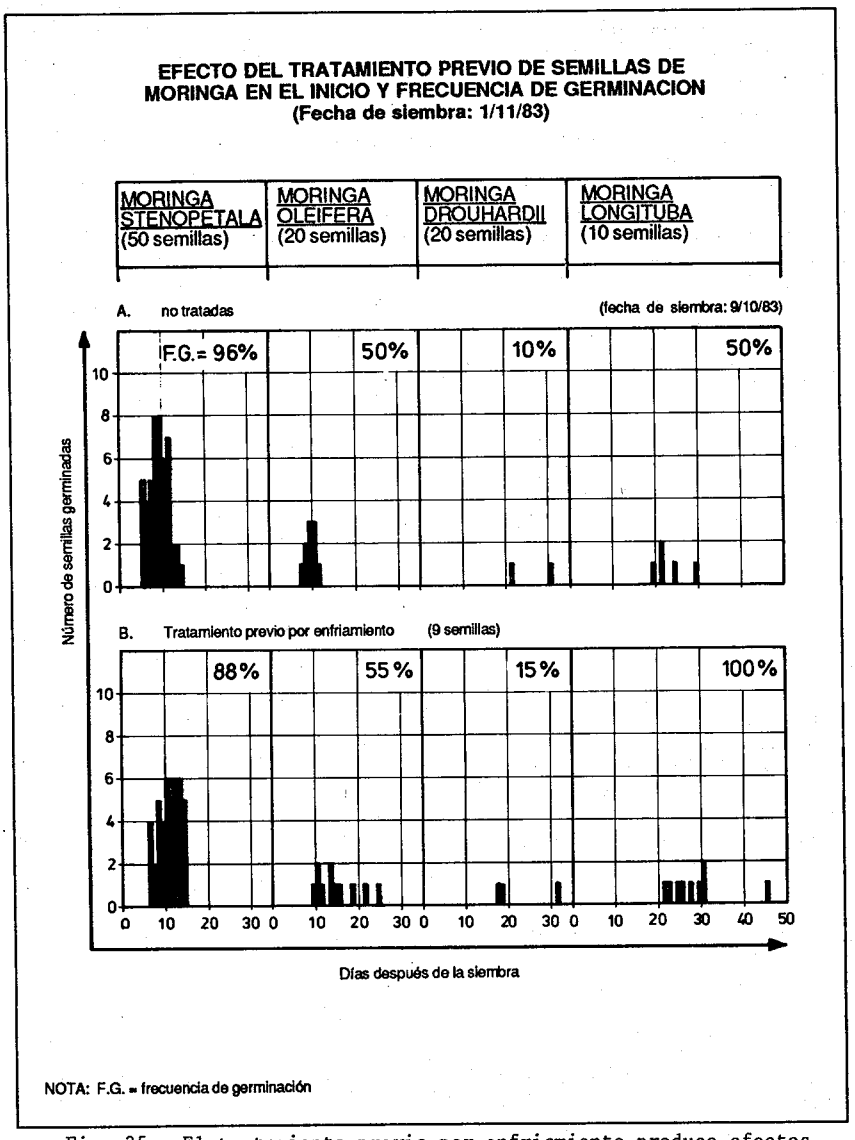


Fig. 35: El tratamiento previo por enfriamiento produce efectos negativos en la frecuencia de germinación y período de latencia de Moringaceae ya cultivadas, pero tiende a incrementar la frecuencia de germinación en las especies silvestres.

se realizó un año más tarde, el 18 de noviembre (80 semillas). En ambos casos la germinación no comenzó antes de 10 - 17 días. La germinación durante el mismo mes tardó mucho más en Soba que en Omdurmán, no obstante que ambos grupos permanecieron a media sombra y los suelos eran mezclas de arena y limo, lo cual podría explicarse por dos razones. Como noviembre es un mes de transición de temperaturas elevadas a temperaturas relativamente frías durante la estación seca, las temperaturas promedio difieren más de un año a otro que en el caso de otros meses, y a veces se producen también drásticos descensos de temperatura de una semana a otra. Además, los lechos de almácigos en Soba fueron inundados sin que hubiera evaporación con el tiempo frío bajo sombra total, y ésta también fue pobre a media sombra. Por otro lado, los pequeños viveros improvisados del Colegio de Ahfad requerían el riego individual de las bolsas, por lo que las muestras de Soba podrían haber estado expuestas a un exceso de agua innecesario.

La manera en que la temperatura afecta la velocidad de la germinación también puede comprenderse a través del estudio comparativo realizado por el señor Mohammed Mudathir, bajo la conducción del doctor Burgstaller, en febrero y abril de 1984. En el caso de la Moringa oleifera y Moringa stenopetala la frecuencia de germinación para grupos de 50 semillas que permanecieron a media sombra fue casi la misma. Durante la estación calurosa y seca, en abril, los primeros brotes aparecieron después de 5 - 7 días y el grueso lo hizo 1 - 4 días más tarde; mientras que después de la siembra a fines de la estación seca y fría, a comienzos de febrero, los primeros retoños aparecieron después de 10 - 11 días y el resto no apareció sino 5 - 7 días más adelante. Algunas semillas incluso necesitaron de 30 - 40 días para germinar. El aumento de temperatura durante la estación seca favoreció igualmente la germinación de semillas de Moringa Drouhardii, si bien su frecuencia de germinación fue aún más alta en febrero.

Los estudios de germinación realizados en el vivero de Mogren durante la temporada de lluvias en 1982 comprendieron un número total de 700 semillas de Moringa oleifera, las que fueron sembradas en grupos de 100 ó 200, en días sucesivos entre el 22 y el 26 de agosto. El tiempo mínimo de germinación para un grupo fue de sólo 4 días. Casi 500 semillas germinaron a los 5 días (Figura 36). Así, la germinación aparente más rápida y más homogénea se obtuvo después de sembrar las semillas en un tiempo cálido y húmedo.

4.4.3.4 Importancia del suelo y de la sombra

Los suelos en los que fracasó la germinación totalmente fueron el limo local, alcalino y salino, de Soba y la mezcla de arena y limo con úrea como fertilizante. Las semillas no germinadas que habían estado en este último tipo de suelo tenían un fuerte olor a amoníaco. Esto podría haber sido por la descomposición bacteriana de la úrea, con lo cual el amoníaco envenenó a las semillas.

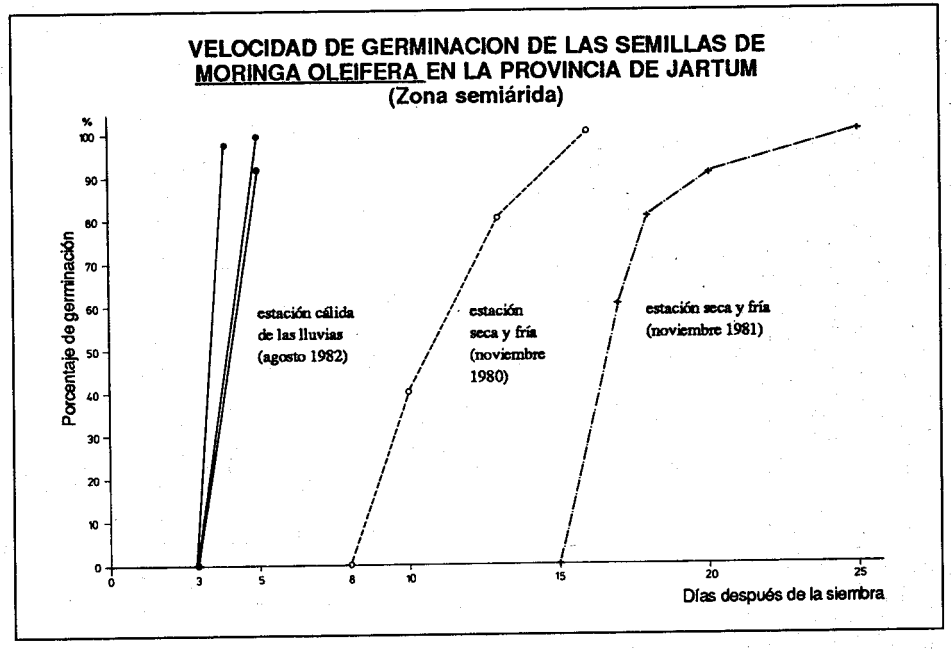


Fig. 36: Los períodos de latencia se reducen al elevarse la temperatura ambiental y aumentar el grado de humedad.

Con los otros tipos de suelo se obtuvo una germinación mayor de 90%, tanto en la estación seca como en la de las lluvias. El abono que se agregó al suelo con mezcla de arena y limo (3 : 1) en los experimentos realizados en noviembre produjo un porcentaje mayor y más rápido de germinación que el obtenido con suelo simple de arena/limo. Sin embargo, se ha comprobado que durante la estación de las lluvias, la cantidad de materia orgánica que se agrega a los suelos con mezcla de arena/limo no debe ser demasiado alta. Con un suelo que contenía 1 parte de arena, 1 parte de limo y 1 parte de materia orgánica, la germinación se retrasó 7 días, comparado con un suelo con 3 partes de arena, 1 parte de arcilla y 1 parte de materia orgánica, o suelos sin materia orgánica en los cuales hubo germinación después de 5 días.

En cuanto a la luz, las mejores condiciones para la germinación de las semillas de moringa fueron a media sombra. La sombra total dio como resultado tanto un atraso en la germinación como un menor porcentaje total de germinación. La plena exposición a la luz no afectó mucho la frecuencia de germinación ni el período de latencia promedio de las semillas de Moringa oleifera y Moringa stenopetala sembradas en febrero (Cuadro 21); pero cuando la siembra se hizo en climas más cálidos, a mediados de abril, la frecuencia de germinación de la Moringa oleifera y Moringa stenopetala fue sólo de 40% y 52% a plena luz, en comparación con 94% y 92% que se obtuvieron a media sombra. Las semillas de Moringa Drouhardii mostraron aún una mayor sensibilidad a la luz en el mes de febrero, si las macetas se dejaban en un terreno abierto. Sólo llegó a germinar un tercio. En abril, la diferencia entre la germinación a media sombra y a plena luz fue incluso mayor (una quinta parte).

4.4.3.5 La germinación con relación a la antigüedad de las semillas

Si bien las semillas de Moringa peregrina aún servían para los estudios sobre tratamiento de agua, probablemente eran demasiado viejas para la germinación. Como antes se mencionó, se desconocía su antigüedad exacta. Tanto en la estación seca como en la de las lluvias su frecuencia de germinación no excedió del 8% y permaneció igual en repetidos ensayos efectuados entre 1982 y 1984, iniciándose la germinación sólo unos días más tarde que en el caso de la Moringa oleifera (Figura 37).

Por otro lado, las semillas de Moringa oleifera y sobre todo las de Moringa stenopetala mantuvieron altos índices de germinación a pesar de haber estado guardadas varios años, como puede apreciarse en los resultados obtenidos en 1984 (Cuadro 21). En la India se llevaron a cabo mediciones sistemáticas del porcentaje de germinación de la Moringa oleifera con relación al tiempo de almacenamiento (Verma 1973). Infortunadamente los clonos hindúes de Moringa oleifera que se utilizaron en este tipo de estudios inclusive estando frescos tenían porcentajes de germinación de sólo 28 - 80%, por lo que no puede compararseles con las semillas utilizadas en el Sudán.

Indicador de Desarrollo	Moringa oleifera		Moringa stenopetala		Moringa Drouhardii	
	MS	L*	MS	L	MS	L
Porcentaje de germinación (cada grupo: 50 semillas)	86	78	98	96	18	6
Período de latencia para la mayoría de semillas (días)	15 - 18	15 - 16	18 - 19	13 - 15	25 - 28	aprox. 27
Tamaño promedio de los retoños 75 días después de la siembra (cm)	16.7	8	25.8	15.3	31.9	22
Tamaño máximo de los retoños 75 días después de la siembra (cm)	20	11	37	17	44	26

*MS = media sombra
L = plena luz

Cuadro 21: Germinación y crecimiento de los retoños de moringa a media sombra y a plena luz (Siembra efectuada a fines de la estación seca y fría, temperatura atmosférica al medio día del 9 al 24 de febrero: 29 - 34°C).

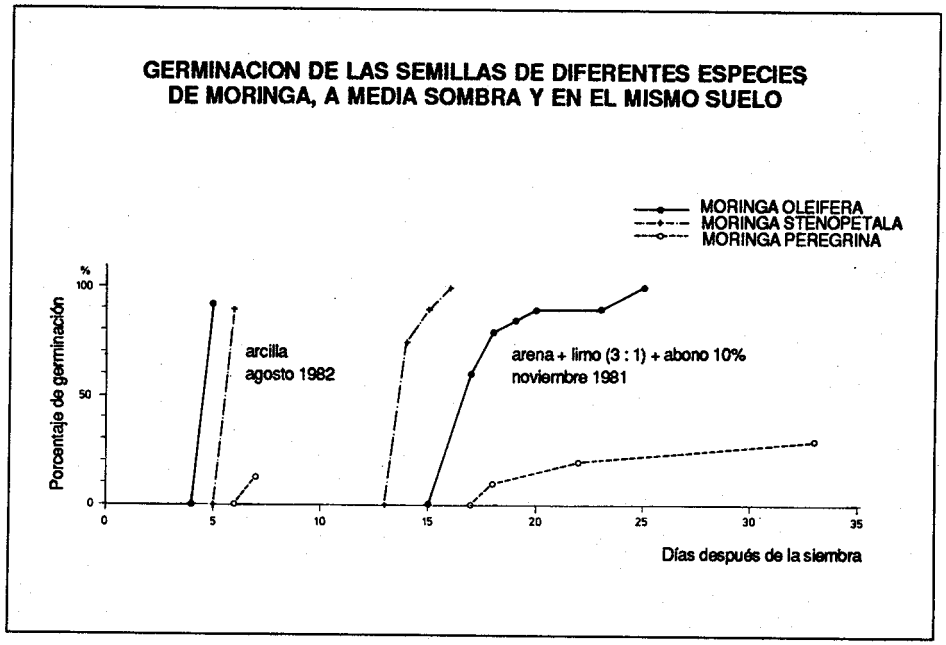


Fig. 37: Las semillas antiguas (Moringa peregrina) difieren sobre todo en cuanto a frecuencia de germinación respecto a los grupos de semillas frescas

4.4.4 Desarrollo de los plantones hasta convertirse en árboles con frutos

4.4.4.1 Métodos de siembra de plantones

En Ecuatoria, en julio de 1979 se trasplantaron 92 plantones a un suelo húmico laterítico, área en donde más adelante habría un jardín botánico. En ese momento los retoños tenían un tiempo de 4 - 5 meses, sin que se haya tomado nota de los tamaños promedio. Obviamente no se irrigó la parcela. Se continuó vigilando el desarrollo de los plantones de moringa en el Colegio de la Universidad de Ahfad sólo mientras estuvieron ahí presentes las dos estudiantes y su profesor.

Sólo pudieron hacerse observaciones sistemáticas a largo plazo del crecimiento de la Moringa oleifera y Moringa stenopetala en la Estación de Silvicultura de Soba. En noviembre de 1980, se transplantaron 31 retoños de ambas especies al Vivero Forestal de Soba, en una parcela debidamente arada, colocándolos en el centro de cada caballón según el procedimiento rutinario que se aplica con los árboles forestales (cf. Figura 38, según Musnad 1981). La zona fue nivelada y luego surcada con un tractor Massey-Fergurson 65. El arado empujó la tierra hacia ambos lados del surco. Se formaron caballones de 20 cm de altura y se dio a los surcos una profundidad de 30 - 35 cm con espacios de 2 metros. Para plantar los retoños se sacaron las bolsas de polietileno colocando cada bloque de tierra alrededor del plantón en una cavidad excavada en el lomo. Luego se apisonó la tierra alrededor de la planta. El espacio entre los retoños era de 4 m y su altura promedio de 21,5 cm (aprox. 6 meses de antigüedad). La irrigación se practicó llenando los surcos hasta la mitad cada 15 días. Esto corresponde a una irrigación de 800 m^3 por acre al mes. En experimentos anteriores se determinó que este era el método óptimo de regadío respecto a las condiciones de suelo y clima de la localidad (Musnad 1981). Un año antes se aplicaron métodos similares de plantación en una mejor parcela de tierra, próxima al vivero de la estación, a la que en adelante llamaremos "cinturón de protección del vivero".

4.4.4.2 Efectos del cuidado en la supervivencia de las plantas

En el proyecto de Kagelu, la prolongada sequía que duró desde diciembre de 1970 hasta abril de 1980, afectando a todas las zonas del Sudán meridional y en especial a la mayoría de las especies del vivero, parece ser la causa principal de que sólo sobrevivieran 41 de las 92 plantas (= 44,6%), según recuentos efectuados en agosto de 1980, 1 año y 3 meses después de realizada la plantación. Además, el jefe del proyecto pensó que también la ausencia de arena en el suelo había tenido efectos negativos en las plantas.

En el Vivero Forestal de Soba, 24 de los 31 árboles de Moringa oleifera (= 77,4%) y 16 de los 18 árboles de Moringa stenopetala (= 88,9%) sobrevivían 9 meses después de sembrados, como se observó en febrero de 1982. Este vivero está situado al oeste de la carretera Jartum-Wad Medani y, por ende, bastante lejos del Nilo Azul. Varias veces se presentaron condiciones difíciles de irrigación durante el período indicado.

Cuando se transplantaron al cinturón de protección del vivero 12 retoños de Moringa oleifera y 12 de Moringa stenopetala de los experimentos del año siguiente, quedaron protegidos incluso contra averías graves de la bomba, pues, en casos de emergencia, los cultivos próximos a las instalaciones de la estación reciben agua que se trae en tanques especiales desde Jartum para ayudar a las autoridades forestales. Este tipo de asistencia no siempre es satisfactoria en cuanto a cantidad, pero puede salvar a los árboles. En un recuento efectuado en enero de 1983, la tasa de supervivencia de los árboles de moringa fue de 100%, a pesar de que las bombas se averiaron totalmente durante la época de lluvias de 1982, como antes se indicó.

Los suelos de Soba, sobre todo en el vivero, son "suelos marginales" debido a la salinidad y alcalinidad de la marga. De manera que puede inferirse que la supervivencia de las plantas de moringa en estos dos experimentos dependió principalmente del riego.

4.4.4.3 Efectos del cuidado respecto al índice de crecimiento

En los experimentos de cultivo realizados en los viveros de Soba y Mogren los plantones se mantuvieron a media sombra. En otros estudios comparativos ha quedado demostrado, por lo pronto, que el traslado temprano de los plantones a plena luz en un terreno cercado puede ser desastroso. Se encontró que la media sombra favorece el crecimiento de los retoños de Moringa oleifera, Moringa stenopetala y Moringa Drouhardii. Su tamaño promedio y máximo fue 1,7 - 2,2 veces mayor que a plena luz. Dentro de cada especie en particular, los plantones que aparecieron primero en algún grupo generalmente tuvieron un desarrollo más rápido. Sin embargo, cabe destacar que el crecimiento relativo de los plantones de Moringa Drouhardii fue superior al de las otras dos especies, si bien las semillas tuvieron períodos de latencia más prolongados (Cuadro 19). Se comprobó además que los brotes de las tres especies, aun si se mantenían a media sombra, crecieron más lentamente durante la estación seca y cálida, en abril, que durante el período más frío de febrero.

En Ecuatoria, el tamaño de los árboles restantes de Moringa oleifera fue de 53 - 97 cm, con una antigüedad aproximada de 17 meses. Si se supone que en la fecha del transplante, julio de 1979, los plantones tenían un tamaño promedio de 20 - 22 cm, como en el caso de los primeros ensayos

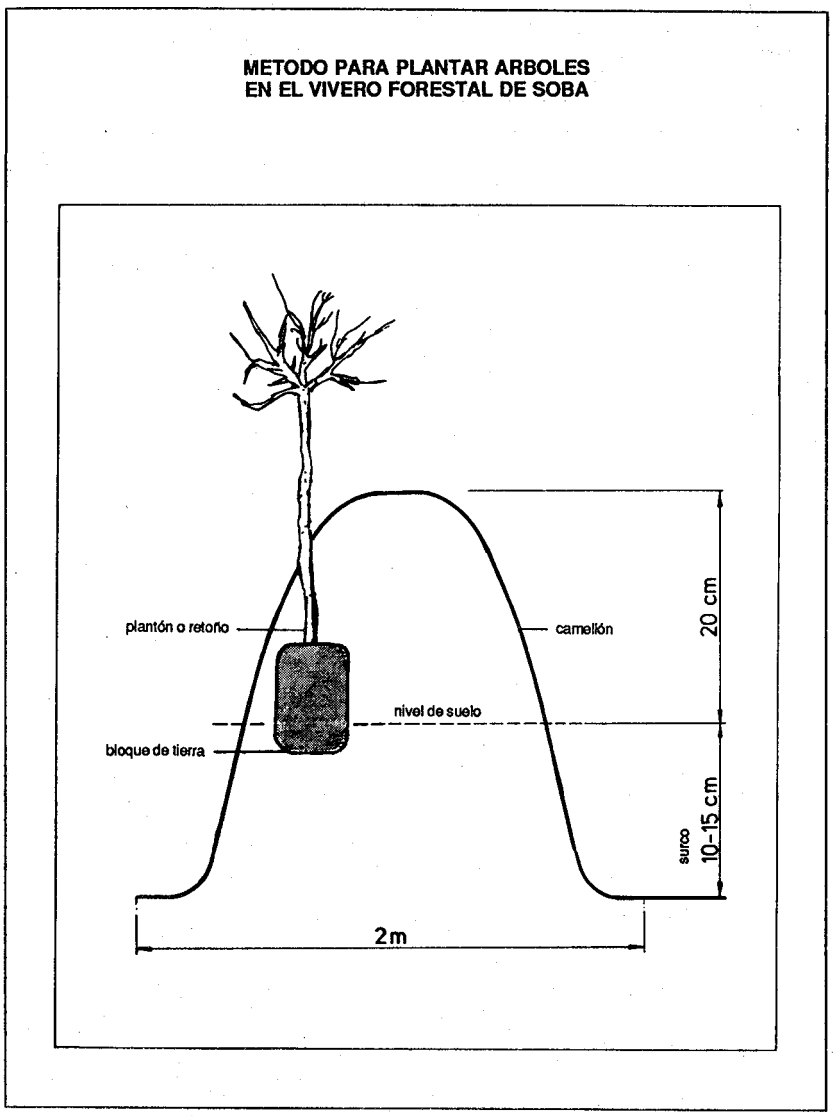


Fig. 38: La siembra de retoños en terreno arado permite un buen control de irrigación cuando se llenan 2 - 3 surcos hasta la mitad a un mismo tiempo y luego se cierran, antes de proceder con la siguiente sección de la parcela

realizados en el Sudán septentrional, su crecimiento anual sería solamente de 0,3 - 0,7 m.

En Soba se encontraron diferencias en cuanto al crecimiento de las especies específicas, tanto en los grupos de plantones cultivados en el vivero como en los cultivados en el cinturón de protección del vivero. La Moringa oleifera se convirtió en un fenotipo delgado semejante al abedul, y la Moringa stenopetala en árboles esféricos parecidos a los arbustos.

No obstante, cada una de las especies crecía a un ritmo diferente en las dos parcelas donde las condiciones de riego eran distintas. Los árboles de Moringa oleifera tenían un tamaño promedio de 2,12 m a los 14 meses de sembrados en el vivero, mientras que en el cinturón de protección del vivero su altura llegó, en el mismo tiempo, a los 4,45 m. La Moringa stenopetala creció en términos similares, alcanzando en promedio tamaños de 1,29 y 2,91 m en cada uno de los lugares respectivos. Casi el 21% de los árboles de Moringa oleifera (= 5 plantas) que estuvieron expuestos a períodos de escasez de agua en el vivero alcanzaron un tamaño de 1 m o menos, y el más pequeño medía apenas 60 cm. Entre los plantones de Moringa oleifera sembrados en el cinturón de protección del vivero, el árbol más bajo medía 1,80 m (Figura 39). También existe la impresión de que cuando las condiciones ambientales no son buenas, el desarrollo homogéneo es menor que bajo condiciones satisfactorias. En el cinturón de protección del vivero, el 66,6% de las plantas alcanzaron tamaños que se aproximaban al promedio.

Dado que las segundas tandas o grupos fueron evaluados dos veces, las mediciones permitieron apreciar pormenorizadamente los cambios en la tasa de crecimiento. En el caso de los plantones de Moringa oleifera, antes de ser transplantados, habían crecido a un promedio de 0,46 cm al día. Durante los primeros dos meses en el campo, la tasa aumentó a 0,92 cm al día y al hacerse la última evaluación, era de 1,56 cm al día (Figura 40). Calculado en términos de incrementos del crecimiento promedio anual, la Moringa oleifera llegó a 3 - 5,6 m al año en Soba. Este ritmo sobrepasó incluso el rápido crecimiento de las especies de eucalipto. En la provincia de Gezira en el Sudán, el Eucalyptus microtheca crece a un promedio de 2,5 a 3 m al año y las otras especies de eucalipto, E. camaldulensis y E. citriodora, que también se cultivan en el Africa oriental y occidental como "cultivos para combustible" de crecimiento rápido, el desarrollo anual sólo alcanza a 2 - 3 m (Nat. Acad. of Sciences 1980). La Moringa Drouhardii puede crecer incluso más rápido que la Moringa oleifera. Uno de los plantones logrados en noviembre de 1983 tenía un tamaño de casi 1,20 m después de 5 meses, en abril de 1984 (Burgstaller com. pers.).

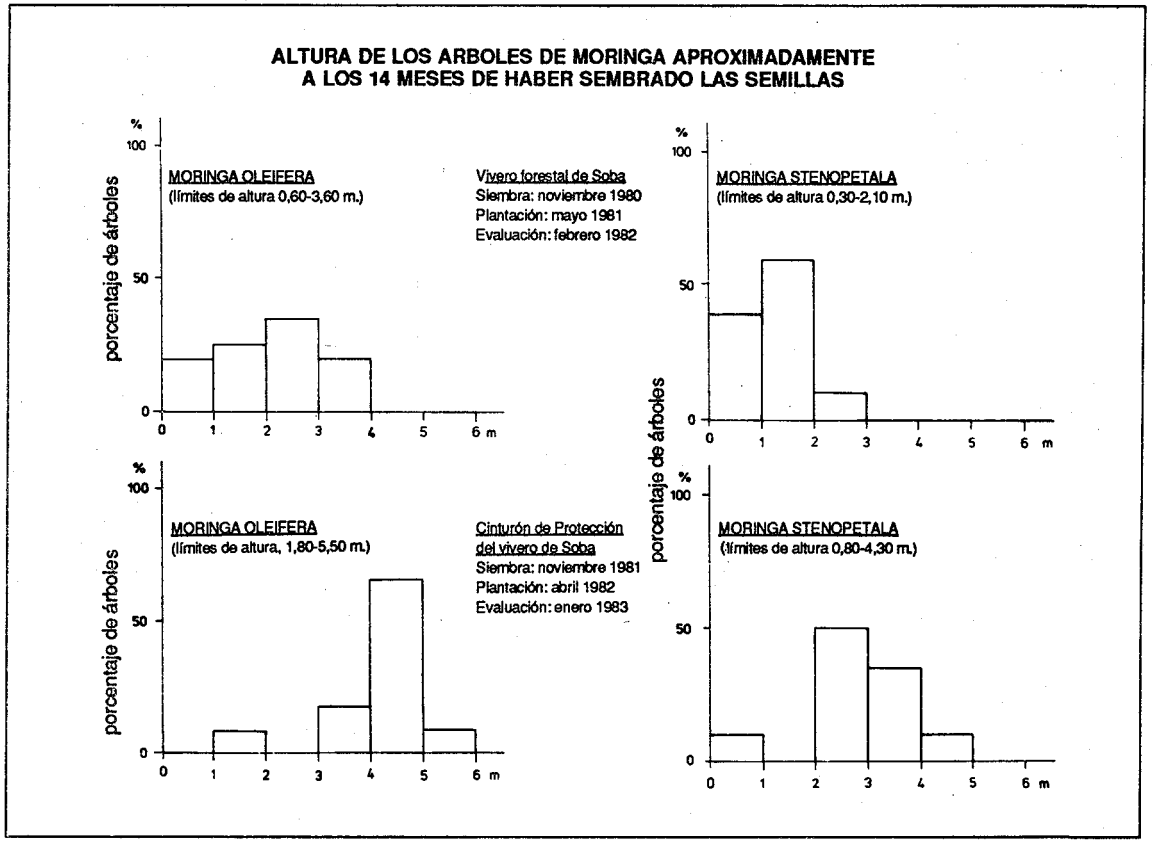


Fig. 39: Las restricciones en el riego, como ocurrió con los cultivos de moringa en el Vivero Forestal de Soba, producen serios retrasos en el crecimiento de los árboles

4.4.4.4 Efectos del cuidado respecto a la aparición de flores y frutos

Los árboles de Moringa oleifera sembrados en Kagelu no dieron flores sino después de los 17 meses.

En los experimentos realizados en Soba, las flores de los plantones de Moringa oleifera - que habían sido sembrados en el vivero y cuyo tamaño era no menor de 1 m - comenzaron a aparecer en enero de 1982 (a los 13 - 14 meses); los frutos comenzaron a dar en febrero. Al producirse la grave sequía en los meses posteriores e interrumpirse casi totalmente el riego en el vivero, los retoños parecieron marchitarse; sin embargo a fines de enero de 1983, algunos de los árboles que sobrevivieron tenían flores nuevamente, aunque sin una sola hoja.

El segundo grupo de retoños de Moringa oleifera que se transplantaron al cinturón de protección del vivero comenzó a florecer en setiembre/octubre de 1982, 10 - 11 meses después de la siembra, observándose la aparición de los primeros frutos hacia fines de ese período. Las flores y los frutos siguieron apareciendo paralelamente y, en menos de dos meses, algunos de los frutos ya habían madurado y estaban secos, lo cual permitió recolectar las semillas que servirían para purificar el agua. En una misma bolsa de germinación se sembraron dos semillas; los trabajadores del vivero no siempre separaron los dos plantones que crecieron al transplantarlos en el campo. Los árboles gemelos podían diferenciarse en cuanto a tamaño, pero hubo algunos que tuvieron el mismo índice de crecimiento. No obstante, las diferencias en cuanto a flores y frutos fueron significativas. Los mejores resultados se obtuvieron en los árboles individuales sembrados a determinada distancia de otros árboles, con lo cual no disminuía el suministro de agua y de nutrientes del suelo. También se obtuvo un desarrollo óptimo de los plantones en el caso de algunos especímenes encargados en el verano de 1982 a los horticultores del Centro Islámico Africano de la carretera Jartum-Wad Medani, quienes están al cuidado de una unidad hortícola especial dentro del espacioso campus del Centro.

Los árboles de Moringa stenopetala procedentes de nuestros viveros de Soba aun no habían florecido a fines de enero de 1983. Por su parte, un árbol sembrado en la residencia del Embajador de Alemania en Jartum, y que pertenecía al grupo de retoños plantados en agosto de 1982, dio sus primeras flores a los 2 años y 3 meses (Walter-Echols, com. pers. 1984).

4.4.5 Experimentos de propagación vegetativa de la Moringa oleifera

4.4.5.1 Métodos (esquejes y acodo aéreo)

En el Sudán no había experiencia tradicional de propagación vegetativa de la moringa, y como en la provincia de Jartum sólo disponíamos de algunos

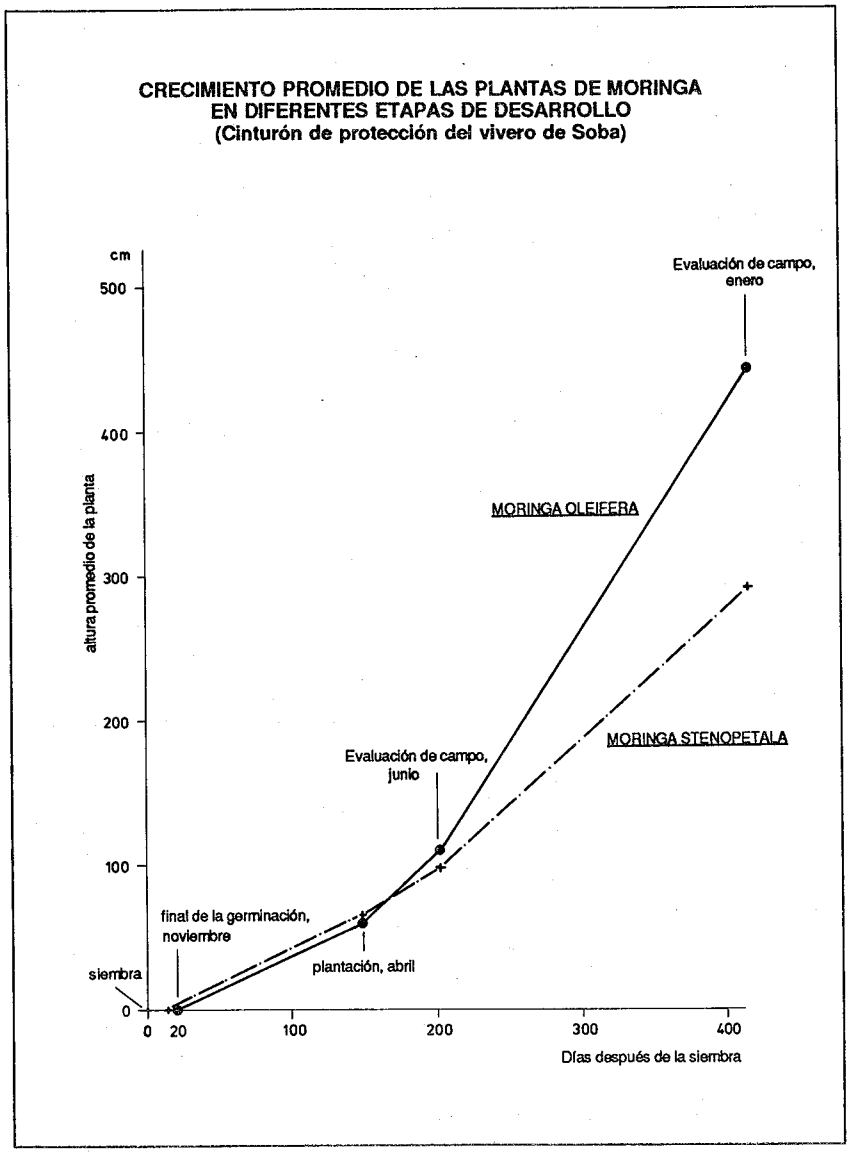


Fig. 40: Las plantas de Moringa oleifera aumentan más rápidamente de tamaño que las plantas de M. stenopetala debido al fenotipo del árbol parecido al abedul

árboles, a los que debíamos prodigar cuidados extremos, el número y el tamaño de los esquejes fueron limitados.

En el Colegio de la Universidad de Ahfad, estos experimentos se efectuaron también en noviembre, como ocurrió con los estudios de germinación. Durante esta época del año, los delicados árboles de Moringa oleifera perdieron muchas de sus hojas. Por lo tanto los esquejes no tenían hojas. Se entresacaron de los árboles del jardín del Palacio de la Amistad, su grosor duplicaba el diámetro de un lápiz y su longitud comprendía dos internodios.

Se plantaron veinte esquejes en posición vertical en cajones planos que contenían una mezcla de tierra debidamente irrigada, de dos partes de arena y una parte de limo. Diez de los esquejes fueron plantados en un ángulo de 45°, para lograr un flujo gradual de la savia que podría contener auxinas estimulantes para las raíces. Veinte esquejes más fueron plantados en un suelo totalmente arenoso y algunos esquejes de muestra se dejaron envueltos en papel secante durante 15 días en un vaso con agua.

Un segundo tipo de tratamiento consistió en el acodo aéreo. Se trata de una antigua técnica china de jardinería, que se conoce también como gootee o marcottage, y que actualmente se emplea no sólo en países en desarrollo, sino también en lugares como Florida. Se escoge el retoño de un árbol y se le circunda, rodeando la incisión con materia húmeda hasta que broten las raíces (Hartman y Kester 1959). Después de esto, el acodo con raíces debe separarse cuidadosamente del árbol matriz y ser tratado como un plantón con raíces nuevas. En vez de extraer un pedazo de corteza, de unos 0,3 - 7,6 cm de ancho siguiendo el método acostumbrado, las estudiantes de Ahfad sólo practicaron incisiones en los internodios, método que algunos expertos consideran menos efectivo que el "circundante". Los experimentos se realizaron en diciembre y enero, efectuándose también con árboles del jardín del Palacio de la Amistad. El medio para enraizar consistió en aplicar arena húmeda sostenida con bolsas de polietileno.

Más adelante, se repitieron experimentos similares con esquejes de árboles del Palacio de la Amistad, durante los ciclos anuales de marzo, cuando la temperatura atmosférica ya era alta, los mismos estuvieron a cargo de ingenieros forestales de Soba. Los esquejes tenían una longitud de 30 cm y fueron divididos en cuatro grupos según el diámetro, entre 1 y 2,75 cm. Además se probaron sustancias para inducir el crecimiento de las raíces: Wurzelfix, Rhizepon AA y Seradix. Todas ellas contienen ácido 3-indolbutírico. Para plantar los esquejes, se llenaron bolsas negras de polietileno con arena gruesa cirniéndola en un tamiz con poros de 2 mm de diámetro, para luego empaparla totalmente. Se formó entonces una cavidad en el centro utilizando una vara. El extremo inferior del esqueje se humedeció y sumergió en la sustancia para inducir el crecimiento de las raíces. Luego de colocar el esqueje en la cavidad, se le afirmó en posición ligeramente inclinada. El extremo de cada esqueje

fue cubierto con un terrón de limo para prevenir la desecación. Las muestras se colocaron en un preparado para propagación simple (Rhizotron) bajo una cubierta de vidrio. La irrigación se efectuó con una regadera dos veces al día, temprano en la mañana y alrededor de las 14 horas.

4.4.5.2 Parámetros que afectan el brote y la supervivencia de los esquejes

Ninguno de los esquejes que se sacaron en noviembre y se cuidaron en el Colegio de Ahfad llegaron a brotar. Y los experimentos de acodo aéreo realizados en invierno, en forma compatible con el horario de la institución, tampoco lograron desarrollar raíces. Sin embargo, al repetir en el mes de marzo los experimentos con esquejes en Soba, los brotes aparecieron a los 4 - 8 días. Los esquejes no tratados florecieron en un 75%, las muestras tratadas con Wurzelfix y Rhizotron AA lo hicieron en un 100%, pero sólo brotó la mitad de los esquejes tratados con Seradix. Los esquejes con diámetro más pequeño fueron los últimos en florecer.

No obstante, los esquejes con brotes no lograron sobrevivir por completo. Desafortunadamente, un tipo de insecto no identificado atacó los esquejes que aún estaban debajo del vidrio. La mayoría no logró recuperarse. Finalmente, sólo dos esquejes llegaron a transplantarse al campo. Pertenecían a las muestras con diámetros más gruesos. Crecieron en la parcela de muestras del cinturón de protección del vivero, pero desarrollaron más lentamente que los árboles de moringa cultivados de semillas. Nueve a diez meses después de brotado, su tamaño era de sólo 0,8 - 1 m, pero a pesar de ello estaban también floreciendo.

4.5 Comentario sobre los resultados de la propagación de la moringa en el Sudán

4.5.1 Requisitos para una óptima germinación

Los resultados de los estudios realizados en el Sudán confirman como válida la experiencia tradicional en distintos países tropicales de que "es fácil cultivar árboles de moringa a partir de sus semillas". Los fracasos suelen atribuirse a suelos muy pobres y un riego insuficiente.

Los parámetros más importantes para favorecer la germinación y desarrollo de los cultivos son, según los experimentos que se efectuaron en el vivero sudanés:

- Sembrar durante la época de lluvias (si éstas son varias, optar por la época de temperatura más cálida). Si la siembra tiene que hacerse

durante la estación seca, la época más fría es la más conveniente para que desarrollen los plantones.

- A media sombra.

- Suelo compuesto de arena, limo y 10 - 20% de abono incorporado (de origen vegetal o animal).

Las pruebas de germinación con semillas de Moringa oleifera y Moringa concanensis también se efectuaron en el Jardín Botánico de Lucknow, en la India (Verma 1973), aunque esta vez en un laboratorio y usando platillos petri. En ese sentido, no cabe comparar los resultados en todos sus aspectos con los estudios del vivero sudanés. Por ejemplo, los efectos producidos por las cámaras iluminadas u oscuras fueron indistintos. Algunos clonos mostraron avances, pero otros reaccionaron inhibiéndose.

El descubrimiento hecho en la India de que las semillas de Moringa oleifera requieren de una humedad suficiente para brotar rápido (regando 1 - 2 veces diariamente) y que la germinación se ve más bien afectada con el aniego con agua, parece confirmar la hipótesis de que la inundación de los lechos del vivero de Soba retrasó la germinación durante la estación seca fría.

Los efectos del riego excesivo dependen de la composición de los suelos. Si la filtración es muy lenta, el exceso de agua impide que las semillas obtengan suficiente oxígeno, principalmente porque la arcilla tiende a precipitarse sobre ellas y acaban endureciéndose con el lodo (Steiner, com. pers.). Otro experimento hecho en la India señalaba la importancia de la profundidad de la siembra para los resultados de germinación. Este aspecto aún no se ha investigado en el Sudán. Los indios encontraron que el porcentaje de germinación es mayor si se colocan las semillas directamente en la superficie o a una profundidad máxima de 2 cm. El porcentaje era menor si se sembraban 3 ó 4 cm debajo de la superficie del suelo. Sin embargo, en este último caso los plantones no llegaron a sucumbir, cosa que sí sucedió con el 80% de los plantones que se colocaron directamente debajo de la superficie.

Como regla general, las semillas no deben colocarse a mucha profundidad en el suelo para así garantizar que los plantones alcancen la luz lo antes posible. La aireación y el abastecimiento de oxígeno suelen también ser mejores en las capas superficiales del suelo. Pero si la filtración es alta, habrá una deficiencia de agua debajo de la superficie y las semillas no podrán henchirse adecuadamente. Conviene entonces establecer un término medio (Steiner, com. pers.). Al parecer, la siembra a un promedio de 1 cm de profundidad, como se hizo en el Sudán, resultó adecuada para los tipos de suelo disponibles.

4.5.2 Evaluación del desarrollo de los árboles cultivados de semillas

Incluso en la zona semiárida del Sudán septentrional se puede propagar la Moringa oleifera tanto mediante semillas como por esquejes. Hasta el momento, el cultivo a partir de semillas es el que ha dado los mejores resultados. Los parámetros principales que afectaron el índice de crecimiento y la primera producción de frutos fueron:

- riego y
- espaciamiento entre las plantas.

Si bien el suelo de Soba era marginal y no se le aplicó ningún fertilizante, las condiciones óptimas de irrigación produjeron índices muy elevados de crecimiento anual. Según la experiencia en la India, el riego regular es esencial hasta que las plantas estén bien logradas. Si hay algo de humedad en el suelo, los árboles pueden subsistir sin riego. Los árboles de Moringa oleifera de jardines privados, por ejemplo, aún sobrevivían en aparente estado "silvestre" en los alrededores de la pequeña y empobrecida ciudad de Kafiya Kingi, que hasta 1935 era un importante centro administrativo británico al sur de Darfur. En esta región de vegetación permanente, hay árboles que sobreviven sin cuidados en algunas partes de las ciudades abandonadas (Jahn 1977 y 1979, cf. Figura 2). La Moringa oleifera también se volvió "subsilvestre" en lugares del Congo en donde se le encuentra principalmente alrededor de estanques de agua pluvial y a lo largo de corrientes intermitentes (Robyns 1951). También se ha observado el crecimiento "silvestre" de estos árboles en asentamientos abandonados de las Antillas (Liogier 1978).

Los árboles de moringa que se cultivan de semillas tienen raíces más largas que los que crecen de esquejes; esto hace que los primeros lleguen hasta las capas freáticas. Se sabe que, en general, los árboles que crecen de semillas tienen además mayor estabilidad debido a la estructura de sus raíces y, por esta razón, su expectativa de vida es más larga. En la India meridional, el cultivo a partir de semillas es obligatorio si se piensa utilizar los árboles de Moringa simultáneamente como puntales de las plantas trepadoras de betel (Piper betle, Matthew, com. pers.).

Nuestros árboles de Moringa oleifera del Sudán crecían muy bien si se les había plantado con espacios intermedios de 2 metros. Según la experiencia de la India, el espaciamiento entre los árboles de moringa debe ser de 3 - 5 m en ambas direcciones (Ramachandran et al. 1980). Esto no quiere decir que cada árbol necesite de un espacio de tal amplitud. En Indonesia, por ejemplo, se encontró que la Moringa oleifera es un excelente árbol de sombra para huertas que reciben excesiva luz solar. Su tenue copa proporciona apenas una sombra sobre los lechos de abajo, lo cual favorece a las plantas (Ochse 1931).

Según un experimento preliminar realizado por Burgstaller en el Sudán, los frondosos árboles de Moringa stenopetala pueden servir como un

eficaz "cortavientos" que crece rápidamente. Se sembraron algunos plantones en una esquina expuesta al viento con espaciamientos de 1 m. Cuando las ramas superiores de los árboles comenzaron a ensancharse, fueron podadas y se produjo un crecimiento más abundante de las ramas inferiores, con lo cual se espesó el cerco vivo. Las hortalizas que se cultivaban detrás se vieron favorecidas con esta protección.

Casi todos los tipos de suelos pueden utilizarse para sembrar plantones de moringa, con excepción de las arcillas duras (Ramachandran et al. 1980). Sin embargo, se ha comprobado que la fenología de la planta es influenciada por las variaciones en el suelo. Los árboles de Moringa oleifera de cultivo tradicional que vi en el Sudán con mayor cantidad de flores y frutos fueron árboles de los jardines de escuelas e instituciones de El Obeid (Kordofan), en donde el suelo es arenoso. Los horticultores de la India señalan también que estos árboles crecen profusamente en suelos arenosos de las costas occidentales de Kerala, así como en los suelos arenosos ricos en marga y humus de Tarai (Uttar Pradesh). Sin embargo, opinan que el mejor tipo de suelo es el de la zona de selva, con alto contenido de humus (Peter 1979).

Los árboles sembrados de semillas en el cinturón de protección del vivero dieron frutos antes del año. Las flores y los frutos pueden seguir apareciendo durante meses, pero ni en los árboles de Soba ni en los del Palacio de la Amistad se apreciaron diferencias entre los dos períodos de cosecha, lo que sí ocurre, por ejemplo, en el sur de la India. Allí la cosecha se hace de julio a setiembre y de marzo a abril (Ramachandran et al. 1980).

4.5.3 Evaluación del cultivo de Moringa oleifera mediante propagación vegetativa

4.5.3.1 Acodo

Por desgracia, las condiciones previas para los experimentos que realizaron las estudiantes de Ahfad no fueron óptimas con relación al control del tiempo y las técnicas empleadas. Según la experiencia en otros países, el acodo aéreo debe hacerse en primavera en maderos cuyo crecimiento date de la estación anterior, o al finalizar el verano con brotes parcialmente endurecidos. Las interrupciones en los movimientos descendentes de los carbohidratos y las sustancias de crecimiento del brote, que inducen el crecimiento de las raíces, también son solamente parciales cuando se practican incisiones y no se afectan mayormente los tejidos. Por otro lado, los experimentos se realizaron sin haber aplicado sustancias sintéticas para inducir al crecimiento. Por último, la envoltura de los acodos tampoco fue eficaz, en tanto - según observaron las estudiantes - la arena húmeda se secaba totalmente con el calor del mediodía. Este método requiere que el medio que alberga a las

raíces tenga un alto grado de humedad, sin importar si esto se logra humedeciendo constantemente el acodo con un pequeño receptáculo colocado encima o creando un espacio hermético con una adecuada envoltura de polietileno. En el método original, el suelo del acodo se cubre con musgo o fibra humedecidos (cf. Figuras 14 - 5 en Hartmann y Kester 1959).

4.5.3.2 Propagación a partir de esquejes

A pesar de las restricciones materiales, en los experimentos realizados en el Sudán pudo apreciarse que los parámetros más importantes que afectan este tipo de cultivo son:

- longitud y grosor de los esquejes
- estación propicia para plantarlos.

Los esquejes más pequeños que pueden desarrollar flores deben tener un diámetro mínimo de 2,5 cm y una longitud no menor de 30 cm. La época más fría del año no favorece la siembra.

En la India, donde se ha extendido la propagación vegetativa de la Moringa oleifera, se plantan in situ largos esquejes de ramas, de 1 - 1,35 m de longitud y 14 - 16 cm de circunferencia, en la estación de las lluvias (junio/agosto) en el sur, o después de las lluvias (agosto/setiembre) en el norte (Peter 1979, Ramachandran et al. 1980). En otras regiones del Africa se practica también la propagación vegetativa en la estación de las lluvias. En el Congo, se acostumbra plantar las ramas seccionadas también en esa época y, al parecer, brotan vigorosamente (Robyns 1951). Los horticultores de Puerto Rico recomiendan que los esquejes tengan 3 pies (92 cm) de largo y de 1 - 2 pulgadas (5 - 7,5 cm) de diámetro, sin ninguna hoja. El tiempo más conveniente es justamente antes de que comiencen las lluvias. Se considera que el riego excesivo de los esquejes es perjudicial (Feheley, com. pers.). Como éstos se arraigan fácilmente, no se recomiendan tratamientos para inducir al crecimiento de raíces ni en la India ni en las Américas.

En Kerala se obtiene una abundante producción de frutos aplicando abono en la estación de las lluvias. Se excavan zanjas alrededor de los árboles, a una distancia aproximada de 10 cm, y se rellenan con hojas verdes, abono de corral y cenizas; luego se recubren. Con el trabajo de investigación realizado en Tamil Nadu se comprobó asimismo el efecto de mayor producción que se logra con el abono de corral y el sulfato de amonio (Ramachandran et al. 1980).

Con un cultivo que data de mucho tiempo atrás, en Indonesia se desarrollaron algunas variedades seleccionadas. Ciertos tipos de Moringa oleifera florecen rara vez (Kèlor daoon) y se les cultiva principalmente por su follaje. Otras variedades dan frutos abundantemente (Kèlor

boowah) y se les cultiva por esta razón (Ochse 1931). En la India meridional, algunas variedades de Moringa oleifera producen frutos pequeños de sólo 15 - 23 cm de largo, mientras otras variedades producen abundantes frutos, que llegan a los 90 - 120 cm como en el caso del Chemurunga (moringa con frutos de puntas rojas). Según la experiencia india, las plantas que crecen de esquejes producen vainas por primera vez a los 6 - 8 meses de sembradas, pero su producción en los dos primeros años suele ser baja. Sin embargo, la calidad de sus frutos es superior a la de los árboles que crecen de semillas. Por tratarse de una polinización cruzada, se prefiere también la propagación por esquejes para preservar la pureza genética y que el crecimiento de los árboles sea menor (Muthukrishnan y Ramadas 1974, Peter 1979).

Al parecer, en las semillas podría incluso controlarse el contenido de isotiocionato de bencilo 4 (α-L-rhamnosyloxy) antimicrobiano, a través de la siembra sistemática de plantas de moringa, como se desprende de lo observado con los tioglucósidos en otras especies vegetales (van Etten 1969). Luego de detectar que las vainas tenían sabores que variaban desde muy dulces a extremadamente amargos, se seleccionaron clonos para la reproducción en el laboratorio genético de Lucknow de árboles de Moringa oleifera con frutos muy dulces y de gran tamaño (Dogra, Singh y Tandon 1975). Su contenido de glicósidos de aceite de mostaza probablemente era bajo.

4.5.4 Habitat natural y cultivo tradicional esporádico de las especies silvestres de moringa en relación a los resultados experimentales obtenidos en el Sudán

Moringa stenopetala

Los principales resultados de los experimentos que se hicieron en el Sudán con el cultivo de la Moringa stenopetala fueron similares a los obtenidos con la Moringa oleifera. La tasa de crecimiento dependió de las condiciones de riego. A pesar de su rapidez, fue más lento que en el caso de la Moringa oleifera tanto en el vivero forestal como en el cinturón de protección del vivero debido a su fenología específica. Otra diferencia importante fue en cuanto al retraso en el florecimiento.

En las proximidades del lago Baringo de Kenia, la Moringa stenopetala subsiste como especie silvestre y se le cultiva de semillas como árbol ornamental en los jardínes privados de los europeos. Allí los árboles pueden alcanzar alturas de 10 - 12 m y su diámetro es cuando menos 2 - 3 veces más grueso que el diámetro de los troncos de especímenes desarrollados de Moringa oleifera en el Sudán. Durante mi visita a Kenia en marzo de 1982, los árboles estaban dando flores y frutos en abundancia. Según lo manifestado por la señora Roberts, quien tiene unos 8 árboles de éstos en su jardín, la Moringa stenopetala demora entre 2 1/2 - 3 años para empezar a florecer.

En las zonas altas secas y cálidas del sur de Etiopía, el límite natural para el cultivo tradicional de Moringa stenopetala llega a los 1700 - 1800 m. Los árboles se cultivan también de semillas y en promedio alcanzan un tamaño de 6 - 8 m. Los konsos utilizan cenizas como fertilizante principal (Kuls 1958). Este tratamiento puede servir para que el suelo se nutra de potasio, fósforo y otros minerales. A fines de la estación seca es probable que los árboles no tengan hojas, pero en cuanto aparecen las lluvias prolongadas, hojas y flores comienzan a brotar (Nowack 1954).

Moringa peregrina

Los pobres resultados que se obtuvieron con la Moringa peregrina en los viveros de Soba y de Mogren se debieron obviamente al hecho de que las semillas eran demasiado viejas. Las semillas frescas que se obtuvieron en el Parque Nacional de En Gedi tuvieron frecuencias de germinación del 95% (Karschon, com. pers. 1984).

En el siglo pasado la Moringa peregrina se cultivaba con gran éxito en el norte del Sudán. En los herbarios de Kew (Inglaterra) y de París existen especímenes de árboles cultivados en los jardines del Bajá de Sennar que datan de 1834 - 1840.

Semillas procedentes del Sudán fueron enviadas a mercados de Egipto y ahí comercializadas como medicamento para tratar la fiebre intermitente y otras enfermedades y para propagar su cultivo en los jardines de Egipto y Siria (Bové 1835).

Al parecer, las semillas tienen buena resistencia al agua. En lo que respecta a las especies silvestres de Moringa peregrina halladas en Wadi Bir el Ain, desierto interior uadi al este del Nilo que atraviesa una meseta de piedra caliza en el Alto Egipto, se cree que las semillas podían haber sido transportadas por la escorrentía desde zonas donde abunda la Moringa peregrina en las costas del Mar Rojo (El Sharkawi y Fayed 1975).

Moringa Drouhardii

El habitat natural de la Moringa Drouhardii al sur de Madagascar es la región de Androj, ubicada entre Tulear y Ambovombé, la cual es extremadamente árida. Las precipitaciones son irregulares y anualmente no llegan a los 200 mm; algunos años incluso no llega a llover. Además, en esta región los suelos son salinos (Delaveau y Boiteau 1980). Para plantar nuevos árboles, los pobladores de Ambovombé prefieren desenterrar los plantones que crecen junto al árbol padre y que probablemente germinaron con las lluvias. En un experimento de germinación realizado en Madagascar bajo condiciones adecuadas, el período de latencia de las semillas de Moringa Drouhardii duró menos de 10 días (Exbrayat-Duriveaux

1930), lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el Sudán en abril de 1984.

Convendría ampliar la investigación acerca de las causas del bajo índice de germinación de la Moringa Drouhardii comparada con las otras especies de moringa. Quizá sea una característica de la especie, o cuando menos la antigüedad de las semillas representó un aspecto crítico. Es difícil garantizar la recolección de "semillas frescas" cuando las visitas son esporádicas. Uno de los árboles de Moringa Drouhardii sembrados en una calle de Ambovombé empezó a florecer en diciembre. Las vainas secas que encontramos entonces en este y en otros árboles tenían una antigüedad de casi un año. Por otra parte, la latencia de algunas semillas germinadas fue menos homogénea que en el caso de la Moringa oleifera o la Moringa stenopetala. La latencia de las semillas puede estar determinada por la presencia de elementos inhibidores de la germinación, como el ácido abscísico, que suele existir en las especies silvestres de legumbres. Así, la latencia de la semilla debe entenderse como una propiedad que favorece la persistencia de una especie en un ámbito silvestre (Smartt 1978). Para contrarrestar esta inhibición deberían ampliarse los experimentos aplicando distintos tratamientos previos a las semillas para aumentar la tasa de germinación de la Moringa Drouhardii.

El desarrollo de los árboles cultivados depende del agua que reciban. En Ambovombé y en un poblado vecino, los árboles medían de 10 - 15 m, pero había un árbol de Moringa Drouhardii de unos 10 años, plantado en un terreno yermo próximo a una tumba, que medía menos de 2 m.

Moringa longituba

Si bien las semillas de Moringa longituba son menos eficaces para coagular el agua debido a su tamaño pequeño (cf. 2.8.3.3), los ensayos de cultivo realizados en el Sudán merecen algunos comentarios. Los arbustos que encontré en Lafolee mostraban al mismo tiempo frutos y flores de color rojo encendido, pero casi ninguna hoja, y las plantas se veían algo secas. Probablemente los frutos eran de un ciclo vegetativo anterior.

Según la información recogida en el Herbario del Africa Oriental que se encuentra en Nairobi, no hay indicios de un cultivo tradicional de la Moringa longituba en Somalia o en Kenia. Sin embargo, las plantas silvestres se utilizan en la medicina nativa. Aproximadamente dos décadas atrás, el Herbario recomendó cultivar la Moringa longituba como arbusto ornamental; es probable que hasta los europeos lo intentaran, pero hasta ahora aparentemente no ha tenido éxito.

4.6 Plagas de insectos que afectan a la moringa

4.6.1 Ataques de defoliación en el Sudán

Con excepción de la plaga no identificada que destruyó casi todos los brotes de los esquejes de Moringa oleifera (cf. 4.4.5.2), no se tiene conocimiento sobre otras enfermedades que hayan afectado a los almácigos y árboles cultivados en la Estación de Silvicultura de Soba.

En el Vivero de Mogren se observó una defoliación de tipo moderado y severo en un 5% de los plantones de Moringa oleifera durante la época de lluvias de 1982. Los retoños de Moringa stenopetala y Moringa peregrina que crecían en parcelas vecinas no fueron afectados. Se cree que las orugas halladas en las plantas eran de Spodoptera litura o S. lituralis, pero no fue posible criarlas en el laboratorio de la unidad de protección de cultivos hasta completar su metamorfosis y así identificarlas con exactitud (Burgstaller, com. pers.). La plaga desapareció espontáneamente durante los meses fríos de invierno, y después de rociarles insecticidas brotaron nuevas hojas en los plantones afectados.

A la Spodoptera litura (F) se le denomina también oruga del tabaco o agrotis común y se le conoce porque ataca a varios tipos de cultivos (Kranz, Schmutterer y Koch 1979). En las parcelas para cultivo de hortalizas de la unidad de protección de cultivos de Mogren, estas orugas atacaron principalmente las plantas de tomate y berenjena durante el mismo período.

Se encontró que los árboles jóvenes de Moringa oleifera perdían las hojas debido a un ácaro de la especie Tetranychus. Probablemente se trataba del T. urticae Koch, llamado también ácaro arácnido de dos manchas. Esta plaga también es polífaga y ha sido encontrada en muchas plantas de hortalizas de los trópicos. Una vez más, no se observaron daños en los árboles de Moringa stenopetala; los árboles jóvenes de oleifera que fueron afectados se recuperaron en general rápidamente (Burgstaller com. pers.).

En ese sentido, puede afirmarse que las especies silvestres de la moringa son más resistentes a las plagas de insectos. Aun cuando sea atacada, la oleifera cultivada demuestra durante largo tiempo su fortaleza y suele recuperarse rápidamente.

4.6.2 Causas de defoliación en la India

Las plagas más destructivas que encontraron los horticultores de la India al cultivar la Moringa oleifera fueron las "orugas peludas" u "osos lanosos" que se comen las hojas, como:

Eupterote mollifera Walker

Eupterote germinata Walker

Pericallia ricina Fabricius, que pertenece a los lepidópteros.

El Eupterote mollifera es una plaga específica de serias consecuencias, mientras que la E. germinata reviste menor importancia. Las orugas de esta mariposa tienen abundante vello, son de color marrón y miden entre 40 - 50 mm. Según los experimentos realizados para comprobar su tipo de alimentación, las orugas de Pericallia ricina prefieren las plantas de ricino, y aunque se dice que atacan a los bananos en el sur de la India, su preferencia en ese sentido es poco significativa. Las orugas prefieren alimentarse de las hojas de la moringa, pero sólo le causan daños menores a la planta. Su color es entre marrón oscuro y negro y presentan manchas blancas, con penachos dorsales y laterales de hebras largas y oscuras (Perumal et al. 1972, Raghunath et al. 1981/1982, Butani y Verma 1981).

Se recomienda quemar estas orugas gregarias con antorchas, para así controlar al Eupterote spp. También resulta efectivo rociar endosulfan al 0.05%, quinalphos o jabón de resina de aceite de pescado (Ramachandran et al. 1980, Butani y Verma 1981).

Otra oruga que devora las hojas es la polilla Noorda blitealis, según información proveniente del sur de la India, donde esporádicamente causa grandes daños entre los meses de marzo-abril y diciembre-enero. Las orugas de la Protrigonia zizanialis Swinhoe unen con una membrana las hojas de la moringa y se alimentan adentro. Su actividad se intensifica de febrero a junio (Butani y Verma 1981). En Rajasthan, el escarabajo blanco Holotrichia insularis Brenske se conoce como un defoliador que acaba con las hojas del árbol de palillo, alimentándose vorazmente de noche durante el período comprendido entre el inicio y el punto máximo de las lluvias del monzón. Cuando se ara alrededor de los árboles durante el invierno, los insectos adultos y las ninfas en hibernación quedan expuestos y llegan a sucumbir. El tratamiento con heptachlor o thiodemeton también es efectivo, los insectos adultos pueden asimismo eliminarse rociando diazonon o fenitrothion al 0,1% durante la época de reproducción (Butani y Verma 1981). Los enemigos naturales de los gorgojos blancos son los gorriones domésticos (Passer domesticus Linnaeus); éstos pudieron ser vistos posados sobre árboles de Moringa oleifera cerca de Jaipur. Este hecho se comprobó en el laboratorio, donde se vio cómo devoraban a los gorgojos blancos adultos de otro tipo (Lachnosterna consanguinea Blanchard) desechando las alas córneas frontales (élitros), (cf. Sharma y Singh 1976).

También se ha visto cómo los gorgojos adultos de Myllocerus ssp. y Ptochus ovulum mordisqueaban los bordes de las hojas de moringa, pero el daño que causaron fue ínfimo. La mosca blanca Trialeurodes rara Singh y los pulgones Ceroplastodes cajani Mashell y Diaspidiotus ssp., el insecto pentatómido Cyclopelta siccifolia Westwood y el insecto delgado de color

anaranjado Ramaswamiahiella subnudula Karmy, todos los cuales succionan la savia de la superficie ventral de las hojas y ramas tiernas, son otro tipo de plagas menores (Butani y Verma 1981).

En la zona de Allahabad se produjo también una devastadora defoliación causada por hongos específicos de la moringa: el Cercospora moringae Thirumalachar y Govindu sp.nov. Produjeron manchas circulares y poligonales en las hojas, con diámetros de 2,5 mm, que se unían unas con otras formando grandes espacios de color marrón grisáceo (Thirumalachar y Govindu 1953). Los Cercospora ssp. dan origen a enfermedades similares en una gran variedad de plantas cultivadas en los trópicos y subtrópicos (cf. Kranz, Schmutterer y Koch 1979).

4.6.3 Causas de daños a brotes y frutos

Los brotes se ven afectados principalmente por los horadadores que se alimentan del contenido interior. Los brotes infestados no llegan a florecer y se caen. Una plaga menor de este tipo son las orugas de la mariposa Noorda moringae Tams. En Tamil Nadu, el Stictodiplosus moringae Mani, una especie de jején, es otro horadador de brotes, muy activo durante los meses de agosto a enero. El mejor control consiste en sacar y destruir mecánicamente los brotes afectados. Arar alrededor de los árboles para que las ninfas queden expuestas también puede dar buenos resultados (Butani y Verma 1981).

En las zonas de Coimbatore y Paramakudi, en Tamil Nadu, las larvas de la mosca frutera Gitona sp. (Drosophilidae) han causado la desecación en los extremos de los frutos de la moringa y hendiduras en las vainas. Después de que las larvas se alimentan de los frutos, se produce la putrefacción de la pulpa y de las semillas y éstas cobran un olor muy característico. En una fruta normal de tamaño comestible se pueden encontrar 75 - 100 larvas, pudiendo deteriorarse el 60 - 70% de la cosecha de un solo árbol (Abdul Kareem, Sadakathulla y Subramaniam 1971).

En Kerala, otra provincia al sur de la India, en los distritos de Trivandrum y Quilon, el insecto polífago Helopeltis antonii Sign - que anteriormente sólo había sido visto en cosechas de té, anacardo, guayaba, vid, entre otras -, fue encontrado por primera vez alimentándose de la Moringa oleifera. Los brotes terminales se secaron y parecían estar marchitándose, al igual que las flores y toda la inflorescencia; los frutos que perduraron tenían manchas blancas y no llegaron a desarrollar. Toda la planta puede convertirse en un árbol muerto al carecer de hojas y flores (Sasidharan Pillai, Saradamma y Nair 1980).

4.6.4 Causas de daños al tronco

Las orugas polífagas de la mariposa Indarbela tetraonis Moore que se alimentan de la corteza de los árboles por lo general infectan a los árboles que carecen de un buen cuidado y se encuentran en lugares donde no existe un control sanitario de los cultivos. Los huevos son depositados en las incisiones y grietas de la corteza. La incubación de las larvas tiene lugar dentro del tronco o los tallos principales y se alimentan allí adentro. Los orificios de entrada son cubiertos luego con masas de tejido de seda que contiene partículas de madera triturada y materia fecal (Butani y Verma 1981). En Lahli, Haryana, se encontraron árboles de Moringa oleifera con 1 - 15 orificios perforados en cada árbol. Sólo en el caso de los perales, las plantas huéspedes afectadas mostraban entre 16 y 33 orificios por unidad (Verma y Khurana 1974). Para controlar los ataques de la Indarbela a los árboles de palillo debe extraerse todo el tejido de la larva e introducir en cada orificio pequeños trozos de algodón empapados con un buen fumigante, como bisulfuro de carbono, cloroformo o incluso gasolina. Los orificios se sellan entonces con lodo (Butani y Verma 1981).

4.6.5 Causas de daños a los esquejes

En América Central, donde la Moringa oleifera se cultiva principalmente por la belleza de sus flores -las cuales suelen también usarse en medicina popular como un sustituto de las flores de tilo-, se dice que el árbol es muy susceptible a los ataques de las termitas (Little y Wadsworth 1964). En realidad, las termitas no atacan a los árboles vivos sino a los que aún son esquejes (Martin, com. pers. 1985). De acuerdo a recientes estudios realizados en el marco de un proyecto de la GTZ para protección de los cultivos en Burkina Faso (Alto Volta), la edad del árbol de moringa de donde se extraen los esquejes incidiría en la magnitud del daño. Los esquejes de 20 cm de largo y con 2 internodios, tomados de árboles que tenían un año, fueron destruidos por las termitas en un 100%, mientras que esquejes similares tomados de un árbol de dos años sólo resultaron destruidos en un 60% (Steve-Sepp y Mühlbauer, com. pers. 1985).

4.6.6 Comentario sobre los peligros que representan las plagas de insectos para el cultivo de la moringa

Cuando se cultiva una planta silvestre, ésta puede estar expuesta a las plagas de polífagos que afectan a las plantas adyacentes y también, más adelante, puede verse atacada por plagas específicas. El cultivo de la Moringa oleifera data de mucho tiempo atrás en la India, de manera que no sorprende el que los horticultores indios sean quienes conocen el mayor

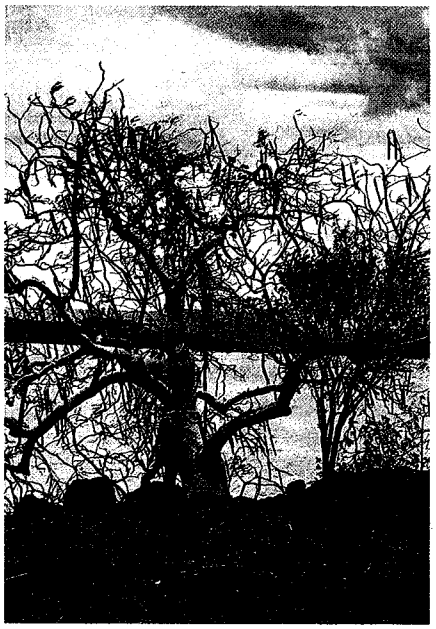
número de plagas y que ahí se hayan efectuado las identificaciones y descripciones científicas más numerosas.

Aparte de la pulverización con modernos productos químicos, a los insectos aún se les controla con medios tradicionales simples: quemándolos con antorchas, extrayéndolos manualmente y arando alrededor de los árboles. En otros países asiáticos y americanos, actualmente sólo existe vaga información sobre las plagas tropicales que afectan a los árboles de moringa. En las Filipinas, por ejemplo, gusanos aún no identificados se alimentan de las flores y el método de extracción manual constituye hasta ahora la mejor forma de eliminación (Bureau of Plant Industry Manila, com. pers. 1984).

Es así como podemos concluir, a partir de nuestros descubrimientos en el Sudán y la información bibliográfica disponible, que las enfermedades que amenazan a la Moringa oleifera no son serias y que ésta puede recuperarse en corto tiempo si se aplica el tratamiento adecuado contra las plagas existentes. Aparentemente, cuando las plantaciones se encuentran próximas a bosques de árboles de la sabana (Vivero Forestal de Soba), o a campos de sorgo (como suele ocurrir en Níger y Malí), las condiciones favorecen el desarrollo de los árboles; por otra parte, la cercanía a sembríos de monocultivos, como en el caso de los tomates o las berenjenas, aparentemente debería evitarse.

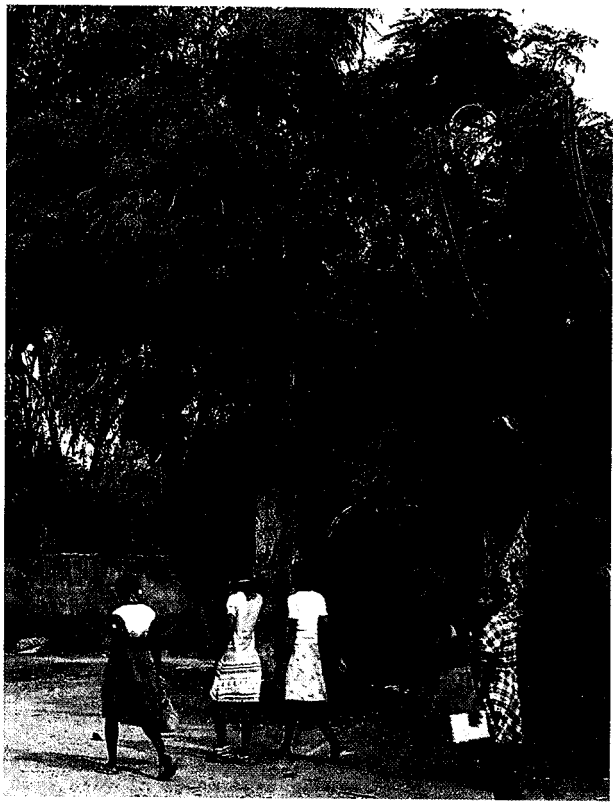
Si bien pudimos comprobar que las especies silvestres de moringa fueron menos susceptibles al ataque de las plagas de polífagos que afectaron a algunas de nuestras plantas de Moringa oleifera cultivadas en una misma parcela, no podemos afirmar que su resistencia sea total. Los árboles de Moringa stenopetala que se cultivan tradicionalmente en la zona de Marsabit también sufren a veces de defoliación producida por "orugas verdes" no identificadas y de "roya foliácea" (Guyo, com. pers. 1984).

Las mujeres que utilizan semillas de moringa para el tratamiento doméstico del agua deberán ser capacitadas para participar en la plantación de árboles de **Moringa olei - fera.** *Su participación puede incentivarse a través de carteles. Si la siembra es correcta, la frecuencia de germinación llegará casi al 100%, incluso en regiones semiáridas como el norte del Sudán, los árboles sembrados de semillas dan flores y frutos después de apenas 10-11 meses.*



Arbol silvestre de **Moringa stenopetala** *con múltiples vainas, en las proximidades del lago Baringo (Kenia). Las* **Moringaceae** *son especies deciduas y en la estación seca pueden perder todo su follaje.*

Arbusto silvestre de **Moringa longituba** *(región de Lafolee, Somalia), con flores y vainas pero sin hojas.*



Una de las **Moringaceae** *de mayor tamaño es la* **Moringa Drouhardii,** *especie nativa y silvestre de Madagascar. También se plantan los árboles de esta especie, como por ejemplo en esta calle de Ambovombé. Las hojas y flores tienen aspecto delicado y, en cambio, las vainas y las semillas son de "tamaño gigantesco".*

4.7 Bibliografía

Abdul Kareem, A., Sadakathulla, S. y T. R. Subramaniam
Note on the severe damage of moringa fruits by the fly Gitona sp. (Drosophilidae: Diptera)
South Indian Horticulture 22 (1974) 71

Andrews, F. W.
The flowering plants of the Anglo-Egyptian Sudan
publ. Gobierno del Sudán 1950

Awad el Sayid, Nagat Abdel Azim y Afaf Ishaq Yousif
The morphology and propagation of Moringa oleifera
Paper in partial fulfilment of the requirements for the Diploma in Family Sciences
Colegio para Mujeres de la Universidad de Ahfad, Omdurmán 1981

Babbar, O. P., M. N. Joshi y A. R. Madan
Evaluation of plants for antiviral activity
Indian Journal Med. Res. 76 (Suppl., 1982) 54 - 65

Bhishagratna, K. K.
The Sushruta Samhita
The Chowkhamba Sanskrit Studies Vol. 30, Varanasi 1963

Bové, M.
Observations sur les cultures de l'Egypte
Annals de l'institut horticole de Frommont
París 1835, p. 92

Broun, A. F. y R. E. Massey
Flora of the Sudan
Jartum 1929

Bureau of Plant Industry (Ministry of Agriculture, Manila, Philippines):
Comunicación personal 1984

Burgstaller, Heinz (GTZ-Field Rat Control Project, Cairo, Egypt):
Comunicación personal 1984

Busson, Felix François
Etude chimique et biologique des végéteux alimentaires de l'Afrique Noire de ouest dans leur rapports avec le milieu geographique et humain.
Thèse Fac. Sciences
Marsella 1965

Butani, Dhamo, K. y Shashi Verma
Insect pests of vegetables and their control-drumsticks
Pesticides 15 (1981) 29 - 32

Delaveau, P. and P. Boiteau
Huiles à interêt pharmacologique, cosmétologique et diététique. IV - Huiles de Moringa oleifera Lam. et de Moringa Drouhardii Jumelle
Plantes médicinales et phytothérapie 14 (1980) 29 - 33

Dogra, P. D., B. P. Singh y S. Tandon
Vitamin C content in Moringa pod vegetable
Current Science 44 (1975) 31

Eilert, U., B. Wolters y A. Nahrstedt
The antibiotic principle of seeds of Moringa oleifera and Moringa stenopetala
Planta medica 42 (1981) 55 - 61

El Sharkawi, H. M. y A. A. Fayed
Vegetation of inland desert wadies in Egypt
Feddes Repetorium 86 (1975) 589 - 594

van Etten, Cecil H.
Goitrogens, En: Toxic constituents of plant foodstuffs, ed. Irvin E. Liener, Food Science and Technology (A series of monographs) Nueva York y Londres 1969, capítulo 4, 103 - 142

Exbrayat-Durivaux, Charles
Notes sur la germination des Moringa Malgaches
Annales du Musée Colonial de Marseille 8 ser. 4 (1930) 5 - 21

Feheley, Jo Anne
(Institute of Tropical Forestry, Library, Rio Piedras, Puerto Rico): Comunicación personal

Göttsch, Eggert, Jan Engels y Abebe Demissie
Crop diversity in Konso Agriculture
En: Plant Genetic Resources Center for Ethiopia and Int. Livestock Center for Africa (PGRC/E. ILCA)-Germplasm Newsletter No. 7 (1984) 18 - 26

Gupta, Rajiv
Trees for Energy
Science for Villages (Wardha, India) No. 66 1983, p. 4

Guyo, Woche (Res. assistant of the Kenyan Institute for African Studies in Marsabit District):
Comunicación personal 1984

Hartmann, H. T. y D. E. Kester
Plant Propagation, Principles and Practices
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. cf. p. 406 - 409

Hoan, Le Thi y R. G. Davide
Nematicidal properties of root extracts of seventeen plant species on Meloidogyne incognita
Phil. Agr. 62 (1979) 285 - 295

Ibrahim, Said S., Mousa Ismail, Guirgis Samuel, Ebtesam Kamel y Tahani El Azhari
Benseeds: A potential oil source
Agricultural Research Review 52 (1974) 47 - 50

Jackson, J. K.
The introduction of exotic trees into the Sudan
Sudan Silvia No. 10, 1960

Jahn, Samia Al Azharia
Traditional Methods of Water Purification in the Riverain Sudan in Relation to Geographic and Socio-Economic Conditions
Erdkunde (Bonn) 31 (1977) 120 - 130

Ibid.
Die Bedeutung des Behennuss-Baumes für afrikanische Volksmedizin und Trinkwasserreinigung
Pharmazie in unserer Zeit 8 (1979) 54 - 60

Ibid.
Traditional water purification in tropical developing countries
Existing methods and potential application (Manual)
Publ. No. 117, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn 1981

Jahn, Samia Al Azharia, Hassan A. Musnad y Heinz Burgstaller
Cultivation trials on multi-purpose Moringaceae in the semi-arid region of the Sudan
Unasylva 1985

Kanjilal, Upendranath
Forest flora of the Siwalik and Jaunsar forest divisions of the United Province of Agra and Oudh
Calcuta 1911

Karschon, R. (Agricultural Research Organization, Forestry Division Ilanot,
Israel): Comunicación personal 1984

Kerharo, J.
Un remède populaire Sénégalais: "Le Nebreday" Moringa oleifera Lam. Emplois thérapeutiques en milieu Africain, Chimie et Pharmacologie
Plantes médicinales et phytothérapie 3 (1969) 214 - 219

Kranz, Jürgen; Heinz Schmutterer y Werner Koch
Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im tropische Pflanzenbau (manual)
Berlín y Hamburgo 1979

Kuls, W.
Beiträge zur Kulturgeographie der südäthiopischen Seenregion
En: Frankfurter Geogr. Hefte 32 (1958) cf. p. 106 - 107

Liogier, Alain Henri
Arboles Dominicanos
Publ. por la Academia de Ciencias de la República Dominicana
Santo Domingo 1978

Little, Elbert L. y Frank H. Wadsworth
Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands
Agriculture Handbook No. 249 (Forest Service)
Washington 1964

Martin, Franklin, W. (Tropical Agriculture Research Station Mayaguez, Puerto Rico): Comunicación personal 1985

Matthew, K. M. (S.J.), - The Rapinat Herbarium, Tiruchirapalli, India: Comunicación personal

Musnad, H. A.
Parkinsonia aculeata L. in Soba Arboretum
Imprenta Oficial, Jartum - sin fecha - distribuido en 1981 (14 pp.)

Muthukrishnan, C. R. y Seemanthini Ramadas
Perennial vegetables for your kitchen gardens
Indian Horticulture 19 (1974) 11 - 12

Nahrstedt A. (Institute of Pharmaceutical Biology, Technical University Braunschweig): Comunicación personal 1982

Nair, P. K. K. y K. N. Singh
A study of two honey plants Antigonon leptopus Hook. and Moringa pterigosperma Geartn. (= synonym of Moringa oleifera Lam.)
Indian J. Horticulture 31 (1974) 375 - 379

National Academy of Sciences (Ed.)
Firewood Crops - Shrubs and Tree Species for Energy Production,
Washington 1980

Negi, S. S.
Fodder trees in Himachal Pradesh
Indian Forester 103 (1977) 616 - 622

Nowack, E.
Land und Volk der Konso (Süd-Äthiopien)
En: Bonner Geogr. Abh. 14, 1954 cf. 35

Ochse, J. J.
Vegetables of the Dutch East Indies
Amsterdam 1931

Osmaton, A. E.
A forest flora for Kumaon
Allahabad 1927

Perumal, R. S., K. Asaf Ali y T. R. Subramaniam
Effects of feeding different host plants on the larval and post-larval development of Pericallia ricini F.
Madras Agricultural Journal 59 (1972) 324 - 328

Peter, K. V.
Drumstick, a multi-purpose vegetable
Indian Horticulture 23 (1979) 17 - 18

Raghunath, T. A. V. S., A. S. Reddy y B. H. Krishnamurthy Rao
Studies of the host preference of the wooly bear, Pericallia ricini F.
Current Research 10 (1981, publ. 1982) 124 - 125

Rajkumar, Rosario X., K. Durairaj y Casimir Gnanadickam
Study of mineral nutrient value of greens
Current Science 42 (1973) 317

Ramachandran, C., K. V. Peter y P. K. Gopalakrishnan
Drumstick (Moringa oleifera): a multi-purpose Indian vegetable
Economic Botany 34 (1980) 276 - 283

Robyns, W.
Moringaceae
En: Flore du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, ed. by Comité exécutif de la Flore du Congo Belge et le Jardin Botanique de l'État
Bruselas 1951

Saluja, M. P., R. S. Kapil y S. P. Popli
Studies in medicinal plants: Part VI - Chemical constituents of Moringa oleifera Lamb. (Hybrid variety) & isolation of 4-hydroxymellein
Indian J. Chem. 16 B (1978) 1044 - 1045

Sambandam, C. N.
(Annamalai University Annamalainagar; India):
Comunicación personal

Sasidharan Pillai, K., K. Saradamma y M. R. G. K. Nair
Helopeltis antonii Sign. as a pest of Moringa oleifera Current Science 49 (1980) 288 - 289

Sharma, S.K. y Bhagirath Singh
House sparrow as predator of white grub adults
Entomologist's Newsletter 6 (1976) p. 42

Smartt, J.
The evolution of pulse crops
Economic Botany 32 (1978) 185 - 198

Steiner, A. M.
(Institute for Plantbreeding, Seed Research and Population Genetics, University of Hohenheim): Comunicación personal

Steve-Sepp, Dietrich y Günther Mühlbauer (GTZ Plant Protection Project Ouagadougou, Burkina Faso):
Comunicación personal 1985

Thirumalachar, M.J. y H.C. Govindu
Notes on some Cerosporae of India - II.
Sydowia (Annales Mycologici, Wien) 7 (1953) 45 - 49

Verma, S. C,
Studies on the factors affecting seed germination of Moringa
Plant Science 5 (1973) 64 - 70

Verma, S. C., Banerji, R., Misra G. and S. K. Nigam
Nutrional value of Moringa
Current Science 45 (1976) 769 - 770

Verma, A. N. and A. D. Khurana
Further new host records of Indarbela sp. (Lepidoptera: Metarbelidae)
HAU (Haryana Agricultural University) J. Res. (Hissar) 4 (1974) 253 - 254

Walter-Echols, Gerd (GTZ Plant Protection Project, Khartoum, Sudan):
Comunicación personal 1984