



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

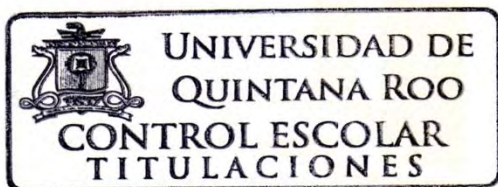
Moringa oleifera Lam., su aprovechamiento actual a nivel mundial y su potencial para Quintana Roo

Trabajo monográfico
PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

PRESENTA
ROMÁN ALONSO SANTOS HEREDIA

supervisores
DRA. ROBERTA CASTILLO MARTÍNEZ
M.C. BENITO PREZAS HERNÁNDEZ
M.C. HÉCTOR CÁLIX DE DIOS



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, JULIO DE 2018



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO
"MORINGA OLEIFERA LAM., SU APROVECHAMIENTO ACTUAL A NIVEL MUNDIAL Y SU
POTENCIAL PARA QUINTANA ROO"

ELABORADO POR
ROMAN ALONSO SANTOS HEREDIA

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ SUPERVISOR

SUPERVISOR:



DRA. ROBERTA CASTILLO MARTÍNEZ

SUPERVISOR:

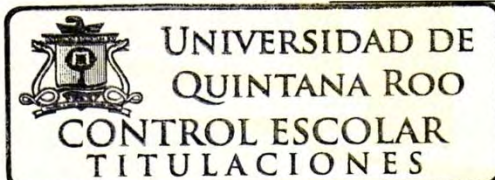


M.C. BENITO PREZAS HERNÁNDEZ

SUPERVISOR:



M.C. HÉCTOR CALIX DE DIOS



|CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, JULIO DE 2018

DEDICATORIA

Con un aprecio muy especial a mi madre, quien me ha guiado por el buen camino a lo largo de mi vida, brindándome su amor incondicional, paciencia, esfuerzo y sobre todo por creer en mí, por ser aquella persona que me enseñó a seguir y mirar siempre adelante.

A mi esposa Alejandra, por estar dispuesta a escucharme y apoyarme en cualquier momento, motivarme a ser mejor persona cada día y con quien espero compartir muchos, muchos años más.

AGRADECIMIENTOS

Me resulta difícil nombrar a todas aquellas personas que de alguna manera han hecho posible este esfuerzo, quiero agradecer a mis asesores por haberme apoyado durante todo el proceso de elaboración de este trabajo monográfico, en especial a la Dra. Roberta Castillo Martínez por dedicarme su tiempo, comprensión y ayuda.

A todos mis profesores por haberme guiado y enseñado durante todos estos años, no solo para convertirme en un buen profesional sino una mejor persona.

A mi esposa Alejandra y su familia, que han sido de gran apoyo durante estos últimos años.

A mi madre por motivarme y estar a mi lado incondicionalmente durante todo el tiempo que ha durado la carrera y la elaboración de este trabajo.

Sé que estas palabras no son suficientes para expresar mi gratitud, pero espero que con ellas, se den a entender mis sentimientos de aprecio y cariño a todos ellos, sin ustedes jamás lo hubiese logrado.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
1- Descripción	9
1.1 Clasificación botánica	9
1.2 Familia botánica y sus características	10
1.3 Sinonimia	13
1.4 Nombres comunes	13
1.5 Descripción botánica	14
1.5.1 Hojas.	14
1.5.2 Tronco.	15
1.5.3 Corteza.	16
1.5.4 Flor.	17
1.5.5 Fruto.	18
1.5.6 Semillas.	19
1.5.7 Raíz.	20
1.6 Variedades de la especie	21

1.7 Fenología.....	22
1.8 Ciclo de vida	23
1.9 Propiedades nutrimentales	24
1.9.1 Análisis químico proximal	25
1.10. Factores antinutricionales.....	36
2- Origen y distribución	37
2.1 Distribución de origen.....	37
2.1 Distribución mundial.....	38
2.2 Distribución en México.....	40
2.3 Moringa en Quintana Roo	42
3- Condiciones agroecológicas para el desarrollo de <i>M. oleífera</i>	43
3.1 Clima	43
3.1.1 Régimen pluvial.	43
3.1.2 Temperatura.	44
3.2 Suelos	44
3.3 Altitud	45
4- Usos actuales de <i>M. oleífera</i>	45
4.1 Uso agroforestal/ ecológico.....	46
4.1.1 Reforestación.....	46
4.1.2 Control de erosión.	47

4.1.3 Forrajero.....	47
4.2 Industrial	50
4.2.1 Fertilizante.....	50
4.2.2 Plaguicida.....	50
4.2.3 Hormona de crecimiento vegetal.....	51
4.2.4 Depuración de aguas.....	53
4.2.5 Fibra y celulosa.....	54
4.2.6 Aceite.....	54
4.2.7 Goma o resina.....	55
4.2.8 Cosmética.....	55
4.2.9 Perfumería.....	56
4.3 Energético	56
4.3.1 Biogás.....	57
4.3.2 Bioetanol.....	57
4.3.3 Biodiesel.....	58
4.3.4 Leña.....	60
4.4 Otro	60
4.4.1 Ornamental.....	60
4.4.2 Alimenticio.....	61
4.4.3 Melífero.....	62

4.4.4 Maderable.....	62
4.4.5 Medicinal.....	62
5- Cultivo de <i>M. oleifera</i>	64
5.1 Selección del sitio de la plantación	64
5.2 Preparación del suelo	65
5.3 Métodos de propagacion de <i>M. oleífera</i>	66
5.3.1 Método de propagación por semilla.....	67
5.3.2 Métodos de propagación vegetativa.....	70
5.4 Marco de la plantación de <i>M. oleífera</i>	73
5.5 Tipos de plantaciones.....	74
5.5.1 Cultivo en callejones.	75
5.5.2 Cultivo de sombra/ tutor.....	75
5.5.3 Cerca viva o cortina rompe vientos.....	76
5.6 Fertilización.....	76
5.7 Riego	77
5.8 Podas	78
5.9 Producción de biomasa	79
5.10 Recolección de hojas.....	81
5.11 Producción de frutos y semillas	82
5.12 Recolección de Semillas	83

5.13 Manejo post cosecha	84
5.13.1 Almacenamiento de hojas.	84
5.13.2 Almacenamiento de semillas.....	86
6- Recomendaciones para su Aprovechamiento en Quintana Roo	87
6.1 Áreas Potenciales para el cultivo de <i>M. oleifera</i> en Quintana Roo.....	88
6.2 Propuesta de aprovechamiento de la <i>M. oleifera</i> en Quintana Roo	102
6.3 Descripción agroecológica de las especies del agrosistema propuesto, para el aprovechamiento de <i>M. oleifera</i> en el estado de Quintana Roo.....	104
6.3.1 Camote.	104
6.3.2 Maíz.....	105
6.3.3 Frijol.....	106
6.3.4 Chile habanero.	107
6.3.5 Sandia.....	108
6.3.6 Cacahuete	109
6.3.7 Jicama.....	110
6.3.8 Soja.....	111
6.3.9 Calabaza Chihua <i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber var. <i>Stenosperma</i>	112
6.4 Rotación de cultivos.....	113
6.5 Distribución espacial de los cultivos Propuestos	118
6.5.1 Distribucion de los cultivos en el Año 1.	118

6.5.2 Distribucion de los cultivos en el Año 2.	120
6.5.3 Distribucion de los cultivos en el Año 3.	121
6.5.4 Distribucion de los cultivos en el Año 4.	124
6.6 Fertilización y abonado.	126
6.6.1 Momento ideal del abonado.	127
6.7 Fertilizantes Recomendados para vivificar los suelos	128
6.7.1 Bocashi.	128
6.7.2 Biol.	131
6.7.3 Compost.	132
6.8 Manejo integrado de plagas.	136
6.9 Manejo integrado de enfermedades	141
6.10 Control de las plagas y enfermedades del agroecosistema propuesto.	145
6.10.1 Macerado de ajo	146
6.10.2 Fermentado de Albahaca.	147
6.11 Productos alimenticios para consumo humano	153
6.12 Productos Alimenticios para Consumo Animal	157
6.11.2 Harina de <i>M. oleifera</i> para forraje.	158
6.13 Fomentar su Uso y Consumo a Nivel Local	161
CONCLUSIONES	162
REFERENCIAS.....	164

Índice de cuadros

Cuadro 1 Criterios para la zonificación de los sitios potenciales para la siembra de la <i>M. oleifera</i> en Quintana Roo, de acuerdo a las variables condicionales para su óptimo desarrollo	9
Cuadro 2 Comparación del contenido de nutrientes de las hojas frescas y secas de <i>M. oleifera</i> con otros alimentos (contenido en mg por cada 100 g de porción comestible).	25
Cuadro 3 Análisis químico proximal de diferentes partes de <i>M. oleifera</i> (Valores promedio de diferentes muestras).	26
Cuadro 4 Aminoácidos contenidos en las partes comestibles de <i>M. oleifera</i> (miligramo por gramo de base de peso seco).	27
Cuadro 5 Composición de ácidos grasos en las partes comestibles de la <i>M. oleifera</i> (Porcentaje del total de ácidos grasos).	29
Cuadro 6 Contenido mineral de las hojas secas de <i>M. oleifera</i> (Valores promedio de diferentes muestras).	31
Cuadro 7 Contenido mineral de las hojas frescas de <i>M. oleifera</i> (Valores promedio de diferentes muestras).	32
Cuadro 8 Contenido mineral de las semillas de <i>M. oleifera</i> (Valores promedio de diferentes muestras).	32
Cuadro 9 Contenido mineral de los frutos de <i>M. oleifera</i> (Valores promedio por cada 100 g de la porción fresca comestible).	33
Cuadro 10 Contenido promedio de vitaminas (mg) por cada 100g de porción comestible de los frutos, hojas frescas y hojas secas de <i>M. oleifera</i>	34
Cuadro 11 Distribución nativa de las especies documentadas del género <i>Moringa</i>	40

Cuadro 12 Producción de biomasa fresca, materia seca y proteína promedio en ocho cortes/año en <i>M. oleifera</i> bajo diferentes densidades de siembra (edad de plantación 45 días)	48
Cuadro 13 Datos de pruebas experimentales efectuadas en Centro América.....	49
Cuadro 14 Algunos resultados del uso de <i>M. oleifera</i> como fitohormona foliar natural.....	52
Cuadro 15 Estimación de valores productivos para la obtención de biodiesel y bioetanol a partir de <i>M. oleifera</i> y otras especies comerciales de importancia económica.	59
Cuadro 16 Comparación de los métodos de propagación de la <i>M. oleifera</i>	67
Cuadro 17 Nutrientes (Kg/Ha/año) sugerido por Foidl et al 1999 para lograr una alta producción de biomasa de <i>M. oleifera</i>	80
Cuadro 18 Propiedades físicas de la cápsula y las semillas de <i>M. oleifera</i> , de acuerdo a: 1:Foidl et al (2001) y 2: proyecto biomasa (1996).....	83
Cuadro 19 Extensión de terreno destinado a la agricultura por municipio, de las áreas con condiciones subóptimas y adecuadas para el cultivo de la <i>M. oleifera</i>	102

Índice de figuras

Figura 1. Grupos propuestos por Olson y Carlquist (2001), para clasificar las especies pertenecientes a la familia Moringaceae.	12
Figura 2. Hojas de <i>M. oleifera</i>	15
Figura 3. Tronco de <i>M. oleifera</i>	16
Figura 4. Corteza del árbol de <i>M. oleifera</i>	16
Figura 5. Flores de <i>M. oleifera</i>	17
Figura 6. Frutos de <i>M. oleifera</i>	19
Figura 7. Semillas de <i>M. oleifera</i>	20
Figura 8. Raíz de <i>M. oleifera</i>	21
Figura 9. Árbol de <i>M. oleifera</i> de 2 meses y de dos años.	23
Figura 10. Distribución natural de la <i>M. oleifera</i>	37
Figura 11. Países donde se ha registrado la especie <i>M. oleifera</i> , natural o introducida.	38
Figura 12. Uso potencial de las diversas partes de la <i>M.oleifera</i>	46
Figura 13 Usos medicinales atribuidos a <i>M. oleifera</i>	64
Figura 14. Plantas de <i>M. oleifera</i> obtenidas mediante semillas	70
Figura 15. Plantas de <i>M. oleifera</i> , obtenidas mediante estacas.	72
Figura 16. Hipsometría del estado de Quintana Roo.	89
Figura 17. Climas del estado de Quintana Roo, de acuerdo a la Clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García.	91
Figura 18. Precipitación media anual del estado de Quintana Roo (período 1910- 2009).	93
Figura 19. Zonificación del estado de Quintana Roo, según el grado favorable de la temperatura promedio anual, para la siembra de <i>M. oleifera</i>	95

Figura 20. Clasificación de tipos de suelo en Quintana Roo, según la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.	96
Figura 21. Zonificación, de acuerdo al potencial de los suelos para el cultivo de <i>M. oleifera</i> en Quintana Roo.....	98
Figura 22. Zonificación del estado de Quintana Roo, según el potencial para el cultivo de <i>M.oleifera</i>	100
Figura 23. Zonas potenciales para el cultivo de <i>M. oleifera</i> con uso agrícola en el estado de Quintana Roo.	101
Figura 24. Sucesión de plantas de acuerdo a la parte aprovechable, Según PAE (2012 a). .	115
Figura 25. Calendario de siembra para el año 1.....	116
Figura 26. Calendario de siembra para el año 2.....	116
Figura 27. Calendario de siembra para el año 3.....	117
Figura 28 Calendario de siembra para el año 4.....	117
Figura 29 Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 1	120
Figura 30 Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 2	121
Figura 31. Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 3	123
Figura 32 Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 4.	125
Figura 33 Atta mexicana (Smith).....	136
Figura 34 Larva y ejemplar adulto de la especie <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner).....	137
Figura 35. Larva y ejemplar adulto de la especie <i>Mocis latipes</i> (Guenée)	137
Figura 36 Ataque de hongos en las hojas de <i>M. oleifera</i>	141
Figura 37 Plantas de <i>M. oleifera</i> afectadas por <i>Diplodia sp.</i>	142

INTRODUCCIÓN

Sin lugar a duda una de las limitantes para el desarrollo sustentable es el desconocimiento de nuestros recursos, es de vital importancia conocer el correcto aprovechamiento así como la conservación de la gran variedad de recursos con los que contamos. Sin embargo existe una gran diversidad de recursos cuyo aprovechamiento no ha sido debidamente explotado por causa de la falta de conocimiento. Al conocer nuestros recursos naturales se pueden elaborar programas de aprovechamiento así como plantear alternativas a diferentes problemáticas en busca de un desarrollo sustentable.

En el estado de Quintana Roo la Moringa oleífera Lam., no ha sido aprovechada debidamente, apenas se están desarrollando algunas plantaciones pequeñas , porque , es una planta introducida y se desconoce el gran potencial que puede tener para el estado. Sin lugar a duda el aprovechamiento de moringa es una buena alternativa económica para el desarrollo local, dado que es una planta que puede crecer muy bien en condiciones adversas y la cantidad de usos y productos que se pueden obtener de la moringa son muchos. Es una planta multipropósito de la cual se puede aprovechar desde las raíces hasta las hojas, su aprovechamiento no está limitado a ciertas temporadas del año.

ANTECEDENTES

Los primeros ejemplares de *Moringa oleifera* Lam. (1783) en México pudieron haber sido traídos durante la época de la colonia, por marineros filipinos que comerciaban con las personas del puerto de Acapulco, a partir de entonces, *M. oleifera* ha formado parte de la horticultura tradicional de diversos pueblos de México. Con el pasar del tiempo se han perdido muchos de esos usos tradicionales, siendo el ornamental el más utilizado actualmente (Olson y Fahey, 2011).

A partir de la década de los 90's, diversos estudios realizados a esta especie demostraron su alto contenido nutritivo y se comprobaron varias de sus propiedades medicinales atribuidas. Debido a estas razones, la *M. oleifera* empezó a cobrar notoriedad y a ser cultivada en varios países del mundo, entre ellos México (Olson y Alvarado-Cárdenas, 2016).

En la actualidad diversas instituciones privadas y gubernamentales están interesadas en investigar el desarrollo y producción de *M. oleifera* en varias partes de México, así como identificar los posibles lugares con las condiciones adecuadas para el desarrollo óptimo de las plantaciones de dicha especie (Olson y Alvarado-Cárdenas, 2016), además del desarrollo de múltiples proyectos para su aprovechamiento, algunos de estos proyectos son: el desarrollo de combustibles alternativos a partir de *M. oleifera* en el estado de Chiapas, desarrollado por la empresa Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (Espinosa-Paz *et al.*, 2014); por otra parte, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA) en el estado de Campeche está fomentando el cultivo de *M. oleifera* para ayudar a combatir la desnutrición infantil y a contribuir en el desarrollo económico de las familias en comunidades rurales (Delegación SAGARPA Campeche, 2013), en Nuevo

León el cultivo de *M. oleifera* está siendo fomentada por diversas instituciones principalmente como fuente de forraje y suplemento alimenticio (Delegación SAGARPA Nuevo León, 2015).

En Quintana Roo existe muy poca información respecto al desarrollo y producción de *M. oleifera* en las condiciones locales; sin embargo, en años recientes de manera individual se ha incrementado la fascinación por cultivarla y aprovecharla (Casanova-Lugo *et al.*, 2018).

JUSTIFICACIÓN

Una de las limitantes para el desarrollo sostenible es el desconocimiento de nuestros recursos naturales, ignoramos las formas adecuadas de manejo y el aprovechamiento que podemos obtener de ellos, este desconocimiento provoca un despilfarro de los recursos, degradación del ambiente e incluso puede poner en riesgo la sostenibilidad (Enkerlin-Hoeflich *et al.*, 1997); por estas razones, es de vital importancia conocer el uso adecuado y preservación de la gran variedad de recursos con los que contamos. Existe una gran cantidad de recursos naturales cuyo aprovechamiento no ha sido posible por falta de información, se le da más importancia a la generación de tecnologías para la explotación en lugar de desarrollar conocimientos para el correcto uso y conservación de los recursos naturales (Londoño, 2006).

Al conocer nuestros recursos naturales, se pueden elaborar programas de aprovechamiento bien planificados, considerando el manejo de los recursos, su uso, consumo y conservación (López, 1994); también, dicho conocimiento permite plantear alternativas a diferentes problemáticas en busca de un desarrollo sostenible.

En el estado de Quintana Roo *M. oleifera* no ha sido aprovechada debidamente, muchos ejemplares de esta especie son sembrados con fines ornamentales y apenas se están desarrollando algunas plantaciones pequeñas destinadas a su aprovechamiento, porque esta especie es introducida y se desconoce el gran potencial que puede tener para el Estado; de ahí la importancia de realizar una investigación sistemática y bien documentada que sirva de guía para que agricultores y diversas instituciones puedan elaborar programas de manejo y aprovechamiento de esta especie en el Estado.

El aprovechamiento de *M. oleifera* es una alternativa potencial para diversificar la producción e impulsar el desarrollo local, dado que, es una planta que se puede cultivar sin problemas en gran parte del Estado, posee una inmensa variedad de usos (Olson y Fahey, 2011), pero sobre todo, es compatible con los sistemas agrícolas locales.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión exhaustiva sobre la literatura relevante relacionada con *M. oleífera*, que sirva como base para proponer sugerencias de manejo sostenible, que aproveche las características de dicha especie en un sistema agroforestal compatible con los sistemas de producción locales en Quintana Roo; así como, señalar los sitios con las condiciones idóneas para el desarrollo óptimo de *M. oleífera* en el Estado; esperando que la información pueda ser utilizada para fines de investigación y prácticos, tal como el establecimiento de plantaciones de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como principal método de trabajo se realizó una investigación documental, mediante la búsqueda exhaustiva de información relevante relacionada con *M. oleifera*, obtenida de diversas fuentes confiables de información, tales como: libros, revistas científicas, bases de datos especializadas, mapas, entre otros. La información se clasificó y analizó para poder conocer los parámetros ecológicos que delimitan la distribución de *M. oleifera*, sus usos potenciales (medicinales, alimenticios, forrajeros, industriales, etc.), métodos de manejo, entre otros. Dicha información, fue la base para poder desarrollar sugerencias de los posibles sitios potenciales en el estado de Quintana Roo, en los cuales, se pueda plantar *M. oleifera* de forma óptima; además de, elaborar sugerencias de manejo que aprovechen las características de dicha especie en sistemas agroforestales compatibles con los sistemas de producción locales.

Para poder indicar las posibles zonas potenciales para la plantación de *M. oleifera* en el estado de Quintana Roo, es necesario conocer los intervalos de los requerimientos agroclimáticos de la especie para su óptimo desarrollo y crecimiento, así como las características climatológicas y agroecológicas del Estado.

La creación de los mapas temáticos (climáticos y edafológicos) para la zonificación en el estado de Quintana Roo de las zonas potenciales para la plantación y aprovechamiento de *M. oleifera*, se hizo mediante el uso de las herramientas del Sistema de Información Geográfica Arc Gis 10.1, con información extraída de las diferentes cartas geográficas digitalizadas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, s.f) y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO, s.f); tomando como base las variables agroclimáticas que influyen en la producción y distribución de *M. oleifera* (precipitación,

temperatura mínima, temperatura máxima y tipo de suelo); además de su compatibilidad con el estado de Quintana Roo (Cuadro 1).

Desde el punto de vista climatológico, solo fue necesario hacer una zonificación de la variable temperatura, esto se debe a que el territorio del estado de Quintana Roo cuenta con la cantidad necesaria de precipitación anual para el desarrollo óptimo de la moringa; el cual, oscila entre 500 a 1500 mm anuales (Prabhakar y Hebbar, 2008).

Los mapas edafológicos se hicieron a partir de la información digitalizada de las diferentes cartas edafológicas disponibles en el portal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, s.f), con las cuales, se clasificaron las unidades de suelo para la siembra de *M. oleifera*, considerando la capacidad de drenaje de los suelos y su potencial para la agricultura, clasificándose en: suelo no apto (arenosol, histosol y solonchaks), permanece inundado la mayoría del tiempo o no es indicado para la agricultura; suelo desfavorable (gleysol, regosol, calcisol), apenas es capaz para la agricultura y suele inundarse, suelo favorable (vertisol, cambisol, leptosol, fluvisol), es idóneos para la agricultura y no permanece mucho tiempo inundado; suelo muy favorable (nitisol, luvisol y phaeozem), tiene buen drenaje y es ideal para la agricultura (La Unión Internacional de Ciencias del Suelo [IUSS], 2007).

Por ultimo, las zonas potenciales para la siembra de *M. oleifera* en el estado de Quintana Roo se obtuvieron mediante la sobre posición de las imágenes shape y raster de los mapas temáticos (generados en base las variables condicionales climáticas y edafológicas de la distribución de *M. oleifera*.), generando un mapa (imagen shape) con los posibles sitios potenciales para el cultivo de esta especie, al cual , se le sobre puso la imagen shape correspondiente al Uso de Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000 Serie III del INEGI (INEGI, s.f) con el fin de, descartar aquellos

sitios que no pueden ser destinados a la agricultura, porque pertenecen a zonas de conservación, zonas urbanas, o están reservados a otros fines diferentes a la agricultura.

Cuadro 1

Criterios para la zonificación de los sitios potenciales para la siembra de la Moringa oleífera Lam. En Quintana Roo, de acuerdo a las variables condicionales para su óptimo desarrollo

variable	Zona potencial			
	óptima	subóptima	adecuada	No apta
Altitud* (m.s.n.m)	0 a 200	0 a 200	0 a 200	0 a 200
Precipitación*(mm)	800 a 1500	800 a 1500	800 a 1500	800 a 1500
Temperatura anual máxima promedio (°C)	30 a 34	32 a 36	34 a 38	**
Temperatura anual mínima promedio (°C)	18 a 22	16 a 20	14 a 16	**
Tipo de suelo	Luvisol, Phaozem, Nitisol	Vertisol, Cambisol, Leptosol, Fluvisol, Luvisol, Phaozem, Nitisol	Gleysol, Regosol, Calcisol.	Arenosol, Histosol, Solonchack

Fuente: elaboración propia con datos de: Doerr y Cameron (2005), INEGI (2002), IUSS (2007), Orwa *et al.* (2009), Pozo, Armijo-Canto y Calmé (2011), Prabhakar y Hebbar (2008), Radovich (2011), Saint Sauveur y Broin (2010).

1- Descripción

1.1 Clasificación botánica

El hombre ha clasificado las planas desde el inicio de su historia. En un principio la clasificación era sencilla, clasificando las plantas con base a su utilidad: ya fuese alimentaria, medicinal o venenosa. En la actualidad las plantas se clasifican y se agrupan de acuerdo a sus relaciones filogenéticas y naturales, a diferentes niveles taxonómicos o filogenéticos (Benítez-de Rojas *et al.*, 2006).

M. oleifera pertenece a las plantas con flores o Angiospermas, las cuales componen el grupo dominante de los vegetales vasculares del mundo (Benítez-de Rojas *et al.*, 2006). Stevens (2001) indica que de acuerdo a Angiosperm Phylogeny Group (APG IV), la clasificación botánica de *M. oleifera* es:

- Clase: Equisetopsida C. Agardh
 - Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
 - Superorden: Rosanae Takht.
 - Orden: Brassicales Bromhead
 - Familia: Moringaceae Martinov
 - Genero: *Moringa* Adans.
 - Especie: *Moringa oleifera* Lam.

1.2 Familia botánica y sus características

Moringa oleifera Lam. (1783) es una especie perteneciente a la familia Moringaceae, la cual se encuentra dentro del orden de las Brassicales, y la familia más cercanamente emparentada con la Moringaceae es la Caricaceae, compartiendo ambas familias la característica de presentar glándulas en el ápice del peciolo (Olson y Fahey, 2011).

La familia Moringaceae cuenta únicamente con un solo género, *Moringa*, el cual cuenta con 33 especies, de las cuales solo 13 se han aceptado y documentado. Las especies pertenecientes a este género varían en cuanto a formas de crecimiento desde arbustos hasta árboles. De todas las especies pertenecientes a este género la *M. oleifera* es la más conocida y aprovechada en el mundo (Arora *et al.*, 2013; Olson y Fahey, 2011).

La familia Moringaceae está conformada por árboles y arbustos, cuenta con ciertos rasgos característicos distintivos, entre los que se encuentran: corteza gomosa y grandes hojas compuestas alternadas, doble o incluso triplemente pinnadas (Blackmore y Watson, 2012). Su

fruto dehiscente se presenta en forma de capsula alargada que al alcanzar la madurez se abre en 3 secciones pegadas en la base del fruto (frutos trivalvados). La gran mayoría de las especies pertenecientes a esta familia, presentan 3 alas longitudinales en sus semillas aunque algunas no las presentan. Otra característica distintiva, es la presencia de inflorescencias dispuestas en pánulas axilares, de color rojo o blanco con algún matiz rosa o rojo, de flores irregulares con 5 pétalos, 5 sépalos, 5 estambres funcionales y anteras de 2 esporangios en lugar de cuatro como la mayoría de las plantas con flor (Blackmore y Watson, 2012; Olson y Fahey, 2011).

En el pasado las especies del género *Moringa* fueron clasificadas y divididas dentro de cuatro grupos por Mark Olson y Sherwin Carlquist (Figura 1), basándose en su forma de vida, sus caracteres morfológicos y su área de distribución (Olson y Carlquist, 2001) pero en la actualidad son categorizadas por hábitat, madera, anatomía y árboles filogenéticos.

Grupos propuestos por Olson y Carlquist, 2001:

Árboles botella: conformado por cuatro especies: *Moringa drouhardii* Jum., *Moringa hildebrandtii* Engl., *Moringa ovalifolia* Dinter ex Berger y *Moringa stenopetala* (Baker f.) Cufodontis. Principalmente procedentes de África y Madagascar, se caracterizan por tener troncos gruesos y raíces hinchadas. Estos árboles también son llamados árboles cisterna, debido a la gran cantidad de agua almacenada en sus troncos hinchados. (Arora *et al.*, 2013; Navie y Csurhes, 2010).

Árboles tuberosos (Sarcorhizal trees): grupo conformado por dos especies: *Moringa arborea* Verdc. y *Moringa ruspoliana* Engl. Este conjunto se caracteriza por tener un tronco más delgado que los árboles de botella, poseen una corteza suave, liza y carnosa; en cambio sus raíces son tuberosas y torcidas, lo que las diferencia marcadamente en apariencia del tronco. (Arora *et al.*, 2013; Navie y Csurhes, 2010).

Árboles esbeltos: las especies pertenecientes a este grupo se diferencian por tener un tronco delgado y resistente, raíces esponjosas, fibrosas y más frágiles que el resto del tallo y sus flores tienen simetría bilateral. Las especies que conforman este grupo son: *Moringa oleífera* Lam., *Moringa concanensis* Nimm. y la *Moringa peregrina* Forssk. Ex Fiori (Arora *et al.*, 2013; Navie y Csurhes, 2010).

Arbustos tuberosos: conjunto conformado por cuatro especies: *Moringa borziana* Matt., *Moringa longituba* Engl., *Moringa pygmaea* Verd., y *Moringa rivaie* Chiov. Las especies de este grupo presentan tallos delgados y achaparrados, que en épocas de sequía severa pierden la gran mayoría de sus hojas. Sus raíces tienen diámetros más gruesos, textura más suaves y cortezas más pálidas en comparación a su tallo (Arora *et al.*, 2013; Navie y Csurhes, 2010).

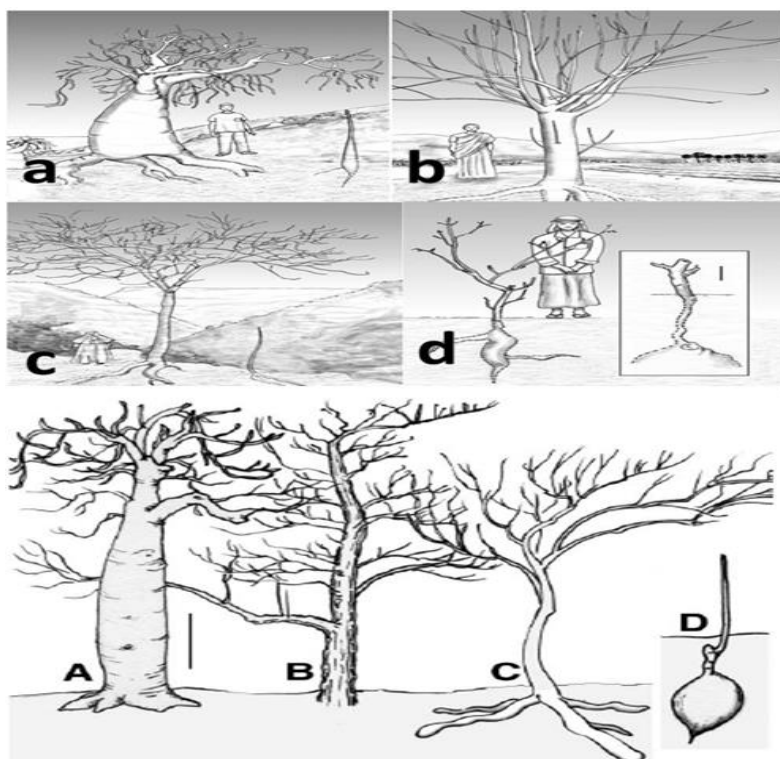


Figura 1. Grupos propuestos por Olson y Carlquist (2001), para clasificar las especies pertenecientes a la familia Moringaceae. a) Árboles de botella, b) árboles tuberosos (Sarcorhizal trees), c) árboles esbeltos y d) arbustos tuberosos. Fuente: Olson y Carlquist (2001).

1.3 Sinonimia

La sinonimia ocurre cuando diferentes autores describen el mismo taxón pero le dan nombres diferentes, esto por obvias razones puede llevar a la confusión. Para solucionar dicha problemática, se selecciona aquel nombre que se haya publicado primero para referirse a dicho taxón, pero que además cumpla todos los requisitos, los nombres que se hayan publicado posteriormente serán considerados sinónimos, careciendo de valor nomenclatural (Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica [CINZ], 2009).

En el caso de la *Moringa oleífera* Lam. (1783), su sinonimia es la siguiente: *Anoma moringa* (L.) Lour. *Guilandina moringa* L., *Hyperanthera decandra* Willd., *Hyperanthera moringa* (L.) Vahl, *Hyperanthera pterygosperma* Oken, *Moringa edulis* Medic. , *Moringa erecta* Salisb. , *Moringa moringa* (L.) Small, *Moringa myrepsica* Thell., *Moringa nuxebe* Desf., *Moringa octogona* Stokes, *Moringa oleífera* Lour., *Moringa parviflora* Noronha, *Moringa polygona* DC., *Moringa pterygosperma* Gaertn., *Moringa zeylanica* Pers., *Copaiba langsdorfii* (Desf.) Kuntze, *Copaifera langsdorffii* Desf., orth. var., *Copaifera nitida* Hayne, *Copaifera sellowii* Hayne, *Moringa pterygosperma* Gaert., *Moringa moringa* (L.) Millsp. *Moringa nux-ben* Perr. *Hyperanthera moringa* Willd., *Moringa zeylanica* Burmann (Navie y Csurhes, 2010).

1.4 Nombres comunes

M. oleífera es cultivada y conocida en diversas regiones del mundo por diferentes culturas, debido a eso, son numerosos los nombres que recibe la especie para referirse a ella, entre los más comunes se encuentran: árbol del ben, ben, morango, moringa, paraíso blanco, reseda, palo de

abeja, palo jeringa, jazmín francés, Jacinto, etc. (Pérez *et al.*, 2010), maranga, paraíso, angela, acacia, ceiba perla, perlas, maranjo, la libertad Maranga calalú, etc. (Navie y Csurhes, 2010).

1.5 Descripción botánica

1.5.1 Hojas.

Las hojas de *M. oleifera*, son compuestas alternadas, por lo general tripinadas y en algunos casos bipinadas (Figura 2), cuya longitud varía entre los 20 a los 70 cm, pero pueden alcanzar tamaños de 90 cm. Portan unas pequeñas glándulas en la base del peciolo y el foliolo, las cuales exudan un líquido claro o de color ámbar (Orwa *et al.*, 2009).

Las hojas individuales o folíolos presentan una forma elíptica y están distribuidos en grupos de folíolos con 5 o más pares de estos acomodados de manera opuesta sobre el peciolo principal, que puede tener una longitud alrededor de 4 a 15 cm, y un foliolo de 1 a 2 cm de longitud en el ápice de la hoja compuesta. Los folíolos contienen láminas foliares de 200 mm de área en promedio (Foidl *et al.*, 1999), tienen forma ovalada, elíptica u oblonga con una longitud de 10 a 24 mm y un ancho entre los 5 y 18 mm. La hoja en el ápice de cada peciolo usualmente tiene forma similar a un huevo y es ligeramente grande en comparación a los demás folíolos. Los folíolos son escasamente peludos cuando son jóvenes, pero se convierten en lampiños al madurar (Navie y Csurhes, 2010).

Debido a la forma de su hoja y a la disposición de sus folios, es un error común confundir a esta especie con una leguminosa, dado que las leguminosas también presentan hojas compuestas (Olson, 2002).

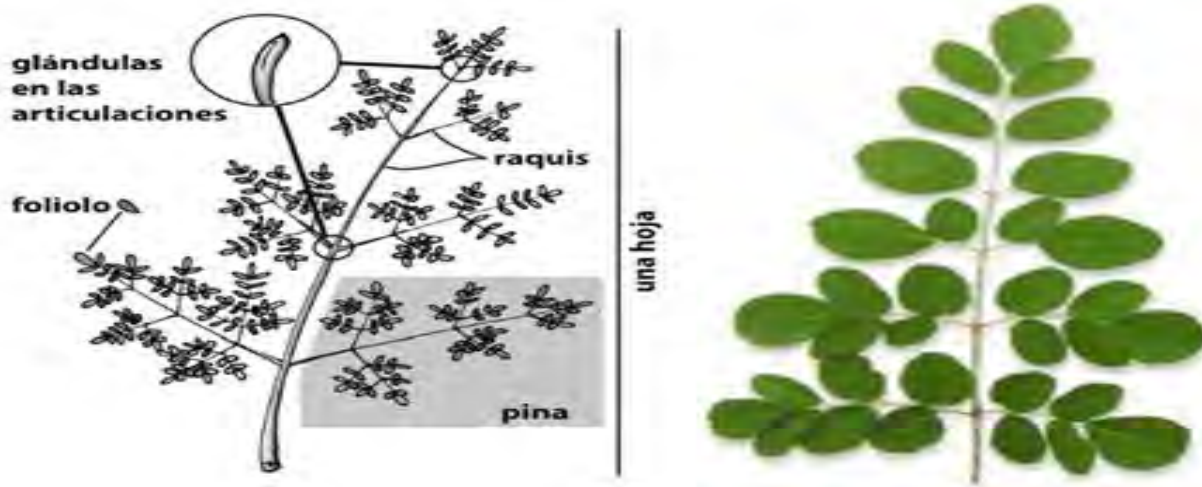


Figura 2. Hojas de *M. oleifera*.
Fuente: Olson y Fahey (2011)

1.5.2 Tronco.

M. oleifera es un árbol o arbusto de crecimiento apresurado que puede alcanzar en promedio una altura comprendida entre los 5 y 12 metros de altura al llegar a su madurez, por lo general suele presentarse con un solo tronco (Figura 3), cuyo fuste es recto pero puede presentarse algo torcido (Foidl *et al.*, 2001; Navie y Csurhes, 2010), el diámetro promedio del tronco de esta especie puede encontrarse entre los 20 y 40 cm cuando ya ha alcanzado la madurez (Foidl *et al.*, 2001). Sus ramas crecen de manera desordenada, sin embargo, su copa es abierta presentando una forma similar al de una sombrilla (Foidl *et al.*, 2001; Paliwal, Sharma y Pracheta, 2011).



Figura 3. Tronco de M. oleifera.
Fuente: Casanova-Lugo *et al.* (2018).

1.5.3 Corteza.

La madera de *M. oleifera* es suave, pero de corteza dura y de color blanquecino, presentando una textura que varía desde lisa a áspera, pero usualmente no presenta fisuras (Figura 4). La corteza exuda una goma de color blanquecino a rojizo cuando es dañada. Los tallos jóvenes son pubescentes y los brotes presentan coloraciones entre verde y morado (Navie y Csurhes, 2010).



Figura 4. Corteza del árbol de M. oleifera.
Fuente: Navie y Csurhes (2010).

1.5.4 Flor.

Las flores de *M. oleifera*, aparecen por primera vez alrededor de los primeros seis meses después de haber sido plantada (Parrota, 1993), son bisexuales, ligeramente perfumadas, con pétalos de coloración blanca o cremosa (Figura 5), los cuales, se presentan en inflorescencia de tipo panículo lateral, de 10 a 20 cm de largo con numerosas flores (Little *et al.*,1964). Las flores individuales miden aproximadamente de 0.7 a 1 cm de largo y de 2 cm de ancho, cuentan con cinco sépalos de forma elongada de 7 a 15 mm de longitud por 5 a 6 mm de ancho y tiene ápices obtusos. Además cuenta con cinco pétalos de tamaño desigual, con forma cóncava de 1 a 2 cm de largo por 5 a 6 mm de ancho, con ápices agudos y glabros o pubescentes en la base (Navie y Csurhes, 2010).

La flor tiene cinco estambres fértiles (de una longitud de 10 mm) con anteras amarillas o anaranjadas y cinco estambres estériles ó estaminodios sin anteras (con una longitud de 7 mm). El ovario es velludo de forma oblonga (de alrededor de 5 mm de longitud) con un único lóculo que contiene numerosos óvulos. La floración puede producirse a lo largo del año (Little *et al.*, 1964; Navie y Csurhes, 2010).

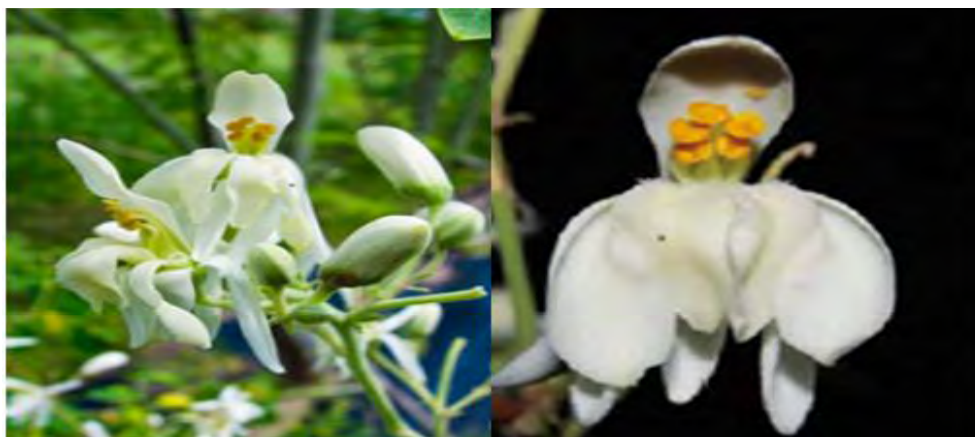


Figura 5. Flores de *M. oleifera*.
Fuente: Radovich (2011).

En su hábitat natural en la India y en otras regiones de Asia con condiciones climáticas similares, esta especie, florece una única vez anualmente; sin embargo, puede florecer más de una vez al año, como sucede al sur de la India donde suele florecer dos veces, o durante todo el año como sucede en los países caribeños (Little *et al.*, 1964).

M. oleifera es de polinización cruzada, la cual es facilitada por diversos animales, los principales polinizadores son las abejas, insectos y las aves (Orwa *et al.*, 2009); sin embargo, la moringa no requiere de unos polinizadores específicos, ya que produce semillas viables en todo el planeta en donde se ha introducido (Navie y Csurhes, 2010).

1.5.5 Fruto.

El fruto es dehiscente y tiene forma de capsula elongada de coloración castaña o parda, formado por tres lígulas, que al ser cortadas transversalmente se puede apreciar una sección triangular, en la cual, se disponen las semillas longitudinalmente (Figura 6).

Comúnmente estos frutos miden de 20 a 40 cm de longitud y tienen un ancho de 2 a 3 cm, aunque en contadas ocasiones puede alcanzar una longitud de 120 cm y un ancho de 2 a 2.5 cm (Little *et al.*, 1964). Cuando los frutos son jóvenes tienen una coloración verde, pero en algunas variedades son de coloraciones rojizas. Al madurar el fruto su coloración se oscurece tornándose parda o café (Navie y Csurhes, 2010). Los frutos son dehiscentes y se abren cuando se secan, estos se abren en tres partes, mostrando las semillas. Cada vaina contiene entre 12 y 35 semillas (Foidl *et al.*, 2001).

Los frutos alcanzan la madures en 3 meses aproximadamente después de la floración y permanecerán varios meses en el árbol antes de abrirse y liberar las semillas, que posteriormente

se dispersaran (Parrota, 1993). En promedio un árbol maduro de *M. oleifera*, puede producir de 15000 a 25000 semillas por año (Foidl *et al.*, 1999).



Figura 6. Frutos de *M. oleifera*.

Fuente: Pérez-Ángel *et al.* (2010); Radovich (2011).

1.5.6 Semillas.

Las semillas de *M. oleifera* son carnosas y están cubiertas por una cáscara fina semipermeable de coloración café claro a oscuro (Foidl *et al.*, 2001). Son de forma redonda o globular y su diámetro mide aproximadamente de 0.7 a 1.5 cm. La cascara tiene tres alas blancas, delgadas, de consistencia similar al papiro con una longitud de 0.5 a 2.5 cm y un ancho de 0.4 a 0.7 cm, que recorren la cascara verticalmente (Figura 7). Su endospermo es de coloración blanca y de textura oleaginososa (Navie y Csurhes, 2010).

El peso promedio de una semilla es de 0.3 g, pero puede ser diferente de acuerdo a la variedad de la especie, las cuales, pueden ir desde 3000 a 9000 semillas por kilogramo. Cada árbol puede producir en promedio alrededor de 15000 a 25000 semillas anualmente (Foidl *et al.*, 1999).



Figura 7. Semillas de *M. oleifera*.
Fuente: Pérez-Ángel *et al.* (2010)

1.5.7 Raíz.

La raíz principal es gruesa de tipo pivotante, de un color blanco, su apariencia es hinchada, y llega a medir varios metros de longitud (Figura 8). Además le sirve a la planta para reservar agua en época de sequía; razón por la cual, es una planta que prospera en ambientes secos. Su olor es picante muy similar al del rábano. Cuando se le hacen cortes a la raíz, esta produce una goma de color rojizo o parduzco (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008).

Normalmente la planta suele desarrollar un sistema de raíces laterales; que permite una buena retención de suelo, lo que hace a *M. oleifera*, una buena alternativa para prevenir los deslizamientos de tierra. Es necesario aclarar que los árboles obtenidos a partir de semillas desarrollan una raíz pivotante usualmente gruesa y profunda, con un sistema extenso de raíces laterales; en cambio, los árboles obtenidos a partir de estacas no desarrollan raíces pivotantes. (Parrota, 1993). No se recomienda el consumo de la raíz, debido a las sustancias venenosas que en ella se encuentran, las más sobresalientes son: los alcaloides moringina, moringinina, spirochin y el fitoquímico bencil isotiocianato, que también se encuentran en la corteza (Canett-Romero *et al.*, 2014).



Figura 8. Raíz de M. oleifera.
Fuente: Torres-Castillo *et al.* (2013)

1.6 Variedades de la especie

Existen diversas variedades de *M. oleifera*, algunas de ellas se pueden distinguir por el color y tamaño de sus frutos (Tsaknis *et al.*, 1999). Las variedades de esta especie se pueden clasificar en dos grupos principales: perennes y anuales. Las variedades anuales más comunes son la Periyakulam (PKM-1 y PKM-2) (Kumar *et al.*, 2014), Rohit (Salikutty, 2007), Gandhi Krishi Vigyana Kendra (G.K.V.K.-1, G.K.V.K.-2, G.K.V.K.-3) y Dhanaraj (Prabhakar y Hebbar, 2008); por otra parte, las variedades perenes más conocidas son las Jaffna, *Puna murungai*, *Chavakacheri murungai*, *Chemmurungai*, *Kaadumurungai* *Palmurungai* y *Kodikkal Murungai*. (Kumar, *et al.*, 2014).

Existe un gran número de variedades y eco tipos de *M. oleifera* en el mundo y la gran mayoría no están documentadas. En México existen pocas variedades de *M. oleifera*, además de que hay poca información respecto a dichas variedades, por mencionar algunas se encuentran: la variedad Culiacán, Cajeme y UAS, desarrolladas con el fin de obtener plantas con una tasa rápida de

crecimiento, resistencia a plagas y enfermedades, así como mayor obtención de cosechas (Pérez-Ángel *et al.*, 2010).

1.7 Fenología

En cuanto a la fenología de *M. oleífera*, existen muchas variaciones con respecto a su floración y fructificación, influenciado por: la variedad de la especie, el tipo de propagación que se haya utilizado y a las condiciones climáticas del sitio en el cual se haya desarrollado (Parrotta, 1993). Por ejemplo: en el norte de la India que es un lugar que cuenta con temporadas de bajas temperaturas, esta especie florece sólo una única vez al año entre los meses de abril y junio; pero en el sur de la India la especie puede florecer hasta dos veces anualmente, o durante gran parte del año en regiones con temperaturas y precipitaciones anuales constantes como lo es en el caso del Caribe (Ramachandran *et al.*, 1980).

Uno de los factores importantes que influye en la floración y la fructificación es la precipitación, niveles bajos de precipitación provocan condiciones desfavorables para el crecimiento del tubo polínico y una adecuada fertilización, lo que se ve reflejado en una baja producción de frutos; sin embargo, un estrés hídrico moderado antes del inicio de la floración puede resultar beneficioso estimulando el incremento de flores, además de ampliar y asegurar una buena producción de frutos (Kanthaswamy, 2006).

1.8 Ciclo de vida

M. oleifera es una especie de rápido crecimiento que puede vivir hasta los 20 años (Falasca y Bernabé, 2009). Sus plántulas pueden desarrollarse muy rápido alcanzando de 20 a 30 cm de alto en un tiempo aproximado de seis semanas después de haber sido sembradas, puede alcanzar el tamaño idóneo para el trasplante alrededor de los 2 o 3 meses posteriores a su siembra (Figura 9), alcanzando un tamaño aproximado de entre 30 a 50 cm (Parrotta, 1993).

Esta especie crece con rapidez en lugares propicios, Su altura se incrementa de 1 a 2 m anualmente durante los primeros 3 a 4 años, pero su crecimiento va disminuyendo con el tiempo (Parrotta, 1993), rara vez logran alturas entre 5 a 10 m, y son muy contadas las ocasiones en las que consiguen alturas de 15 m (Morton, 1991).



Figura 9. Árbol de *M. oleifera* de 2 meses y de dos años.
Fuente: Falasca y Bernabé, (2009).

Los árboles de *M. oleifera* obtenidos de semilla florecen a los dos años después de haber sido sembrados, mientras que los árboles obtenidos de estacas comienzan a producir frutos a partir de los seis meses en buenas condiciones de cultivo. Durante los primeros dos años, la producción de

fruta es bajo, pero a partir del tercer año, un solo árbol puede producir de 600 a más de 1000 frutos anualmente (Ramachandran *et al.*, 1980). Las plantas que crecen en condiciones desfavorables suelen crecer más lento y alcanzar alturas menores a los 3 m (Navie y Csurhes, 2010).

1.9 Propiedades nutrimentales

Moringa oleifera Lam., es una especie con alto contenido de nutrientes (Cuadro 2). Los análisis nutritivos que se le han realizado indican que contiene los 40 nutrientes básicos en correcta proporción, entre los que se encuentran: diferentes antioxidantes, los 8 aminoácidos esenciales (Fuglie, 2001) y gran variedad de vitaminas; razón por la cual, *M. oleifera* es una buena fuente complementaria de vitaminas (Offor et al., 2014).

Fuglie, (2001), menciona que *M. oleifera* es una alternativa viable para combatir la desnutrición y que actualmente se está empleando en diferentes países ubicados en los trópicos y en los subtrópicos.

En la actualidad las hojas son estudiadas debido a sus características nutricionales y están siendo utilizadas en algunos países para combatir la desnutrición, siendo consumidas en polvo ó a manera de suplemento alimenticio, con el fin de combatir la deficiencia de micronutrientes (Fuglie, 2001).

Las hojas de *M. oleifera*, son la parte de la planta en donde se concentra la mayor cantidad de sus nutrientes y puede contener un mayor número de ellos en comparación con otros alimentos, como se puede observar en el cuadro siguiente:

Cuadro 2

Comparación del contenido de nutrientes de las hojas frescas y secas de M. oleifera con otros alimentos (contenido en mg por cada 100 g de porción comestible).

Tipos y minerales	Moringa (hojas frescas)	Moringa (Hojs secas)	Comparado con otros alimentos
Vitamina A (mg)	0.8	16.3	1.8 (Zanahoria)
Vitamina C (mg)	220	17.3	30 (Naranja)
Calcio (mg)	440	2003	120 (Leche)
Hierro (mg)	0.7	28.2	1.14(Espinaca)
Potasio (mg)	259	1324	8.8 (Plátano)
Proteína (mg)	6.7	27.1	3.1

Fuente: Gopalan *et al.* (1994).

1.9.1 Análisis químico proximal

El objetivo principal del análisis químico proximal, es realizar diferentes pruebas químicas a un material, para poder determinar su contenido de proteína cruda, humedad, cenizas, lípidos, fibra cruda y carbohidratos digeribles (Gómez-Gómez, 2013).

Offor *et al.* (2014), reportó que las hojas de *M. oleifera* son una buena fuente de nutrientes importantes y que la planta resulta una alternativa viable para la suplementación en la alimentación de personas y animales (Cuadro 3).

Gómez-Gómez (2013), indica que, el contenido nutritivo puede variar debido a diferentes factores que afectan significativamente los valores nutricionales, entre los cuales se encuentran: el clima, las condiciones del suelo, la estación del año, la variedad de la planta, entre otros. Por estas razones, resulta común ver resultados variables en los reportes de diversos investigadores. A pesar de las variaciones en los resultados de los diferentes análisis químicos proximales

realizados a las hojas de *M. oleifera*, estas son una buena fuente de proteínas, lípidos, carbohidratos y minerales orgánicos (Valdez-Solana *et al.*, 2015),

Cuadro 3

Análisis químico proximal de diferentes partes de M. oleifera (Valores promedio de diferentes muestras).

Parámetro	Hojas frescas	Semillas	Cápsula fresca	Cápsula seca	Hojas secas
Humedad (%)	79.72	47.2	83.2	14.2	5.9
Proteínas (%)	5.52	17.5	5.6	20.5	27.2
Grasas (%)	1.46	15.1	0.9	27.2	17.1
Cenizas (%)	2.12	2.1	0.9	2.9	19.4
Carbohidratos (%)	11.14	18.1	9.5	35.2	11.1
Energía (Kcal/100 g)	207.42	439	189.9	510.6	339

Fuente: Alfaro-Villatoro y Martínez (2008); Windépagngdé-Yaméogo (2010).

1.9.1.1 Proteínas.

M. oleifera es una buena fuente de proteínas (Cuadro 4), dado que casi el 45% del polvo de hojas de esta especie está compuesto principalmente de aminoácidos o proteínas, la semilla contiene un 45 % y las hojas secas un 20.6 % (Gómez-Gómez, 2013).

El concentrado de las hojas de *M. oleifera* es una buena opción para combatir la deficiencia de proteínas en la dieta de personas y animales; sin embargo, por sí solo no es un alimento, pero tiene potencial como un ingrediente en fórmula para infantes, comidas y suplemento alimenticio (Sodamade *et al.*, 2013; Offor *et al.*, 2014).

Numerosos investigadores en países en vías de desarrollo han realizado diversos estudios a niños con deficiencias de proteína, a los cuales se les ha suministrado *M. oleifera* a manera de suplemento alimenticio y han llegado a la conclusión de que es una manera efectiva para

combatir la desnutrición en niños menores de 5 años, además de ser accesible y de bajo costo en comparación a los suplementos y formulas desarrollados en laboratorios (Srikanth *et al.*, 2014)

Diversos análisis hechos a *M. oleifera* con el objetivo de identificar los aminoácidos presentes en la planta, han arrojado diferencias en los resultados, debido a la calidad de la proteína y a las condiciones del lugar de origen de la planta (Sánchez-Machado *et al.*, 2009).

Cuadro 4

Aminoácidos contenidos en las partes comestibles de M. oleifera (miligramo por gramo de base de peso seco).

Aminoácido	Hojas	Frutos inmaduros	Flores
Ácido aspártico	15.8 ± 1.5	7.4±0.3	12.3±0.9
Ácido glutámico	17.1 ±1.4	14.6±2.3	17.0±2.2
Serine *	9.4 ±0.5	7.5±1.8	7.5±0.4
Histidina *	7.0 ±0.4	2.0±0.3	3.1±0.4
Glicina	10.3 ±0.7	4.3±0.5	6.5±0.3
Treonina *	7.9 ±0.4	3.3±0.5	5.4±0.2
Alanina	12.5 ±0.6	4.2±0.7	8.1±0.5
Prolina	12.4 ±0.9	4.0±0.6	6.6±0.5
Tirosina *	4.8 ±0.9	0.4±0.1	0.4±0.1
Arginina	12.2 ±0.8	8.1±2.5	20.1±1.2
Valina *	11.3 ±1.1	4.3±1.0	6.4±0.6
Metionina *	1.4 ±0.3	0.9±0.2	1.0±0.2
Isoleucina *	8.9 ±0.7	3.1±0.4	5.2±0.5
Leucina *	17.5±0.2	5.6±0.5	8.7±0.9
Fenilalanina	8.9±0.3	2.3±0.4	3.8±0.5
Lisina	15.3±0.6	2.5±0.6	4.6±0.5
Total	172.7±3.2	74.5±4.3	116.7±3.2
Esenciales	83±1.8	24.4±1.5	38.6±1.5

Nota. * Aminoácidos esenciales. Fuente: Sánchez-Machado (2009).

1.9.1.2 Grasas.

Los lípidos son macromoléculas de estructuras y funciones diversas que se encuentran como componentes esenciales en un gran número de seres vivos y desempeñan diversas funciones biológicas en el organismo, como: constituir la membrana celular, almacenar energía, servir de aislante térmico, regular la presión sanguínea y la contracción de los músculos, etc. (Horton, *et al.*, 2008).

M. oleifera es una buena alternativa para obtener ácidos grasos de buena calidad (Cuadro 5) en la dieta, debido a que, contiene grasas poliinsaturadas que ayudan a prevenir enfermedades y son importantes para una buena salud en personas y animales (Moyo *et al.*, 2011). Las semillas son la parte de la planta que contiene la mayor cantidad de ácidos grasos. El aceite de las semillas de *M. oleifera* contiene alrededor de 13 % de ácidos grasos saturados, 82 % de ácidos grasos insaturados y un alto contenido de ácido oleico (70%) (Foild *et al.*, 2001).

En *M. oleifera* se han encontrado entre 14 y 17 ácidos grasos diferentes, estas variaciones pueden ser atribuidas a una variedad inmensa de factores, entre los cuales se encuentran: la edad de la planta, el suelo y las condiciones climáticas del lugar de donde se obtuvo la muestra (Moyo *et al.*, 2011).

Cuadro 5

Composición de ácidos grasos en las partes comestibles de la M. oleífera (Porcentaje del total de ácidos grasos).

Ácidos grasos	Hojas	Frutos inmaduros	flores
C8:0, Ácido caprílico	0.05±0.01	0.24±0.066	0.09±0.03
C12:0, Ácido láurico	0.12±0.02	0.11±0.02	0.09±0.01
C14:0, Ácido mirístico	0.96±0.18	0.26±0.04	0.59±0.03
C14:1w5, Ácido miristoleico	0.53±0.11	0.15±0.03	1.96±0.22
C16:0, Ácido palmítico	23.28±1.38	26.48±0.5	23.43±0.84
C16:1w7, Ácido palmitoleico	0.43±0.07	Nd	Nd
C18:0, Ácido esteárico	4.08±0.15	3.10±0.13	4.52±0.09
C18:1w7, Ácido vaccénico	1.15±0.16	1.00±0.2	2.00±0.21
C18:1w9, Ácido oleico	5.12±0.18	17.00±1.32	21.55±0.97
C18:2w6, Ácido linolénico	6.11±0.83	23.50±1.01	18.96±0.58
C18:3w3, Ácido alfa-linolénico	56.87±1.57	26.15±0.74	23.01±0.38
C20:0, Ácido araquídico	0.72±0.08	0.39±0.02	0.98±0.08
C20:1w9, Ácido eicosanoico	Nd	0.24±0.03	0.75±0.08
C20:4w6, Ácido araquidónico	0.21±0.02	0.24±0.03	0.19±0.03
C22:0, Ácido behénico	0.70±0.06	1.06±0.10	2.06±0.19
Ácidos grasos saturados	29.89±1.40	31.64±0.53	31.76±0.87
Ácidos grasos monoinsaturado	7.23±0.27	18.39±1.33	26.26. ±1.01
Ácidos grasos poliinsaturados	63.19±1.77	49.89±1.25	42.16±0.69
Ácidos grasos insaturados	70.42±1.79	62.28±1.83	68.42±1.23

Nota. Nd valores no detectados. Fuente: Sánchez-Machado (2009).

1.9.1.3 Nutrimientos inorgánicos

Aslam *et al.* (2005), mencionan que los minerales son esenciales para los organismos vivos, dado que, son utilizados en diversos procesos biológicos, tales como: la activación de

enzimas, hormonas y otras moléculas orgánicas que participan en el crecimiento, función y mantenimiento de los procesos vitales.

Diversos estudios demuestran que *M. oleifera* es una planta con alto contenido de nutrientes minerales (Cuadro 6, Cuadro 7, Cuadro 8 y Cuadro 9), en especial las hojas, las cuales tienen una alta concentración en Ca, K, Mg, P, Fe y Zn. Además de su alto contenido en minerales, las hojas también contienen cantidades considerables de: proteínas, vitaminas, y una cantidad significativa de aminoácidos esenciales (Fuglie, 2001; Windépagndé-Yaméogo *et al.*, 2010).

Diversos análisis realizados a *M. oleifera* para conocer su contenido de minerales, han dado diferentes resultados en cuanto al tipo de minerales encontrados y su cantidad. Esta variación es causada por una gran cantidad de elementos que pueden influenciar dichos resultados, tales como: la etapa de desarrollo de la planta, las técnicas empleadas para el análisis, factores climáticos y edáficos, métodos de cultivo, etc. (Valdez-Solana *et al.*, 2015).

Windépagndé-Yaméogo *et al.* (2011), indican que el factor más influyente en el contenido de los minerales en plantas es el suelo. Los anteriores autores realizaron un experimento tomando diversas muestras de *M. oleifera* en la misma ciudad, con las mismas condiciones climáticas, pero diferentes tipos de suelo, los resultados dieron lugar a diferentes contenidos en minerales.

Otro factor que influye en el contenido de nutrientes, es su estado de almacenamiento, diversos experimentos realizados a las hojas de *M. oleifera*, demuestran la manera más recomendable de almacenarlas es en forma de polvo, ya que conservan mejor los nutrientes (Aslam *et al.*, 2005).

Cuadro 6

Contenido mineral de las hojas secas de M. oleifera (Valores promedio de diferentes muestras).

Mineral	Cantidad
Macro elementos (%)	
Calcio (%)	3.65±0.036
Fósforo (%)	0.30±0.004
Magnesio (%)	0.50±0.005
Potasio (%)	1.50±0.019
Sodio (%)	0.164±0.017
Sulfuro (%)	0.63±0.164
Micro elementos (mg/kg)	
Zinc (mg/kg)	31.03±3.410
Cobre (mg/kg)	8.25±0.143
Magnesio (mg/kg)	86.8±3.940
Hierro (mg/kg)	490±49.645
Selenio (mg/kg)	363.00±0.413
Boro (mg/kg)	49.93±2.302

Fuente: Moyo *et al.* (2011).

Cuadro 7

Contenido mineral de las hojas frescas de M. oleifera (Valores promedio de diferentes muestras).

Minerales	Concentración Mg/100 g
K	23.20±0.31
Na	214.00±0.02
Ca	723.00±0.04
Mg	677±0.16
P	5.00±0.12
Fe	187.00±0.03
Mn	252.00±0.15
Cu	55.00±0.08
Zn	548.00±0.04

Fuente: Sodamade (2013).

Cuadro 8

Contenido mineral de las semillas de M. oleifera (Valores promedio de diferentes muestras).

Minerales	Concentración Mg/100 g
Magnesio	8.36±0.25
Zinc	6.82±0.02
Hierro	125.72±0.15
Potasio	368.95±0.21
Magnesio	198.79±0.48
Calcio	215.68±0.19
Sodio	129.34±0.42

Fuente: Siyanbola (2015).

Cuadro 9

Contenido mineral de los frutos de M. oleifera (Valores promedio por cada 100 g de la porción fresca comestible).

Minerales	Concentración (mg)
Calcio	30
Fósforo	110
Hierro	5.3
Magnesio	28
Potasio	259
Cobre	0.03
Manganeso	0.05
Zinc	0.16
Cromo	0.003

Fuente: Prabhakar y Hebbar (2008).

1.9.1.4 Contenido de vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos indispensables para el desempeño de ciertas reacciones metabólicas, dichas sustancias no pueden ser sintetizadas por el organismo a partir de metabolitos más sencillos. Es preciso señalar que la deficiencia o la ingesta excesiva de estas sustancias pueden provocar enfermedades, como el escorbuto, que es causado por una deficiencia de la vitamina C en el organismo (Calvo-Bruzos y Cascales-Angosto, 2014).

M. oleifera contiene una variedad considerable de vitaminas, encontradas en las diferentes partes que la componen (Cuadro 10). Entre las vitaminas que posee, se encuentran: la vitaminas C, D, E, K y varias vitaminas pertenecientes al grupo B, entre ellas: la vitamina B1, B2, B3, B6, B12, etc. Incluso *M. oleifera* contiene más vitaminas que algunos alimentos considerados altos

en ellas, como lo son: las zanahorias y las naranjas (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008; Fuglie, 2001).

Algunos estudios realizados al polvo de hojas de la moringa, han demostrado altos niveles en las vitaminas E, A (en forma de beta carotenos), B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), B3 (Niacina), B6 (Piridoxina), B7 (Biotina), C (Ácido ascórbico), D3 (Colecalciferol), E (α -tocoferol), y K (Saint Sauveur y Broin, 2006).

Cuadro 10

Contenido promedio de vitaminas (mg) por cada 100g de porción comestible de los frutos, hojas frescas y hojas secas de M oleifera.

	Fruto	Hojas frescas	Hojas secas
Vitamina A- B caroteno	0.11	6.8	16.3
Vitamina B- Colina	423.0	423.0	Nd
Vitamina B1- Tiamina	0.05	0.21	2.64
Vitamina B2- Riboflavina	0.07	0.05	20.5
Vitamina B3- Niacina	0.2	0.8	8.2
Vitamina C – ácido ascórbico	120.0	220.0	17.3
Vitamina E- acetato de tocoferol	Nd	Nd	113.0

Nota. Nd valores no detectados. Fuente: Fuglie (2005).

1.9.1.5 Antioxidantes

La acumulación de los radicales libres es considerada como la causa de muchas enfermedades, debido a ello, es de gran relevancia el consumo de alimentos con alto contenido en antioxidantes (Martín *et al.*, 2013). Los antioxidantes son sustancias que retardan o previenen los daños causados por los radicales libres, al impedir o retardar que otras moléculas se oxiden y pierdan electrones, generalmente son moléculas que componen lípidos, proteínas o ácidos nucleídos (Venereo-Gutiérrez, 2002).

Diversas investigaciones y estudios realizados en laboratorio, han demostrado que los extractos de hojas, frutos y semillas de *M. oleifera*, protegen a las células del daño provocado por la oxidación, retardando o previniendo enfermedades degenerativas, el envejecimiento e incluso el cáncer (Singh *et al.*, 2009).

Las hojas de *M. oleifera* contienen una gran cantidad de antioxidantes, e incluso mayor a la cantidad de antioxidantes contenidos en los frutos verdes o las semillas (Singh *et al.*, 2009), 100 g de hojas frescas contienen alrededor de 680 mg de polifenoles, en cambio 100 g de hojas secas pueden contener 3470 mg de polifenoles (Baroni-Luengo, 2013).

M. oleifera contiene gran variedad de sustancias con propiedades antioxidantes, se pueden encontrar alrededor de 40 compuestos con dichas propiedades (Singh *et al.*, 2009), los cuales, pueden ser pigmentos, vitaminas, micronutrientes, ácidos, etc. (Baroni-Luengo, 2013).

Las sustancias con propiedades antioxidantes contenidas en *M. oleifera* son: Vitamina A, Vitamina C, Vitamina E, Vitamina K, Vitamina B1 (Tiamina), Vitamina B2(Riboflavina), vitamina B3 (niacina), vitamina B6, Alanina, Cistina, Alfa-Caroteno, Arginina, Beta-Caroteno, beta-sitosterol, ácido Caffeylquinic, Campesterol, Carotenoides, Clorofila, Cromo, delta-5-avenasterol, Delta-7-avenasterol, Glutación, Histidina, indol ácido acético, Indoleacetonitrile, Kaempferal, Leucina, Luteína, Metionina, -ácido mirístico, -ácido palmítico, Prolamine, prolina, Quercetina, Rutina, Selenio, Treonina, Triptófano, Xanthins, Xanthophyll, Zeatin, Zeaxantina y Zinc (Baroni-Luengo, 2013).

1.10. Factores antinutricionales.

M. oleifera es una planta con alto contenido de nutrientes y antioxidantes, pero algunas partes de la planta contienen sustancias tóxicas que pueden disminuir su potencial como fuente de alimento, tanto para personas como para animales (Foidl *et al.*, 2001). Numerosos experimentos realizados en el consumo de diferentes partes de *M. oleifera* y el uso de extractos acuosos en ratas de laboratorio, han demostrado que su potencial tóxico es mínimo, pero son muy pocos los estudios y la información existente respecto a sus posibles efectos negativos causados por un consumo prolongado o dosis inadecuadas (Janet-Romero *et al.*, 2014).

La automedicación y el uso prolongado de *M. oleifera* en dosis incorrectas en la medicina homeopática, puede llegar a ser perjudicial para la salud, esto se debe a que la moringa contiene sustancias tóxicas en pequeñas cantidades, pero que, en un consumo desmedido puede ser fatal. Entre las sustancias tóxicas presentes en *M. oleifera* se encuentran: la moringina, moringinina, y antibióticos como el pterygosperma, athomine y spirochin. (Paul y Didia, 2012).

Las hojas de *M. oleifera* son la parte de la planta que menor número de toxinas y sustancias anti nutricionales tiene, por lo que no representa realmente un riesgo para la salud (Makkar y Becker, 1996).

Diversos autores coinciden en que existe una relativa seguridad con respecto al consumo moderado de las diferentes partes de *M. oleifera* y que su posible toxicidad dependerá de la dosis y el tiempo de consumo. La mayor concentración de sustancias tóxicas en esta planta se encuentran en la semilla, raíz y corteza (Canett-Romero *et al.*, 2014).

2- Origen y distribución

2.1 Distribución de origen

M. oleifera es una especie arborea proveniente del sur de Asia (Figura 10). Olson y Fahey (2011) mencionan que, el estudio profundo de los bosques remanentes de donde es originaria esta especie, podría revelar mucha información importante acerca de su corología (distribución geográfica a través el tiempo).

Su área natural de origen se remonta al sur del Himalaya, en los países de Bangladesh, India, Afganistán y Pakistán (Foidl *et al.*, 1999), donde puede encontrarse hasta una altura de 1000 metros a nivel del mar (Foidl *et al.*, 2001).

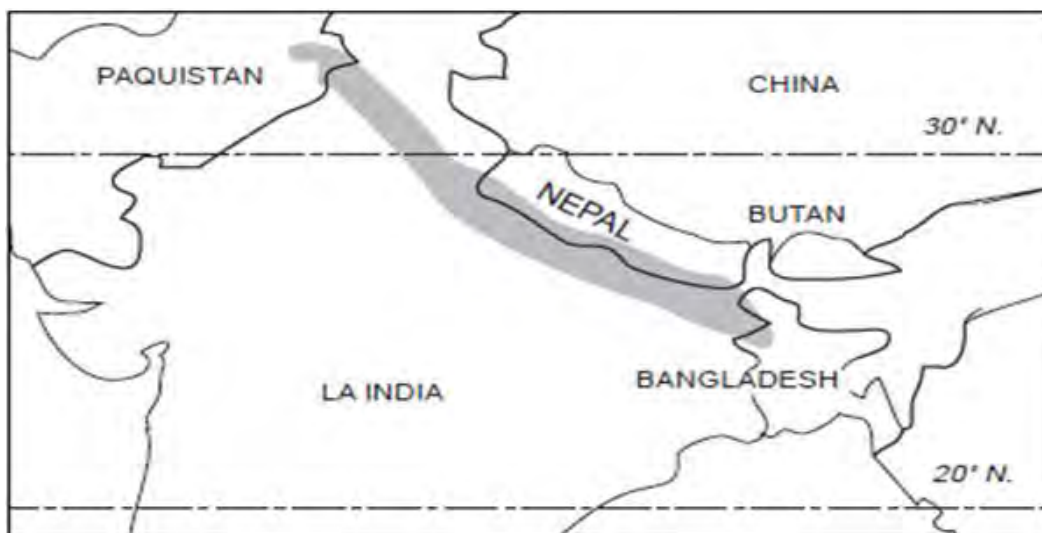


Figura 10. Distribución natural de la *M. oleifera*.
Fuente: Parrotta (1993).

2.1 Distribución mundial

Hasta el momento se han registrado 13 especies del género *Moringa*, originarias de Asia y Africa (Cuadro 11). *M. oleifera* es oriunda de Asia y se ha introducido a una gran variedad de países debido a la gran cantidad de propiedades que posee, siendo las más valoradas la alimenticia y la medicinal. Actualmente Se encuentra dispersada en una gran porción del planeta (Figura 11), especialmente en las regiones tropicales y sub-tropicales delimitadas entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (Foidl *et al.*, 2001; Jahn *et al.*,1986).



Figura 11. Países donde se ha registrado la especie *M. oleifera*, natural o introducida.
Fuente: Sabin (2014).

Originariamente la especie fue distribuida por los malayos por todo el sureste asiático, actualmente se cultiva en diversas partes de Asia para su aprovechamiento. Entre los diversos países asiáticos que la cultivan se encuentran: Pakistán, India, Nepal, Afganistán, Bangladesh, Israel, Irán, China, Taiwán, Sri Lanka, Myanmar, Malasia, Filipinas, Tailandia, Camboya, Vietnam e Indonesia (Fahey, 2005; Navie y Csurhes, 2010; Parrota, 1993).

Pacheco (2006) menciona que *M. oleifera*, fue introducida en el continente americano por los españoles, que comercializaban con los filipinos gracias a la Nao de China. Existen referencias de la especie en los diversos envíos de 1782, 1793, 1797 y 1872.

En la actualidad, en el continente Americano la especie se puede encontrar desde el sureste de los Estados Unidos hasta Argentina, ubicándose en diversos países como: México, Cuba, Haití, República Dominicana, Bahamas, Jamaica, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil, Paraguay, Chile, Perú, Argentina y Uruguay (Fahey, 2005; Navie y Csurhes, 2010; Parrota, 1993).

M. oleifera fue introducida en el continente africano hace mas de mil años, distribuyéndose en la actualidad en : Madagascar, Zimbabwe , Sudáfrica, Sierra Leona, Tanzania, Uganda, islas de Zanzíbar , Malawi, Benín, Burkina Faso, Camerún, Chad, Gambia, Ghana, Guinea, Kenia, Liberia, Malí, Nigeria, Sudán, Etiopía, Somalia, Zaire, Togo, Mauritania y Senegal (Navie y Csurhes, 2010).

En Oceanía se puede encontrar a la especie en Papúa Nueva Guinea y en la costa Oeste de Australia, específicamente en los distritos del norte y noroeste. (Navie y Csurhes, 2010).

Cuadro 11
Distribución nativa de las especies documentadas del género Moringa.

Especie	Ubicación geográfica
árboles botella	
<i>Moringa drouhardii</i> Jum	Madagascar
<i>Moringa hildebrandii</i> Engl.	Madagascar
<i>Moringa ovalifolia</i> Dinter & A. Berger	Namibia y Angola
<i>Moringa stenopelata</i> (Baker f. Cufod)	Kenya y Ethiopia
árboles esbeltos	
<i>Moringa concanensis</i> Nimmo.	India
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	India
<i>Moringa peregrine</i> (Forssk) Fiori	Mar rojo, Arabia y el Cuerno de África
Árboles tuberosos (Sarcorhizal trees)	
<i>Moringa arborea</i> Verdc.	Kenia
<i>Moringa ruspoliana</i> Engl.	Kenia , Somalia y Etiopia
Arbustos tuberosos	
<i>Moringa borziana</i> Mattei	Kenia y Somalia
<i>Moringa longituba</i> Engl.	Kenia , Somalia y Etiopia
<i>Moringa pygmaea</i> Verdc.	Somalia
<i>Moringa rivae</i> Chiov	Kenia y Etiopia

Fuente: Arora, Harpreet y Onsare (2013)

2.2 Distribución en México

Olson y Fahey, (2011), mencionan que *M. oleifera* es una especie con gran potencial para ser cultivada en México, así como en muchas partes de América. Esto es debido a que es una especie

tolerante a diversas condiciones ambientales, requiere de pocos cuidados y tiene múltiples propiedades, considerándose un árbol multipropósito muy productivo, del cual se aprovecha prácticamente, siendo las hojas las más utilizadas por su alto contenido nutritivo .

M. oleífera se cultiva en varios estados del país, entre ellos: Sinaloa, Sonora, Yucatán, Colima, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Baja California, etc., (Valdez-Solana *et al.*, 2015). Dicha especie forma parte de la horticultura tradicional de diversos pueblos, siendo utilizada principalmente como planta ornamental. Se le puede hallar en los pueblos de toda la costa del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, (Olson y Fahey, 2011).

Hoy en día, en el país existe un creciente interés por el aprovechamiento de *M. oleífera*, principalmente para la producción y cosecha de hojas. Sin embargo, la especie ha existido en México durante siglos. Olson y Fahey (2011), mencionan que, las personas que practican el cultivo tradicional de esta especie usualmente ignoran el interés comercial del árbol y sus virtudes alimenticias, culinarias y medicinales; mientras que los agricultores interesados en el cultivo extensivo de dicha especie desconocen su presencia en la horticultura tradicional mexicana.

En la actualidad diversas instituciones mexicanas están realizando estudios para delimitar las áreas con un óptimo potencial agroecológico para el cultivo de *M. oleífera*, esto es debido a que no se han evaluado variedades por su calidad y rendimiento en las diferentes regiones edafoclimáticas de México, que permitan un uso rentable y sostenible de esta especie. Por otro lado, en el país se están realizando programas con especial énfasis en el uso de dicha especie en la producción de biocombustible, ya que representa una oportunidad técnica, socioeconómica y ambientalmente favorable para su aprovechamiento en la producción de biocombustibles (Espinosa-Paz *et al.*, 2014).

2.3 Moringa en Quintana Roo

M. oleifera es una planta que recientemente se cultiva en el estado de Quintana Roo, generalmente se le utiliza como ornato para decorar los camellones de las calles, parques, o los patios de las casas, en menor medida, también se le utiliza como cerca viva, fuente de néctar para la producción de miel y en la medicina tradicional a manera de purgante y para tratar otras enfermedades (Arellano-Rodríguez, 2003). Lamentablemente es muy escasa la información con respecto al aprovechamiento y desarrollo de esta especie en el Estado y son muy pocas personas que conocen acerca de las cualidades nutritivas, medicas e industriales de esta planta, debido a esto, esta especie no es bien aprovechada y son escasas las plantaciones que se dedican a su aprovechamiento.

En Quintana Roo existen algunos productores que se dedican al cultivo y aprovechamiento de *M. oleifera*, por mencionar algunos se encuentran: la empresa san Martín, la cual tiene sus cultivos de moringa en la carretera Bacalar-Reforma kilometro 2.5 (San Martín stevia & moringa, s.f), otro ejemplo, es la empresa Delcafetal, la cual tiene sus cultivos de moringa en la carretera federal Chetumal-Felipe Carrillo Puerto en la comunidad de Limones (Delcafetal, s.f.).

En Quintana Roo ha habido un creciente interés por estudiar las propiedades de esta planta y los beneficios que le pueden brindar a las personas locales, diversas instituciones como el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, y diferentes establecimientos de educación superior pertenecientes al Tecnológico Nacional de México, entre otros, están desarrollando proyectos para el aprovechamiento de esta especie en el Estado (Casanova-Lugo *et al.*, 2018). En diversas partes de Quintana Roo, hay una creciente fascinación por consumir productos derivados de esta

especie, siendo los más comunes: píldoras, infusiones y polvo de hojas, los cuales son vendidos en diversas tiendas herbolarias o naturistas.

3- Condiciones agroecológicas para el desarrollo de *M. oleifera*

3.1 Clima

Según Reyes-Sánchez (2004), es importante conocer las condiciones climáticas y las repuestas fisiológicas de las plantas a los cambios ambientales a la hora de formular planes de manejo, porque el clima es uno de los factores más influyentes en el desarrollo y productividad de las mismas.

M. oleifera es originaria de una región tropical, sin embargo, puede desarrollarse en climas semiáridos, secos, húmedos y semi-húmedos, debido a que es una planta de gran tolerancia a las altas temperaturas y a un amplio espectro de condiciones de humedad, desde los 250 hasta los 3000 mm de precipitación anual (Prabhakar y Hebbar, 2008).

3.1.1 Régimen pluvial.

La precipitación anual del Himalaya de donde es originaria *M. oleifera*, oscila entre 750 a 2200 mm (Troup, 1921). Se estima que los requisitos mínimos de precipitación para el desarrollo de esta especie son de un mínimo de 250 y un máximo de 3000 mm anuales (Navie y Csurhes, 2010). Estudios han demostrado que su mejor rendimiento se obtiene con precipitaciones anuales de 500 a 1500 mm anuales (Prabhakar y Hebbar, 2008). *M. oleifera* es resistente a las sequías,

pero se debe tener en cuenta que el estrés hídrico prolongado influye de manera negativa en la producción de follaje (Orwa *et al.*, 2009).

3.1.2 Temperatura.

M. oleifera tolera un amplio espectro de temperatura, creciendo usualmente en zonas con una temperatura media diaria entre los 12 y los 40 °C, además tolera temperaturas desde -1 a 48 °C (Troup, 1921). Varios autores mencionan que el rango de temperatura para el crecimiento óptimo de *M. oleifera*, se encuentra entre los 20 a 40 °C (Doerr y Cameron, 2005; Reyes-Sánchez, 2014; Radovich, 2011).

Es preciso mencionar que para lograr una buena producción de hojas y de vainas, esta especie necesita temperaturas diarias entre los 25 a 30 °C, dado que el crecimiento tiende a ralentizarse al disminuir la temperatura por debajo de los 20 °C (Radovich, 2011).

3.2 Suelos

En su hábitat natural *M. oleifera* se puede encontrar a lo largo de ríos en suelos arenosos, estos casi siempre cuentan con un buen drenaje y poca materia orgánica. Incluso se ha encontrado a esta especie en suelos cuya superficie se encuentra seca durante varios meses, pero que cuentan con agua subterránea al alcance de sus raíces (Troup, 1921).

M. oleifera por lo general crece en suelos francos y franco arcillosos, pero puede crecer en una gran variedad de suelos con un pH de 5 a 9, se desarrolla mejor en suelos ligeramente ácidos o alcalinos. Cabe mencionar que no tolera los suelos que se inundan por un tiempo prolongado (Prabhakar y Hebbar, 2008).

En cuanto a requerimientos de fertilidad, *M. oleifera* se desarrolla bien en suelos carentes de nutrientes; sin embargo, si se piensa en la alta productividad y el aprovechamiento de la especie, se debe tomar en cuenta la fertilización del suelo debido a la alta extracción de nutrientes (Foidl *et al.*, 1999).

3.3 Altitud

M. oleifera progresa bien en un amplio intervalo de altitudes, comprendidas desde el nivel del mar hasta los 1800 metros (Prabhakar y Hebbar, 2008) dependiendo de la latitud; pero usualmente se le suele encontrar en alturas menores a los 600 metros. Incluso se han observado ejemplares de esta especie creciendo a 2000 m de altitud en Zimbabue (Salikutty, 2007).

4- Usos actuales de *M. oleifera*

M. oleifera es una especie que se viene utilizando desde tiempos remotos. Diversas culturas en la antigüedad ya conocían algunas de las propiedades de esta planta. En su lugar de origen, los hindúes conocían las bondades de su aceite y lo utilizaban con propósitos medicinales, incluso se cree que hacían uso de esta planta para fines forrajeros (Foild *et al.*, 2001); en cambio, los romanos, los griegos y los egipcios, extraían el aceite de las semillas de *M. oleifera*, para usarlo con fines cosméticos y medicinales además de elaborar ungüentos para la momificación (Fahey, 2005; Navie y Csurhes, 2010).

M. oleifera es una planta a la cual se le atribuyen una gran variedad de usos, esto es debido a sus características y propiedades (Figura 12). Hoy en día es especialmente utilizada para

combatir la desnutrición y las enfermedades, sin embargo, con los avances científicos y tecnológicos se le están descubriendo nuevas aplicaciones en diversas áreas, como la industrial, energética, etc. (Ramachandran *et al.*, 1980).

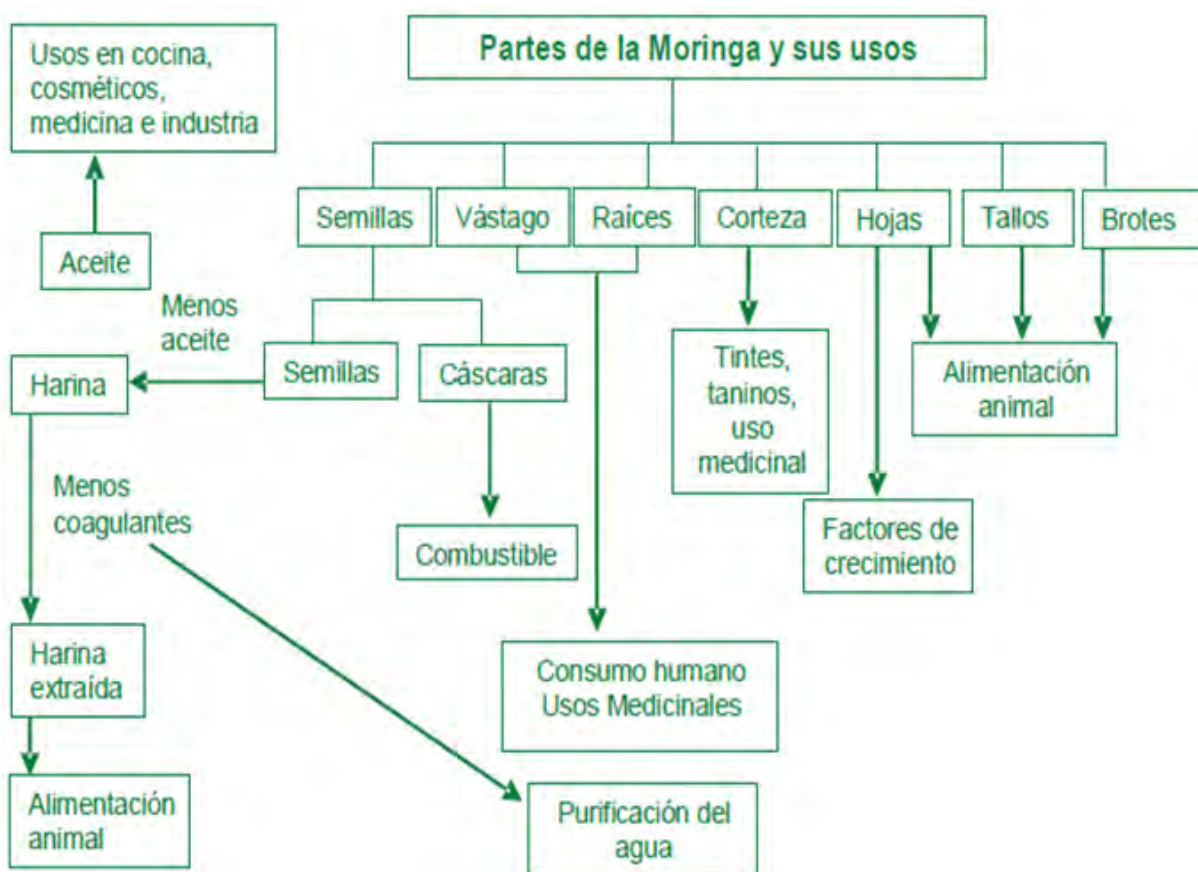


Figura 12. Uso potencial de las diversas partes de la *M.oleifera*.
Fuente: Foild *et al.* (2001).

4.1 Uso agroforestal/ ecológico

4.1.1 Reforestación.

Los árboles de *M. oleifera* son usados en algunos lugares para reforestar, a causa de sus características que lo convierten en una opción viable para la reforestación, incluso en las zonas

áridas y semiáridas. Entre las características sobresalientes de esta especie, se encuentran: su gran resistencia a la sequía y su amplia adaptabilidad a diversos tipos de suelo y climas (González-Velásquez, 2013).

Diversos países del mundo están haciendo uso de *M. oleifera* en varios programas de reforestación con el fin de mitigar la problemática ambiental y apoyar a los sectores sociales vulnerables, enseñándoles acerca del uso y aprovechamiento de *M. oleifera* y así mejorar su calidad de vida. Entre los países que emplean estos programas, se encuentran: Honduras, Sudáfrica y Mozambique.

4.1.2 Control de erosión.

El árbol de *M. oleifera* actualmente está siendo utilizado para controlar la erosión en algunas partes del mundo, ya que es una especie de rápido crecimiento que aporta una gran cantidad de nutrientes y protege el suelo de la erosión, su siembra es recomendada alrededor de colinas, en sitios expuestos a fuertes vientos o con sequías prolongadas (González-Velásquez, 2013).

4.1.3 Forrajero.

En la actualidad, en diversos países ubicados entre los trópicos, *M. oleifera* es utilizada con diversos fines y uno de sus usos más comunes es el forrajero, en este aspecto su aplicación es muy variada, utilizándose como alimento verde sin procesar, hasta en forma de pellets para complementar las dietas de los animales.

Una de las principales ventajas que tiene *M. oleifera* en cuanto a producción de forraje se refiere, es la capacidad de ser sembrada a altas densidades y mantener su alta capacidad de producción de biomasa (Cuadro 12), la cual, oscila alrededor de 8 a 10 toneladas de proteína

bruta por hectárea anualmente (Foild *et al.*, 2001). Según Foidl *et al.* (1999), la densidad idónea para la producción de forraje es de un millón de árboles por hectárea, obteniéndose hasta 78 toneladas de biomasa anualmente; dado que, densidades mas grandes traerían consigo mayores costes de siembra y manejo, además de aumentar la competencia entre los árboles de moringa.

Cuadro 12

Producción de biomasa fresca, materia seca y proteína promedio en ocho cortes/año en M. oleifera bajo diferentes densidades de siembra (edad de plantación 45 días)

Densidad (plantas/Ha)	Biomasa Fresca (ton/ha/año)	Materia seca (Kg/ha/año)	Proteína total (Kg/ha)	Pérdidas de Plantas (%)
95000	19.6	2.634	368.7	0
350000	29.7	4.158	582.0	0
900000	52.6	5.067	964.2	0
1000000	78.0	8.315	1585.0	1
4000000	97.4	12.662	2405.0	20
16000000	259.0	34.031	6465.0	30

Fuente: Foidl *et al.*, (1999)

El forraje de *M. oleifera* es obtenido de cortes realizados preferentemente en intervalos comprendidos entre un periodo de 35 y 45 días, obteniendo de esta manera: tallos, hojas y ramas; las cuales, deben picarse para posteriormente ser proporcionadas a los animales para su alimentación (Montesinos, 2010). El forraje obtenido de esta especie es uno de los más balanceados, de gran palatabilidad y es rico en nutrientes como: proteínas, vitaminas y minerales. Diversos estudios realizados a diferentes tipos de ganado han demostrado que el forraje de *M. oleifera* brinda buenos resultados en cuanto a ganancia de peso y producción de leche (Foidl *et al.*, 1999). Debido a las características ya mencionadas, el forraje de *M. oleifera* es usado en una

gran variedad de animales tales como: ganado vacuno, porcino, ovino, caprino, avícola, etc. (Reyes Sánchez, 2004).

No es recomendable utilizar el forraje de *M. oleifera* como alimento único en la dieta de los animales; sino que, debe mezclarse con otros alimentos, debido a los efectos negativos derivados del consumo del alto contenido proteínico del forraje de esta especie (Foidl *et al.*, 1999).

El uso del forraje de *M. oleifera* en la alimentación del ganado vacuno es a manera de suplemento en su dieta y requiere de un proceso de adaptación por parte del ganado (Foidl *et al.*, 1999). Foidl, *et al.* (2001), realizaron un estudio al ganado vacuno (Cuadro 13), al cual se le suministro alrededor de 40 a 50% de hojas de *M. oleifera* en su dieta, en su investigación reportaron un aumento del 30 % en cuanto a la producción de leche en vacas y un incremento del 30 % en el peso de los terneros (Foidl *et al.*, 2001).

Cuadro 13
Datos de pruebas experimentales efectuadas en Centro América.

	Producción de leche	Aumento peso engorde	Peso al nacimiento	Partos de gemelos
Con moringa	10 litros día	1200 g / día	23- 26 Kg	3 por 20
Sin moringa	7 litros día	900 g / día	20- 22 Kg	1 por 50

Fuente: Foidl *et al.*, (2001)

El forraje de *M. oleifera* puede ser perfectamente utilizado para la alimentación y suplementación del ganado porcino, dado que, la moringa es alta en nutrientes y puede brindarle las proteínas que este tipo de ganado requiere en su dieta diaria (Ly *et al.*, 2016).

Por otra parte *M. oleifera* puede usarse en la alimentación de aves de engorda como gallinas, pavos y pollos; sin embargo, la forma más recomendable de suministrarles la moringa, es en

forma de concentrados, debido a que, suelen rechazar la moringa fresca o en forma de polvo (Montesinos, 2010).

En cuanto al uso de *M. oleifera* en la alimentación de peces herbívoros, se aconseja su uso a manera de suplemento proteínico, el cual, puede sustituir hasta un 20 % de la dieta diaria y se debe suministrar en forma de concentrado, mezclándolo con otros alimentos (Rivas-Vega et al., 2012).

4.2 Industrial

4.2.1 Fertilizante.

Diversas investigaciones han descubierto que el subproducto durante el procesamiento de las semillas de *M. oleifera* para la obtención de aceite, tiene un gran provecho como fertilizante natural, porque contiene una cantidad considerable de nitrógeno que puede resultar útil para enriquecer los suelos y los cultivos. Otro aspecto interesante de este fertilizante, además de su carácter natural, es su bajo costo, ya que es un subproducto y su obtención no requiere de un gasto adicional (Price, 2007).

4.2.2 Plaguicida.

El uso irracional de los pesticidas comerciales ha provocado que numerosos organismos considerados plaga desarrollen resistencia, además de provocar diversos problemas ambientales y biológicos. Los derivados botánicos de *M. oleifera* son una buena opción para el manejo y control de las plagas, son selectivos, tienen poco o ningún efecto sobre el ambiente y los

organismos que no son objetivos, asimismo se pueden aplicar de forma similar a los insecticidas convencionales (Ashfaq *et al.*, 2012).

Las hojas y semillas de la *M. oleifera* contienen sustancias con efecto fungicida y bactericida (Ashfaq *et al.*, 2012); por otro lado, las raíces contienen propiedades nematocidas y el aceite de *M. oleifera* tiene un gran potencial como biopesticida (Fahey, 2005). Entre las sustancias contenidas en *M. oleifera* con propiedades biopesticidas atribuidas se encuentran: athomine, spirochin y la pterygospermina; esta última, tiene propiedades bactericidas y fungicidas de amplio espectro y se encuentra principalmente en la corteza y raíces de la moringa (Nellis, 1997).

4.2.3 Hormona de crecimiento vegetal.

De las hojas y los tallos tiernos de *M. oleifera* se puede obtener un extracto que se emplea a manera de spray, el cual contiene un activo promotor del crecimiento (Cuadro 14), que puede aumentar el rendimiento de diversos cultivos alrededor de un 25 a 30%. Esto es debido a que *M. oleifera* contiene Zeatina, una hormona de crecimiento vegetal perteneciente al grupo de las Citoquininas (Price, 2007).

El uso del extracto de *M. oleifera* en las plantas provoca que estas desarrollen más resistencia a las enfermedades y plagas, además ayuda a mejorar la producción alrededor de 20 y 35 %, aumentando el diámetro de los tallos , numero de nódulos, botones florales y numero de frutas por botón floral, etc. (Foidl *et al.*, 2001).

Para elaborar el spray de hormonas de crecimiento vegetal, se debe usar hojas y tallos frescos de *M. oleifera* con una edad aproximada de 40 días, se trituran 10 kg de materia orgánica por litro de agua, posteriormente se filtra y luego se diluye el extracto de *M. oleifera* en agua, con

una relación de 1 litro de concentrado en 32 litros de agua (Price, 2007). En cuanto a la aplicación del spray de extracto de *M. oleifera*, se recomienda, aplicar 25 ml del extracto por planta, el cual se debe aplicar a los diez días posteriores a la aparición de los primeros brotes del suelo, también se debe aplicar a los 30 días antes de la floración, una aplicación más al momento de aparecer las semillas y una última aplicación durante la fase de maduración (Price, 2007).

Foidl *et al.* (2001), desarrollo varios experimentos en donde se analizaban los efectos del extracto foliar de *M. oleifera* en diferentes concentraciones en distintos cultivos. Los resultados obtenidos, demostraron que las plantas a las cuales se les suministraba el extracto tenían una mayor producción en comparación con las plantas testigo.

Cuadro 14

Algunos resultados del uso de M. oleifera como fitohormona foliar natural

Cultivo	Cultivo obtenido con hormonas (Kg/ ha)	Cultivo obtenido sin hormonas (Kg/ ha)
Cacahuete de porte rastrero	5319.14	4190.07
Soya CEA-CH 86	3095.03	2256.73
Maíz NB-6	8574.46	6317.73
Sorgo H887-V2	4587.23	3953.19
Cebolla Granex amarillo	4190.07	3675.17
Melón cantalupo	16443**	12511**
Pimiento Yolo wonder	24652.48	16669.50
Café	2385.81	1998.58
Caña de azúcar	116879.43	109673.75
Frijol negro Dor-364	1595.74	1340.42
Frijol negro Estelí 150	1192.91	1256.73

Nota. ** Frutas individuales. Fuente: Foidl, *et al.* (2001).

4.2.4 Depuración de aguas.

M. oleifera es una especie a la cual se le atribuyen diversas aplicaciones, una de ellas, es el uso de sus semillas como floculante natural, empleado principalmente en la depuración y purificación de aguas, además de ser usadas en la clarificación de miel y licores obtenidos de la caña de azúcar (Orwa *et al.*, 2009).

Las semillas de *M. oleifera* poseen una cantidad considerable de proteínas catiónicas, las cuales actúan neutralizando y desestabilizando las cargas negativas de las partículas coloidales, provocando que se agreguen entre si y luego se precipiten al fondo. Las semillas de *M. oleifera* pueden utilizarse como una alternativa no tóxica y económica en la depuración de agua, en comparación a varios floculantes comerciales, como el sulfato de aluminio, que puede resultar dañino, costoso y requiere de un personal altamente capacitado (Foidl *et al.*, 2001).

Un estudio comparativo de la eficiencia en la depuración de aguas con un bajo índice de turbiedad realizado al sulfato de aluminio y semillas de *M. oleifera*, demostró que las semillas tienen una eficiencia menor en comparación a la del sulfato de aluminio; sin embargo, los resultados de dicho estudio respaldan el hecho de que las semillas pueden ser una buena alternativa al sulfato de aluminio, en cuanto a la clarificación de aguas de baja turbiedad (Lédo *et al.*, 2009).

El proceso artesanal que conlleva la preparación del floculante natural a partir de semillas de *M. oleifera* es relativamente sencillo, los frutos se recolectan secos del árbol, luego se sacan las semillas, posteriormente se muelen y se tamizan. Para su uso, el polvo obtenido de las semillas es colocado en el agua, luego se agitará por cinco minutos y después de una hora el agua será filtrada a través de una tela obteniéndose así, agua pura. Otra forma, es la de suspender en el agua un paño que contenga en su interior el polvo de semillas de *M. oleifera*, evitando que el

polvo se disgregue al momento de ser introducido al agua, generalmente esta acción se suele realizar durante la noche dejando que los materiales suspendidos se agreguen y se precipiten al fondo, luego el agua se decanta para separarla de los materiales que se encuentren precipitados en el fondo. Con este método se puede retirar un aproximado del 99 % de los coloides. Solo se requiere de una semilla por litro en el caso de agua ligeramente contaminada y dos en el caso de agua muy sucia (Foidl *et al.*, 2001).

El ingrediente activo del floculante de *M. oleifera* es un polielectrolito, y se requiere de 100 kg de semillas para poder obtener un kilo de este activo. Es preciso señalar que el contenido del polielectrolito en las semillas es muy inferior en la estación seca en comparación al obtenido de semillas recolectadas durante la estación lluviosa, por ese motivo las semillas que deban usarse para el tratamiento de aguas deberán recolectarse durante la estación lluviosa (Fuglie, 2000).

4.2.5 Fibra y celulosa.

De la corteza de *M. oleifera* se puede obtener una pulpa y fibras pequeñas que son usadas para la elaboración de cuerdas, papel, felpudos y otros productos (Ramachandran *et al.*, 1980). Un estudio realizado a la pulpa de *M. oleifera* en la india, mostro que es un material factible como materia prima en la elaboración de celofán y textiles de alta calidad (Orwa *et al.*, 2009).

4.2.6 Aceite.

Las semillas de *M. oleifera* contienen entre un 30 y un 40 % de aceite, el cual es considerado de gran calidad, dado que contiene alrededor de un 70 % de ácido oleico, contenido similar al de aceite de oliva (Foidl *et al.*, 2001). El aceite de semillas de *M. oleifera* se caracteriza por ser de

una coloración amarilla clara y brillante, no presenta olor y tiene sabor ligeramente dulce (Orwa *et al.*, 2009).

En la actualidad el aceite de *M. oleifera* tiene diversas aplicaciones, en la rama alimenticia es utilizado a manera de condimento, aderezo en ensaladas y para cocinar diversos platillos (Orwa *et al.*, 2009); en cambio, en la rama industrial puede ser utilizado con diversos propósitos, como la lubricación de mecanismos delicados, así como la fabricación de diversos productos, entre ellos: el jabón, acondicionadores para el cabello, perfumes y cosméticos (Mulugeta y Fekadu, 2014).

4.2.7 Goma o resina.

De los árboles de *M. oleifera* se puede conseguir una resina o goma de un sabor insípido, se obtiene al cortar o dañar el tronco de ésta especie. La goma es utilizada con diversos fines, siendo los más comunes: como condimento, en la elaboración del calicó para imprenta (tela de algodón), para calmar el dolor estomacal y de vejiga (Orwa *et al.*, 2009).

4.2.8 Cosmética.

El aceite de semillas de *M. oleifera* se ha utilizado desde la antigüedad para el cuidado de la belleza, debido a su alto contenido en ácido oleico, antioxidantes y a las múltiples propiedades nutritivas, antisépticas y antiinflamatorias (Paniagua y Chora, 2016).

Entre los productos elaborados con aceite de *M. oleifera* se pueden mencionar: cremas anti envejecimiento, jabones, jabones líquidos, gel para la ducha, aceites para aroma terapia, aceites para masajes, cremas faciales, perfumes, desodorantes y lociones (Mulugeta y Fekadu, 2014).

4.2.9 Perfumería.

Así como la *M. oleifera* ha tomado importancia en la industria cosmética debido a sus características, también lo ha hecho en la industria de la perfumería. Hay una variedad numerosa de perfumes elaborados a partir de su aceite, ya que tiene una gran capacidad para absorber, retener y estabilizar las fragancias, además de poseer una gran resistencia a la ranciedad (Mulugeta y Fekadu, 2014).

4.3 Energético

M. oleifera es una especie que tiene un gran potencial en el ámbito energético. Actualmente se están desarrollando numerosas investigaciones con el fin de conseguir de manera eficiente, combustibles a partir de los cultivos de esta especie. De *M. oleifera* se puede obtener: bioetanol, biodiesel, biogás o incluso leña (Foidl *et al.*, 2001).

Son numerosos los países que estudian a *M. oleifera* con la finalidad de desarrollar biocombustibles, entre los que se encuentran la India, Filipinas y diversos países del continente africano (Polini, 2014). En América latina se están desplegando proyectos para producir biocombustibles a partir de *M. oleifera*, por ejemplo, Nicaragua en conjunto con Austria, están realizando investigaciones para la elaboración de biocombustibles a partir de la biomasa de dicha especie (Foidl *et al.*, 1999); por otro lado, México está realizando programas y convocatorias con el objetivo de cultivar *M. oleifera* para ser utilizada en la obtención de biocombustibles (Espinosa-Paz *et al.*, 2014).

4.3.1 Biogás.

El biogás consiste principalmente en metano y dióxido de carbono, aunque en menor medida también contiene sustancias como: monóxido de carbono, nitrógeno, sulfuro de hidrogeno, amoniaco, etc. Actualmente tiene muchas aplicaciones al igual que el gas natural, pero requiere de un proceso de purificación para mejorar su calidad (Stematelatou, Antonopoulou y Liberatos, 2011).

M. oleifera puede ser utilizada para la producción de biogás. Estudios realizados en Nicaragua por Foidl *et al.* (2001), obtuvieron biogás a partir de follaje obtenido de plantaciones de *M. oleifera* con una edad aproximada de 30 días, el cual, se trituró junto con agua y luego se separo la fibra de la porción líquida por medio de la filtración, posteriormente la fibra obtenida fue añadida a un reactor de biogás, resultando 580 litros por kg de sólidos volátiles con un contenido aproximado de metano del 81%.

Una hectárea de *M. oleifera* puede producir hasta 4400 m³ de metano al año, lo que es casi el doble de la cantidad anual de metano que se puede obtener en una hectárea de caña de azúcar; por tal motivo, *M. oleifera* es una buena alternativa para la producción de biogás (Jansen, 2012).

4.3.2 Bioetanol.

El bioetanol es una fuente potencial de energía renovable, varias investigaciones han demostrado que es una alternativa eficiente a los combustibles fósiles, atribuido a que es biodegradable y su uso ayuda a disminuir las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera (Ali y Kemat, 2017).

Existen diversas materias primas que se pueden utilizar para la producción de etanol, siempre y cuando contengan un alto contenido de azúcar, ya sea en forma de celulosa o almidón (Ali y

Jamaludin, 2015). Entre las fuentes empleadas para su elaboración se encuentran: residuos agrícolas, desechos domésticos, cultivos con alto contenido de almidón o azúcar, etc. (Damari y Gnanavel, 2018).

M. oleifera es una de las mejores opciones para la producción de etanol en comparación con otras especies utilizadas para este fin (por ejemplo el maíz y la caña de azúcar), esto se debe a la fácil producción y rápido crecimiento de sus cultivos (Baki y Bello, 2009). Entre las estructuras vegetales de *M. oleifera* con características potenciales para la producción de etanol se encuentran: las hojas, los frutos y las semillas.

La cascara de los frutos de *M. oleifera* es considerado como un desecho que rara vez es utilizado; sin embargo, su alto contenido en celulosa puede ser aprovechado para la producción de bioetanol (Ali y Jamaludin, 2015); por otro lado, sus hojas tienen un alto contenido de material lignoceluloso que puede descomponerse en azúcares más simples y luego fermentarse para producir etanol (Damari y Gnanavel, 2018). Otra fuente para la producción de bioetanol es la cascarilla residual producida durante la extracción de aceite de las semillas de *M. oleifera* (Eman y Umarul, 2005).

4.3.3 Biodiesel.

El biodiesel es una alternativa al diesel obtenido del petróleo, dado que es un producto biodegradable, amigable con el ambiente y se produce a partir de fuentes renovables. El biodiesel se elabora con grasas animales o aceites vegetales, comúnmente es elaborado a partir de diferentes aceites vegetales, tales como: el aceite de canola, algodón, soya, cacahuate y girasol (Polini, 2014); sin embargo, las semillas maduras de *M. oleifera* contienen de 38 a 40 % de aceite conformado principalmente por ácido oleico, el cual tiene el potencial para ser utilizado en la producción de biodiesel (Azad *et al.*, 2015).

Estudios realizados por Polini (2014), analizaron y compararon las características del biodiesel obtenido del aceite de *M. oleifera* con el biodiesel obtenido de diferentes estructuras de otras especies (Cuadro 15), llegando a la conclusión de que este combustible cuenta con las características necesarias (densidad, viscosidad cinemática, estabilidad oxidativa, lubricidad, índice de cetano y punto de enturbiamiento) para ser utilizado como un buen sustituto de combustible en los motores diesel.

El cultivo de moringa tiene un rendimiento de 2500 kg de semillas/hectárea, produciendo alrededor de 1500 litros de aceite (Foidl *et al.*, 2001) y entre 1000 a 2000 litros de biodiesel por hectárea al año (Brockman, 2009).

Cuadro 15

Estimación de valores productivos para la obtención de biodiesel y bioetanol a partir de M. oleifera. y otras especies comerciales de importancia económica.

Tipo	Producto o desecho bruto con potencial energético	Producto elaborado con potencial energético	Superficie cosechada (Plantas/ha)	Producción (t/ha/cortes/año o Kg/ha/ año)	Rendimiento (L alcohol/t fuente/año/ha o L biodiesel/ha)
Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	Hojas	Etanol	700-1500	640	8400
Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	Melaza		1500	ND	630-900
Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam)	Semilla	Biodiesel	1500	2500	1500
Jatropha (<i>Jatropha curcas</i> L.)	Semilla		ND	2500	1478
Palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	Racimo de frutos		41100	474	3900-5000

Nota. Nd valores no determinados. Fuente: Castro-Márquez, (2013).

4.3.4 Leña.

Es muy poca la información referente a la caracterización energética de *M. oleifera* como un biocombustible sólido (Godino *et al.*, 2012); sin embargo, la madera de los árboles de esta especie puede ser utilizada como leña de baja calidad, porque arde con facilidad y su poder de combustión es bajo (4600 Kcal por kilo de leña de *M. oleifera*), por esta razón se utiliza principalmente para cocinar (Orwa *et al.*, 2009).

Reciente mente se están realizando estudios para poder hacer uso de las hojas de *M. oleifera* a manera de pellets; los cuales, son usados como combustible. Godino *et al.*, (2012), realizaron un experimento en condiciones de laboratorio con el objetivo de conocer el poder calorífico de *M. oleifera* en forma de pellets, resultando en 4930 Kcal/kg ligeramente superior al de la leña de esta especie.

4.4 Otro

4.4.1 Ornamental.

M. oleifera es utilizado en diversas partes del mundo como árbol ornamental, suele presentar una forma irregular, pero de abundantes flores blancas y de frutos largos que lo hacen un árbol vistoso (Little *et al.*, 2001). Algunos ejemplares cuya forma es similar a una botella, son sembrados de manera aislada para ser apreciados por las personas (Montesinos, 2010).

4.4.2 Alimenticio.

En la actualidad *M. oleifera* es consumida en diversas partes del mundo, a lo largo de África occidental y en otras regiones de los trópicos y sub-trópicos (Fuglie, 2001). Hoy por hoy esta especie se utiliza para reforzar los alimentos y hacerlos más nutritivos (Doerr y Cameron, 2005).

Se pueden consumir varias de sus estructuras, entre las que se encuentran: las hojas, las flores, los frutos, las raíces y las semillas, dichas estructuras pueden consumirse crudas, cocidas ó ser utilizadas para preparar diversos platillos (Foidl *et al.*, 2001).

Las hojas se consumen frescas a manera de ensalada o pueden hervirse para hacer sopa, potaje, u otro platillo. Las hojas secas se consumen en forma de cápsulas o comprimidos elaboradas en un laboratorio (Doerr y Cameron, 2005), también se consumen en forma de polvo para condimentar los alimentos (Ramachandran *et al.*, 1980). A las hojas de esta especie se les atribuye un sabor agradable ligeramente picante y se le compara con el sabor del puerro ó el rábano (Montesinos, 2010).

Las raíces son consumidas como vegetal, aderezo ó condimento. Principalmente utilizadas en la cocina para dar sabor a los platillos, debido a su sabor picante, se le suele comparar con el rábano blanco ya que tienen un sabor parecido (Geilfus, 1994).

Los frutos inmaduros de *M. oleifera* tienen un sabor semejante al espárrago y en la cocina suelen usarse como vegetales, se consumen crudos o cocidos, las vainas se les utiliza para hacer sopa, curtidos, o se comen de manera similar a los espárragos (Orwa *et al.*, 2009). En la India se les atribuye un valor comercial y se les exporta fresca o enlatada (Ramachandran *et al.*, 1980).

Las flores son consumidas como vegetal, usadas en las ensaladas (Montesinos, 2010) ó incluso en la elaboración del té de moringa (Orwa *et al.*, 2009).

Las semillas de la *M. oleífera* son de un sabor dulce ligeramente amargo, se consumen crudas o tostadas, habitualmente se les tuesta y se les come de manera similar al de las nueces (Foidl *et al.*, 2001). De las semillas se puede obtener un aceite comestible, de un sabor suave y composición similar al aceite de oliva. El aceite de semilla de *M. oleífera* es empleado para cocinar diversos platillos y condimentar ensaladas (Orwa *et al.*, 2009).

4.4.3 Melífero.

M. oleífera es una especie con amplio potencial en la apicultura, porque sus flores son una buena fuente de polen y néctar que las abejas pueden aprovechar para elaborar miel; además el árbol de esta especie florece la mayor parte del año, esto proporcionaría néctar a las abejas por un mayor periodo de tiempo (Orwa *et al.*, 2009). Se recomienda tener una colmena de abejas por cada 21 a 25 plantas y se colecta de 5 a 6 kilos de miel de buena calidad por año (Prabhakar y Hebbar, 2008).

4.4.4 Maderable.

La Madera obtenida de *M. oleífera* es suave, frágil y no cumple las cualidades necesarias para ser considerada una especie de uso maderable (Foidl *et al.*, 2001); sin embargo, su madera es utilizada para la elaboración de carbón vegetal, lanzaderas para la industria textil (Little *et al.*, 2001) y para construcciones ligeras que no requieran de gran soporte (Orwa *et al.*, 2009).

4.4.5 Medicinal.

M. oleífera es una planta con una amplia variedad de usos, entre los que se encuentran los usos medicinales (Figura 13). Las hojas, raíces, semillas, corteza, frutos y flores son

utilizadas en la medicina tradicional alrededor del mundo, en especial en el sur de Asia (Anwar *et al.*, 2007; Fahey, 2005).

Gran parte de la información que circula acerca de las propiedades médicas de *M. oleífera* procede de fuentes empíricas ó de empresas, que exageran las propiedades de esta planta con el fin de promover sus productos elaborados a partir de esta especie. Muchas de las propiedades medicinales atribuidas al uso de *M. oleífera* en la medicina tradicional, no han sido estudiadas científicamente, el estudio de sus propiedades químicas y farmacológicas es reciente y aun falta por comprobar gran parte de dichas propiedades (Olson y Fahey, 2011). Hoy en día existe un creciente interés de diversos investigadores por conocer las acciones farmacológicas y las propiedades médicas de esta planta (Mishra *et al.*, 2011).

M. oleífera es rica en sustancias de gran interés en la rama médica, debido a sus propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias e hipo-tensivas, algunas de estas sustancias son: 4(4'-O-acetil- α -L-ramnopiranosiloxi) bencilisotiocianato, 4- (α -L-ramnopiranosiloxi) bencil isotiocianato, 4- (α -L-ramnopiranosiloxi) bencil glucosinolato, niazimicina y pterygospermin (Fahey, 2005).

En la actualidad diversas investigaciones realizadas en laboratorio, han comprobado que la *M. oleífera* puede emplearse para el tratamiento de diversas enfermedades, entre las cuales se encuentran: anemia, ansiedad, asma, bronquitis, impurezas en la sangre, cólera, conjuntivitis, tos, diarrea, infecciones de oído y ojo, fiebre, presión sanguínea anormal, escorbuto, dolor de cabeza, tuberculosis (Fahey, 2005) , diabetes mellitus , inmunodeficiencia, control del colesterol, pérdida de peso, etc. (Anwar *et al.*, 2007).



Figura 13 Usos medicinales atribuidos a *M. oleifera*.
Fuente: Paliwal *et al.* (2011).

5- Cultivo de *M. oleifera*

5.1 Selección del sitio de la plantación

Para que una plantación se desarrolle con éxito, se deben conocer los requerimientos agroecológicos óptimos de la especie y procurar que la plantación se realice en un sitio que cumpla con las características adecuadas para el desarrollo idóneo de la misma.

Al seleccionar el sitio adecuado para realizar la plantación, se deben tomar en cuenta diversas variables que puedan afectar la producción ideal de la misma, entre las cuales se encuentran: clima, altitud, temperatura, precipitación, tipo de suelo, pH, entre otros.

El sitio en donde se vaya a desarrollar el plantío de *M. oleífera* debe contar con un buen drenaje y difícilmente se debe inundar, se debe evitar realizar plantaciones de moringa en suelos arcillosos, debido a a la razón de que se inundan y son pegajosos cuando están húmedos; por otro lado, estos tipos de suelos son duros cuando están secos. Otro aspecto a considerar a la hora de seleccionar el sitio adecuado para la siembra, es la adecuada cantidad de luz solar y se debe procurar tener protección contra los animales silvestres, ya sea de forma natural o artificial (Saint Sauveur y Broin, 2010).

5.2 Preparación del suelo

Reyes-Sánchez (2004), menciona que la preparación del terreno para desarrollar la plantación incluye diversas actividades, como el control de la vegetación arvense y el mejoramiento de las características físicas y químicas de los suelos. Existen diversos factores que pueden influenciar el grado de afectación del suelo, entre ellos: los factores edáficos, condiciones climáticas, recursos económicos y disponibilidad de maquinaria.

El suelo del sitio en donde se realizará la plantación de *M. oleífera*, debe labrarse de ser necesario y todos los elementos indeseados que puedan afectar negativamente a la plantación, deben ser removidos (Saint Sauveur y Broin, 2010). Lo más aconsejable es dejar el terreno suelto y ligeramente rugoso para evitar que las semillas sean lavadas con los riegos o la lluvia (Reyes-Sánchez, 2004).

Si la plantación tendrá una alta densidad, se recomienda que el arado se realice a una profundidad de 30 cm; pero, si la densidad es baja (>1 m x 1 m), se recomienda realizar pozos de 30 a 50 cm de profundidad con una circunferencia de 20 a 40 cm y posteriormente rellenarlos de

suelo, aunque de ser posible se puede combinar con abono o composta. Estas recomendaciones se dan con el objetivo de que las plantas desarrollen sus raíces de forma correcta y causar el menor daño posible al suelo por erosión (Saint Sauveur y Broin, 2010).

5.3 Métodos de propagación de *M. oleífera*

Cada método de propagación cuenta con sus ventajas y sus desventajas y de acuerdo a las circunstancias, un método puede ser mejor o peor que otro (Cuadro 16). Entre los factores que se deben tomar en consideración al momento de elegir el método de propagación adecuado, se encuentran: las condiciones ambientales del lugar en donde se plantará *M. oleífera* y la finalidad que se pretende obtener de la plantación. Por ejemplo, la propagación por semilla es perfecta en climas áridos o semi-áridos, porque las plantas surgidas de la semilla desarrollarán raíces profundas que le permitan obtener agua del subsuelo (Ramachandran *et al.*, 1980); en cambio, la propagación de *M. oleífera* en climas fríos es mejor si se hace por medio de estacas, dado que en estos climas son escasas las semillas que logran germinar (Pérez *et al.*, 2010).

Cuadro 16
Comparación de los métodos de propagación de la *M. oleifera*.

Método de propagación	Ventajas	inconvenientes
semilla	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de plantar. Aunque puede hacerse directamente sobre el suelo, es aconsejable el vivero. • Menor necesidad de uso de herramientas y por lo tanto menos mano de obra para transportar los materiales. • La germinación es rápida. • Más resistente a enfermedades y sequías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de conseguir semillas de buena calidad. • No puede ser propagada en los meses de lluvia. • Necesita de cierta humedad para la germinación, por lo que no es aconsejable sembrar en época de seca.
Esqueje / estaca	<ul style="list-style-type: none"> • Es más fácil de plantar, sin necesidad de vivero. • Mayor supervivencia en suelo que las semillas. • Rápido crecimiento, florecido y fructificado. • Se puede cosechar rápido. • Muchas ramas, bueno para la producción de hojas. • Puede soportar más cortes que otros métodos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las perturbaciones físicas producen alta mortalidad. • Si los esquejes se dañan, no rebrotan. • La labor de plantar es costosa, especialmente en el transporte de los esquejes. • Escasos niveles de supervivencia bajo condiciones extremas de clima (estación seca y de muchas lluvias).

Fuente: Navarro-Garrido (2010).

5.3.1 Método de propagación por semilla.

M. oleifera se puede propagar de manera sexual y asexual (Foidl *et al.*, 1999), cada una con sus ventajas y desventajas. La propagación por semilla, puede realizarse de diversas formas, entre las cuales destaca la siembra directa en un terreno preparado (Reyes-Sánchez, 2004). Las semillas de *M. oleifera* no tienen latencia, lo que permite que se puedan plantar en cuanto alcancen su madurez; sin embargo, para obtener mejores resultados de germinación, las semillas se deben sumergir en agua a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas antes de la siembra. Es importante que se utilicen semillas sanas de variedades que estén adaptadas a las condiciones climáticas del sitio en donde se va a sembrar (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008).

Generalmente la propagación por semilla se utiliza en las variedades anuales (Paliwal *et al.*, 2011), aunque también se recomienda realizar este tipo de propagación cuando la plantación se va a destinar a fines forrajeros ó cuando se desarrollan en regiones áridas o semiáridas, debido a que las plantas obtenidas por semilla tienden a generar raíces más largas, permitiéndoles resistir mejor las condiciones de sequía (Parrotta, 1993).

Para este tipo de propagación, se recomienda el uso de semillas viables preferentemente limpias, libres de enfermedades y con poco tiempo de haber sido almacenadas (menor a un año), estas pueden haber sido obtenidas por medio de compra o recolectadas en campo (Saint Sauveur y Broin, 2010). Alfaro-Villatoro y Martínez (2008), mencionan que se puede seleccionar a los árboles idóneos para la producción de semillas, de acuerdo al desarrollo y abundancia de las flores.

La tasa de germinación para las semillas frescas usualmente se encuentra entre 60 y 90 % (Jahn *et al.*, 1986). Las semillas al ser almacenadas van disminuyendo su viabilidad perdiéndose su óptimo a partir de los 2 meses y después de los dos años esta puede llegar a 0 % (Price, 2007).

5.3.1.1 Siembra directa.

Las semillas de *M. oleífera* pueden sembrarse directamente en el suelo, ya sea de manera manual ó mecánica. En cuanto a la siembra directa en el campo, Alfaro-Villatoro y Martínez (2008), recomiendan seleccionar un sitio que cuente condiciones apropiadas para el control de insectos y arvenses, además de tener abundantes semillas para compensar las pérdidas que puedan existir.

Las semillas deben sembrarse a una profundidad no mayor a 2 cm, porque profundidades mayores pueden reducir el radio de germinación (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008). Se pueden

sembrar de una a dos semillas por agujero, en caso de que sean semillas muy caras o difíciles de conseguir, se aconseja sembrar una por agujero y en caso de que las condiciones ambientales no sean óptimas o se desconozca la calidad de la semilla, se recomienda sembrar dos y se debe remover a la planta más débil cuando estas alcancen los 30 cm, la extracción se debe realizar con mucho cuidado para evitar dañar las raíces de la otra planta (Saint Sauveur y Broin, 2010).

5.3.1.2 Siembra en contenedores.

Las semillas de *M. oleífera* pueden sembrarse en contenedores, generalmente bolsas de polietileno, es preciso mencionar que esta práctica suele ser costosa y requiere más trabajo que la siembra directa; sin embargo, es aconsejable que se ponga en práctica cuando se planea establecer pequeñas plantaciones y la siembra directa no sea posible o factible (Reyes-Sánchez, 2004).

Alfaro-Villatoro y Martínez (2008), invitan a usar un sustrato de textura franca arenosa para llenar las bolsas, elaborado a partir de una parte de arena, otra de tierra y una de materia orgánica, procurando conservar la proporción de 60% de arena y el otro 40% de tierra. A la hora de llenar las bolsas se debe tener especial cuidado con no dejar espacios de aire o excederse en la compactación del sustrato.

M. oleífera puede sembrarse directamente en bolsas sin la necesidad de hacer uso de semilleros atribuido a su alto índice de germinación (Figura 14); además, esta acción permite evitarle a las plantas el estrés que pueda ocasionar el trasplante de los semilleros a las bolsas (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008). Se pueden sembrar varias semillas por bolsa, usualmente se siembran dos semillas a una profundidad de 2 cm; las cuales, posteriormente germinarán en un período de entre 5 y 12 días después de la siembra. Las bolsas deben colocarse

en un lugar en donde les dé la luz del sol y estén protegidas de las fuertes lluvias (Saint Sauveur y Broin, 2010), también se debe agregar mulch para evitar la pérdida de humedad y proteger a las semillas de ser desenterradas durante los riegos (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008).

Cuando la planta haya alcanzado los 30 cm de alto, debe trasplantarse, es preferible que el trasplante se realice durante la tarde en las horas frescas del día. Es necesario considerar la temporada en la que se realizará el trasplante para evitar perder plantas por insolación o estrés hídrico. A la hora de plantar *M. oleífera* en su lugar definitivo, se debe retirarle la bolsa procurando no dañar las raíces, para ello se debe realizar un corte diametral en la base de la bolsa, para facilitar su extracción. Una vez retirada la bolsa, la planta debe sembrarse en un hueco en el suelo con una profundidad de alrededor de 40 a 50 cm (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008).



Figura 14. Plantas de *M. oleífera* obtenidas mediante semillas.
Fuente: Alfaro (2008).

5.3.2 Métodos de propagación vegetativa

M. oleífera se puede propagar de manera vegetativa, las plantas obtenidas mediante estacas alcanzan un buen tamaño en corto tiempo y enraízan con facilidad, además de empezar a

producir frutos en un periodo aproximado de 6 a 8 meses (Ramachandran *et al.*, 1980). Esta especie también se puede propagar por medio de acodos aéreos, pero es la forma de propagación menos usada y documentada; debido a que, se obtienen mejores resultados por medio de la propagación por semillas y estacas, además de que estos últimos requieren de menos trabajo y recursos para llevarse a cabo (Parrotta, 1993).

5.3.2.1 Método de propagación por estacas o esquejes.

La propagación vegetativa en *M. oleífera* se utiliza principalmente para las variedades perenes, utilizando estacas de alrededor de 100 a 150 cm de longitud, las cuales son sembradas *in situ*, preferiblemente durante la época de lluvias, debido a que las lluvias facilitan un crecimiento vigoroso y el desarrollo de las raíces (Paliwal *et al.*, 2011).

Saint Sauveur y Broin (2010), señala que los árboles obtenidos de estacas tienen raíces más cortas y son más sensibles a los vientos, a los ataques de termita y a las sequías, en comparación con los árboles derivados a partir de semillas.

La propagación de *M. oleífera* por medio de estacas, ordinariamente se realiza en la época seca, en lugares en donde la época seca y de lluvias está bien definida; en cambio, en lugares donde las lluvias se presentan la mayoría del año, las estacas pueden sembrarse en cualquier momento.

Reyes-Sánchez (2004), recomienda que, para obtener porcentajes altos de sobrevivencia al momento de propagar *M. oleífera* por estacas, estas deben ser cortadas a finales de la época seca, luego se deben enterrar 10 cm verticalmente en un lugar con buena sombra y un buen régimen de humedad (de no haber buena humedad es necesario un riego de auxilio), debido a que de esta forma se obtiene una sobrevivencia alrededor del 90 %.

Price (2007), insinúa que las mejores estacas para propagación deben ser obtenidas preferentemente de la parte leñosa de las ramas y es necesario dejar secar las estacas por un periodo de tres días en un lugar sombreado; además, este autor recomienda que las estacas tengan un largo de 45 cm a 1 m y un ancho de 4 a 10 cm aproximadamente.

Las estacas pueden ser plantadas directamente en el suelo o en bolsas de plástico procurando enterrar una tercera parte de la longitud de las estacas (Figura 15). En el caso de las estacas plantadas en bolsas, estas tardaran un tiempo aproximado de 2 a 3 meses para desarrollar raíces y así poder ser trasplantadas en su lugar definitivo (Navarro-Garrido, 2010).



Figura 15. Plantas de *M. oleifera*, obtenidas mediante estacas.
Fuente: Saint Sauveur y Broin (2001).

5.3.2.2 Método de propagación por acodo aéreo

La propagación de *M. oleifera* por medio del método de acodo aéreo debe realizarse en primavera con brotes parcialmente endurecidos y se deben usar sustancias que ayuden a inducir el crecimiento. Es importante que la cobertura que se use para cubrir las raíces ayude a preservar su humedad (Jahn *et al.*, 1986).

Diversos estudios realizados demuestran que los tallos de dos años de edad con una longitud aproximada de 30 cm y un diámetro de 2 cm, son idóneos para la propagación por acodo aéreo. Para mejorar los resultados de arraigamiento, se emplea una hormona reguladora del crecimiento (ácido indol-butírico) en concentraciones de 50 ppm durante un periodo de 24hrs antes de plantar (Parrotta, 1993).

5.4 Marco de la plantación de *M. oleífera*

De acuerdo a la literatura, existen diferentes variables que influyen a la hora de decidir la densidad que tendrá la plantación de *M. oleífera*, por mencionar algunas, se encuentran: el propósito de la plantación, el nivel de intensidad de la misma, el método de propagación, los recursos disponibles, etc.

Alfaro-Villatoro y Martínez (2008), esbozan que el esparcimiento de los árboles estará altamente influenciado por el propósito o fin que vaya a tener una plantación. por ejemplo: para fines de obtención de semillas, las plantas deben sembrarse a una distancia comprendida de 3 a 5 metros una de otra, con el fin de que las plantas se desarrollen sin interferencias por el crecimiento de sus ramas; para la obtención de follaje de manera intensiva, las plantas deben sembrarse a una distancia de 10 a 20 cm, esto facilitara el manejo del follaje y su obtención; si lo que se pretende con la plantación es obtener un cerco vivo, las plantas pueden sembrarse a una distancia de 1.5 metros o 2, de esta forma los árboles crecen firmes y aguantan el daño causado por los animales; pero si lo que se desea obtener es sombra, la distancia ideal entre los árboles va de los 5m de separación en adelante.

Un factor importante que influye en el marco de la plantación, es la producción que se desea obtener de ella, la cual puede ser: intensiva, semi-intensiva ó en asociación con otras especies.

Para el caso en el que la producción sea intensiva, se recomienda sembrar las plantas a una distancia de 15 x 15 cm o de 20 x 10 cm, con callejones espaciados para facilitar el cuidado y manejo de la plantación, este tipo de plantación resulta idóneo para la producción comercial. Es preciso señalar que todo cultivo intensivo, requiere de un mayor esfuerzo para prevenir la insidiosa de plagas y enfermedades. Para las plantaciones de producción semi-intensiva, estas deben estar espaciadas la una de otra por una distancia de 50 cm a 1 m, esta intensidad de producción es recomendada para pequeños granjeros, y requiere menos recursos y cuidados que una plantación de producción intensiva. Los árboles de *M. oleífera* también pueden ser plantados en asociación con otros cultivos y para ello se sugiere que las líneas de árboles estén separadas entre si por una distancia de 2 o 4 metros, orientado de este a oeste, con el fin de que los cultivos y árboles se puedan desarrollar correctamente además de recibir la cantidad necesaria de luz solar (Saint Sauveur y Broin, 2010).

5.5 Tipos de plantaciones

El árbol de *M. oleífera* puede sembrarse en diferentes tipos de plantaciones, a causa de sus características, resulta una especie idónea para ser combinada con cultivos convencionales, esto se debe a que no es una especie excluyente, difícilmente compite con otras plantas por nutrientes y suele proyectar una sombra poco densa que afecte los requerimientos de luz de los cultivos. Son muchos los beneficios que la moringa puede aportar en los sistemas agroforestales, puede

aportar una gran cantidad de nutrientes al suelo, así como protegerlo de diversos factores como la erosión y la desecación (Ramachandran *et al.*, 1980).

De acuerdo a la literatura, los árboles de *M. oleífera* generalmente se siembran en tres tipos de plantaciones, las cuales son: cultivo en callejones, cultivo de sombra y como cerca viva.

5.5.1 Cultivo en callejones.

En la agroforestería los árboles de *M. oleífera* son usados principalmente en la modalidad de cultivo en callejones, puesto que es un árbol que crece relativamente rápido, su raíz es profunda, desarrolla pocas raíces laterales, produce muy poca sombra y aporta una gran cantidad de materia orgánica, por estas razones esta especie resulta idónea para esta modalidad agroforestal (Montesinos, 2010).

El cultivo en callejones se caracteriza por cultivar especies anuales entre filas de árboles que conforman los callejones, de tal forma que los árboles sirvan de protección para los cultivos de factores externos como el viento y la insolación excesiva. Entre los beneficios que aportan los árboles en el cultivo en callejones, se encuentran: reducir la erosión, incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades, disminuir enfermedades y plagas, también ayudar en el ciclo de nutrientes del sistema (Nair, 1993).

5.5.2 Cultivo de sombra/ tutor.

Los árboles de *M. oleífera* son de tronco largo y derecho, por lo que resultan útiles como árboles de soporte para plantas trepadoras. Por otro lado la forma y densidad de sus copas resultan ventajosas para el desarrollo de plantaciones de sombra, porque los árboles de esta especie

producen poca sombra y en algunos casos se puede recurrir a las podas para permitir un mayor paso de luz a los cultivos (Orwa *et al.*, 2009).

5.5.3 Cerca viva o cortina rompe vientos.

El árbol de *M. oleifera* resulta muy útil como barrera viva, se le planta para proteger otros cultivos de diversos factores que puedan dañarlos, ya que crece con rapidez y sembrado en grupos pueden resistir los vientos. Los árboles de esta especie también se les pueden utilizar como postes para delimitar áreas, utilizando los troncos como fustes, incluso se pueden aplicar alambres, vallas u otros elementos. Este tipo de uso es muy usual en países como Kenia, Nigeria, Tanzania, India, entre otros (Montesinos, 2010).

5.6 Fertilización

En cuanto a su correcto desarrollo el árbol de *M. oleifera* crece bien sin necesidad de agregar fertilizante al suelo, pero es recomendable agregar fuentes nitrogenadas para ayudar en la formación de proteína (Alfaro, 2008).

Si la plantación es extensiva y se pretende obtener de ella una alta producción, es necesaria la fertilización, a causa de la alta extracción de nutrientes del suelo por parte de las plantas (Foidl *et al.*, 1999). En la India han triplicado la producción de frutos de *M. oleifera* al adicionarles 7.5 kilos de estiércol combinado con 0.37 kilos de sulfato de amonio por árbol (Alfaro, 2008).

Es aconsejable que, en lugar de usar fertilizantes químicos, se haga uso de fertilizantes orgánicos que no comprometen el medio ambiente, algunos agricultores usan composta y materia orgánica mezclada con excrementos de animales para fertilizar y enriquecer sus suelos. La mejor

fertilización es una mezcla de elementos de fácil descomposición (excremento de animales y partes verdes de las plantas) con elementos de lenta descomposición (residuos secos de las plantas y ramas delgadas). Es importante mencionar que la fertilización debe llevarse a cabo durante la preparación del suelo antes de empezar a sembrar, posteriormente, agregar materia orgánica o compost por lo menos una vez al año, preferiblemente antes de la época de lluvias. Si las temporadas de lluvias se presentan dos veces al año, es recomendable realizar una aplicación antes de cada temporada lluviosa (Saint Sauveur y Broin, 2010).

Lok y Suárez (2014), realizaron experimentos en donde analizaba los efectos de la fertilización en la producción de biomasa, sus resultados demostraron que la *M. oleifera* parece provocar una disminución en el contenido de nutrientes del suelo, cuando las fertilizaciones no eran llevadas correctamente; además, sus resultados señalaban que la aplicación de fertilizantes tiene un efecto positivo en los indicadores morfológicos y productivos de *M. oleifera* para la producción de biomasa.

5.7 Riego

M. oleifera es una planta que tolera muy bien las sequías, y en su hábitat natural solo requiere de riego durante la época seca del verano, pero cuando la planta es cultivada para fines comerciales, el riego debe ser administrado independientemente de la época seca, para obtener de la plantación un buen desarrollo y producción (Prabhakar y Hebbar, 2008).

Cuando *M. oleifera* es sembrada en la época de lluvias, puede germinar y crecer bien sin irrigación. Para un crecimiento óptimo es recomendable regar la planta durante los primeros 3 meses después de haber sido sembrada la semilla (Saint Sauveur y Broin, 2010); por otro lado,

Alfaro-Villatoro y Martínez (2008), mencionan que, después del trasplante es necesario regar las plantas de dos a tres veces por semana, siendo el ideal 1.5 litros por árbol en cada riego.

Los riegos deben realizarse en lo posible durante la mañana o al anochecer, para evitar de esta manera las pérdidas por evaporación. Si el sitio presenta mucha evaporación, es recomendable el uso de mulch en la superficie para ayudar a mantener la humedad del suelo y disminuir la evaporación (Saint Sauveur y Broin, 2010).

5.8 Podas

M. oleifera es una especie que puede alcanzar de 10 a 12 metros de altura, cuyas ramas son de una gran longitud y crecen de manera vertical, las hojas y frutos se desarrollan en sus extremos; debido a estas razones, la cosecha resulta muy complicada si se deja que el árbol crezca con normalidad. Para evitar estas complicaciones es aconsejable realizar podas que le den a los árboles una forma y tamaño que los hagan más fáciles de manejar (Saint Sauveur y Broin, 2010).

La poda de formación se realiza para estimular el desarrollo de las ramas a una altura manejable, generalmente a 1.5 metros sobre el suelo, las ramas que se generen pueden cortarse o despuntarse para darle una forma arbustiva al árbol, de esta manera se facilitan las cosechas y se obtiene sombra del árbol (Alfaro, 2008).

Después de la poda inicial de formación, es necesario realizar podas de mantenimiento, las cuales pueden realizarse con cada cosecha, esto es para mantener a los árboles con una altura y forma que sea fácil de manejar (Saint Sauveur y Broin, 2010); además de promover el crecimiento de las ramas y la producción de frutos y (Prabhakar y Hebbar, 2008)

Los árboles de tres años en adelante, pueden podarse a una altura comprendida entre 1 y 1.5 m, se recuperan a los dos o tres meses de haberse realizado la poda; pero si se pretende obtener brotes para la propagación de la planta o renovar el árbol, las podas pueden ser más severas realizándose a una altura entre los 30 a 50 cm de altura a partir del suelo (Alfaro, 2008).

Si se pretende obtener estacas por medio de las podas, es conveniente dejar que los brotes crezcan libremente y realizar un raleo selectivo a partir de los dos meses de su aparición, de preferencia eliminar los brotes torcidos o demasiado juntos y después de los 7 meses se seleccionan aquellos brotes que crezcan erectos y que cuenten con el diámetro necesario para la propagación por estacas (Alfaro-Villatoro y Martínez, 2008).

5.9 Producción de biomasa

M. oleifera es una planta con una alta capacidad para producir biomasa por metro cuadrado en plantaciones con altas densidades. En buenas condiciones de cultivo y con un manejo adecuado, puede producir 5.16 toneladas por hectárea repartidas en 8 cosechas durante el año (Foidl *et al.*, 1999).

Uno de los factores más importantes que influye en la producción de biomasa, es el contenido de nutrientes disponibles en el suelo, una alta producción de biomasa requiere de una gran cantidad de nutrientes (Ca, P, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe, etc.) y debido a esto, es necesario realizar fertilizaciones (Cuadro 17) para mantener una buena producción (Foidl *et al.*, 1999). La aplicación estratégica de abonos y fertilizantes orgánicos tienen un efecto positivo en la producción de biomasa de *M. oleifera* y ayudan a mejorar el contenido de nutrientes del suelo (Lok y Suárez, 2014).

En la siguiente tabla realizada a partir de las investigaciones de Foidl *et al* (1999), se puede observar la extracción de nutrientes de acuerdo al nivel de producción de biomasa seca por hectárea.

Cuadro 17

Nutrientes (Kg/Ha/año) sugerido por Foidl et al 1999 para lograr una alta producción de biomasa de M. oleífera.

Productividad Materia seca (t/Ha/año)	Extracción de nutrientes por Kg/Ha/año									
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe	
130	1612	338	429	1924	24.7	0.68	3.1	4.6	45.7	
100	1240	260	330	1480	19.0	0.53	2.4	3.5	35.2	
80	992	208	264	1184	15.2	0.42	1.9	2.8	28.1	
60	744	156	198	888	11.4	0.31	1.4	2.1	21.1	
40	496	104	132	529	7.6	0.21	0.9	1.4	14.0	
20	248	52	66	296	3.8	0.10	0.4	0.7	7.0	

Fuente: Foidl *et al.* (1999).

Otro factor que influye en la producción de biomasa es la realización de las podas, debido a que estimulan un crecimiento vigoroso de las plantas (Saint Sauveur y Broin ,2010).

Ramos-Trejo *et al.* (2015), realizaron una investigación en la cual se estudiaban los efectos de las podas en la producción de biomasa, sus resultados sugieren que lo más conveniente para la producción de biomasa, es podar las plantaciones cada 60 días a una altura de 40 cm.

5.10 Recolección de hojas

M. oleifera es una especie que tolera muy bien las podas y debido a eso, las hojas pueden ser cosechadas en cualquier momento a partir de que las plantas hayan sido establecidas en su lugar definitivo (Polini, 2011).

La cosecha debe realizarse preferentemente en un momento fresco del día, temprano en la mañana o tarde antes del anochecer, es importante que no haya rocío antes de realizar la cosecha, para evitar que las hojas se pudran al almacenarse o transportarse. La cosecha de las hojas se puede realizar de manera manual retirando directamente las hojas del árbol, resultan fáciles de remover en la base del peciolo, sin embargo, el árbol no se beneficia de ninguna poda y no se genera el crecimiento vigoroso. También se puede hacer uso de herramientas para facilitar la cosecha, entre las que se encuentran: tijeras, hoz, o un cuchillo bien afilado. En algunas plantaciones a gran escala destinadas a la producción intensiva de hojas, lo más conveniente es el uso de maquinaria especializada (Saint Sauveur y Broin, 2010).

En las plantaciones intensivas de *M. oleifera*, las cosechas se realizan mediante podas cada 35 o 45 días, realizándose alrededor de 9 cosechas en el transcurso del año. Las plantas deben podarse a una altura comprendida entre los 15 y 50 cm a partir del suelo. En cambio, en las plantaciones comprendidas por árboles de *M. oleifera*, estos se podan a una altura de 1 a 2 metros, la poda se debe realizar lo más cercana a la época de lluvias para que los árboles se recuperen antes de que comience la estación seca (Doerr y Cameron, 2005).

Una vez que se han obtenido las hojas, se les debe retirar el peciolo, posteriormente las hojas son lavadas con agua tibia para eliminar gérmenes y suciedad. Las hojas dañadas, ramas y tallos

tiernos conseguidos con la poda, pueden usarse para la alimentación de animales o para la elaboración de compost u otro abono orgánico (Doerr y Cameron, 2005).

5.11 Producción de frutos y semillas

La producción de frutos varía de acuerdo a una gran diversidad de factores, entre los cuales se pueden mencionar: las condiciones edafo-climáticas, la precipitación, los riegos, las características del suelo, la fertilización, la variedad de la especie, la edad del árbol, entre otros.

Los árboles de *M. oleifera* obtenidos de semilla florecen a los dos años después de haber sido sembrados, mientras que los árboles de *M. oleifera* obtenidos de esquejes comienzan a producir frutos a partir de los seis meses o más (Ramachandran *et al.*, 1980). Durante los primeros dos años la producción de frutos es baja, pero a partir del tercer año la producción aumenta considerablemente (Navie y Csurhes, 2010).

Un factor importante en la producción de frutas y semillas, es la variedad de la especie, ya que hay variedades que producen más frutas que otras, por mencionar algunos casos: las variedades anuales PKM-1 y PKM-2 suelen producir alrededor de 150 y 200 frutos por año (Prabhakar y Hebbar, 2008) mientras que la variedad Rohit-1 produce entre 400 a 600 frutos por año, siendo una de las variedades más productivas (Salikutty, 2007).

Algunos estudios han reportado características variables en los frutos de moringa (Cuadro 18). En promedio un árbol maduro de *Moringa oleifera* puede producir de 15000 a 25000 semillas por año en condiciones óptimas (Foidl *et al.*, 1999).

Cuadro 18

Propiedades físicas de la cápsula y las semillas de M. oleifera, de acuerdo a: 1: Foild et al (2001) y 2: proyecto biomasa (1996).

Determinación	1	2
Peso promedio de la cápsula	7.60	7.95
Peso promedio de la semillas (g)/ cápsula	3.59	4.83
Número promedio de semillas/ cápsula	12.0	16.0
Peso promedio de la semillas (g)/100 semillas	29.9	30.2
Peso de por ciento del grano con relación a toda la semilla	72.5	74.5
Peso de por ciento de la cáscara con relación a toda la semilla	27.5	25.5
Humedad de la cáscara (%)	9.20	12.9
Humedad en la semilla entera (%)	5.80	7.50

Fuente: Paliwal *et al.*, (2011).

5.12 Recolección de Semillas

M. oleifera es una especie arborea cuya floración y fructificación dependerá de la disponibilidad de agua, si las lluvias son continuas esta especie puede florecer dos veces al año (Alfaro, 2008).

Para la recolecta de semillas, los frutos se deben recolectar antes de que las cápsulas empiezen a abrirse para liberar las semillas (Saint Sauveur y Broin ,2010). Los frutos secos de color café resultan ser los mas apropiados, se abren con facilidad permitiendo obtener sin dificultad las semillas. Es preciso mencionar que, se debe tener precaución a la hora de realizar la cosecha , debido a que las ramas de *M. oleifera* son frágiles y con el jaloneo de los frutos para su obtención estas se pueden romper o dañar (Alfaro, 2008).

Una vez que se hayan conseguido los frutos, la obtención de la semilla se puede realizar de manera manual, se deben retirar las alas de las semillas. Si se pretende obtener aceite de las semillas de *M. oleifera*, hay que procurar seleccionar las semillas que estén ligeramente húmedas, amarillentas y no mostrar indicios de desecación externa, posteriormente las semillas deben ser lavadas y secadas para su almacenamiento (Navarro-Garrido, 2010).

5.13 Manejo post cosecha

5.13.1 Almacenamiento de hojas.

Las hojas de *M. oleifera* pueden ser almacenadas frescas ó secas en forma de polvo, dependiendo el propósito que se le vaya a dar; por ejemplo, si se pretende almacenar las hojas de moringa en forma de polvo, estas deben escurrirse antes de ser secadas (Saint Sauveur y Broin, 2010), preferiblemente en un lugar limpio protegido del sol y las plagas, de esta manera se evitará la pérdida de vitaminas y la contaminación de las hojas. Se puede hacer uso de una tela delgada para proteger las hojas mientras se escurren y así no verse afectadas por factores como el polvo y el sol (Navarro-Garrido, 2010).

El proceso de secado se debe realizar con premura, para evitar inconvenientes como la aparición de moho. En caso de que la humedad sea extrema se puede hacer uso de hornos, deshidratadores o cualquier otra máquina especializada que ayude en el secado de las hojas (Saint Sauveur y Broin, 2010).

Es preciso mencionar que no cualquier proceso de secado es ideal para el almacenamiento de hojas de *M. oleifera*, esto es debido a que, las hojas pueden perder gran parte de sus propiedades

durante el proceso, se debe evitar secar las hojas bajo el sol o con luz ultravioleta, dado que esta luz fragmenta las cadenas moleculares de algunos nutrientes y vitaminas (Polini, 2011).

El secado de las hojas de *M. oleifera* se puede realizar de manera manual o haciendo uso de maquinaria especializada. De manera manual, se puede hacer uso de bandejas sobre las cuales se esparcirán las hojas, estas se dejarán secar en un lugar bajo sombra. Para acelerar el secado de las hojas, estas deben ser movidas constantemente. Las hojas también pueden tenderse para secarse, de preferencia en un lugar cerrado en donde estén a salvo del sol y la lluvia, es preciso colocar debajo de ellas algunas bandejas por si alguna llegase a caer. Por otro lado, las hojas se pueden secar mediante el uso de un deshidratador o secador, las hojas se esparcen en su interior y se dejan secar (Navarro-Garrido, 2010).

Las hojas de *M. oleifera* deben molerse, de esa manera es más fácil su almacenamiento y retención de nutrientes. Las hojas pueden ser molidas usando un mortero manual, molino de granos, licuadora casera, u otra herramienta que permita transformar las hojas en polvo. Se debe tamizar el polvo de hojas de *M. oleifera* para eliminar remanentes de los tallos y alguna otra impureza no deseada.

El polvo de hojas de *M. oleifera* debe ser conservado en contenedores herméticos, que lo aíslen de los factores externos que puedan afectar sus propiedades, como lo son: el polvo, la luz y la humedad. El polvo de *M. oleifera* puede almacenarse por un periodo de 6 meses en condiciones adecuadas, dentro de contenedores herméticos, en un lugar limpio a una temperatura menor a los 24 °C (Doerr y Cameron, 2005). Si el polvo de *M. oleifera* no es almacenado de forma correcta puede generar algunos inconvenientes, tales como: la reducción del contenido de nutrientes, un sabor desagradable al gusto y la aparición de moho, el cual puede generar problemas a la salud (Navarro-Garrido, 2010).

5.13.2 Almacenamiento de semillas.

La temperatura y el tiempo de almacenamiento de las semillas influyen significativamente en su calidad y porcentaje de germinación. Mubvuma *et al.* (2013), realizaron diversos experimentos con el objetivo de encontrar la temperatura y el tiempo de almacenamiento adecuado para las semillas de *M. oleífera*. Los resultados de sus investigaciones demostraron que, la calidad de la semilla se mantiene hasta los tres meses y posteriormente ésta va en decremento, también se demostró que los mejores resultados de almacenamiento se observaron en las semillas que habían sido almacenadas a una temperatura entre 25 y 35 °C, por un período de almacenamiento de 60 días.

Las semillas de *M. oleífera* pueden ser almacenadas a manera de polvo, después de que se les ha extraído el aceite. El polvo de las semillas se esparce y se deja secar en un lugar lejos de la luz solar, posteriormente, se debe guardar en frascos herméticos en un lugar fresco por un periodo no mayor a los 6 meses, ya que a partir de ese tiempo empiezan a perder sus propiedades floculantes (Navarro-Garrido, 2010).

Existen una serie de consideraciones para poder prolongar las condiciones óptimas de las semillas por más tiempo, las cuales son: cosechar con un nivel adecuado de humedad, secar la semilla hasta que alcance un porcentaje de humedad menor al 12 %, realizar una limpieza adecuada de las semillas , usar envases o contenedores herméticos, y efectuar una inspección constante a las semillas almacenadas, así como a las instalaciones en donde se lleven a cabo el almacenamiento (Hernández-Guzmán, s .f) .

6- Recomendaciones para su Aprovechamiento en Quintana Roo

De acuerdo a la literatura referente a los usos potenciales atribuidos a *M. oleífera* y a los requerimientos edafoclimáticos de esta especie mencionados en las unidades anteriores, convierten a esta especie potencialmente útil para el estado de Quintana Roo; esto se debe a que, esta especie se puede desarrollar óptimamente en diversas partes del Estado, además, de que su aprovechamiento y sus usos potenciales le pueden brindar nuevas alternativas económicas a la población.

Debido a lo ya mencionado, se hace una propuesta de aprovechamiento de *M. oleífera* en el estado de Quintana Roo, indicando los sitios potenciales óptimos para su plantación, con base a los requerimientos agroecológicos obtenidos de la literatura; asimismo, de plantear su correcto aprovechamiento dentro de un sistema agroforestal, interactuando con otras especies de plantas. Este tipo de aprovechamiento es recomendado porque permite a los agricultores incrementar sustancialmente sus recursos, mejorar la calidad del suelo, generar nuevas oportunidades de ingresos, además de que está orientado hacia el cumplimiento del principio de la sostenibilidad (Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007).

Los sistemas agroforestales, se pueden definir como formas de uso y manejo de los recursos naturales, de tal manera que exista una asociación de especies en un arreglo espacial o cronológico, además de que dichas especies animales y vegetales deben tener interacciones ecológicas entre si y ser compatibles con las condiciones socioculturales, para mejorar la calidad de vida de la región (López-Tecpoyotl., s.f).

6.1 Áreas Potenciales para el cultivo de *M. oleífera* en Quintana Roo

M. oleífera es una especie cuyo interés en su cultivo y aprovechamiento se ha ido incrementando en los últimos años; sin embargo, en México es poca la información existente respecto a los sitios adecuados para su cultivo y aprovechamiento (Olson y Alvarado-Cárdenas, 2016), ese es el caso del estado de Quintana Roo, el cual, cuenta con las condiciones agroclimáticas necesarias para la siembra y aprovechamiento de *M. oleífera* como son: altura, clima, temperatura, precipitación y tipos de suelo, como se describirá a continuación.

El estado de Quintana Roo, se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán, la cual, presenta una composición geológica casi homogénea de estratos calizos horizontales (Figura 16); debido a estas razones, el relieve del Estado es relativamente plano (INEGI, 2002), con una altura media de 10 m.s.n.m, con algunas colinas pequeñas y numerosas hondonadas someras (Pozo *et al.*, 2011), además, las mayores alturas se encuentran al sur del Estado en los límites con Campeche y Guatemala, alcanzando altitudes de 300 m.s.n.m (INEGI, 2002)

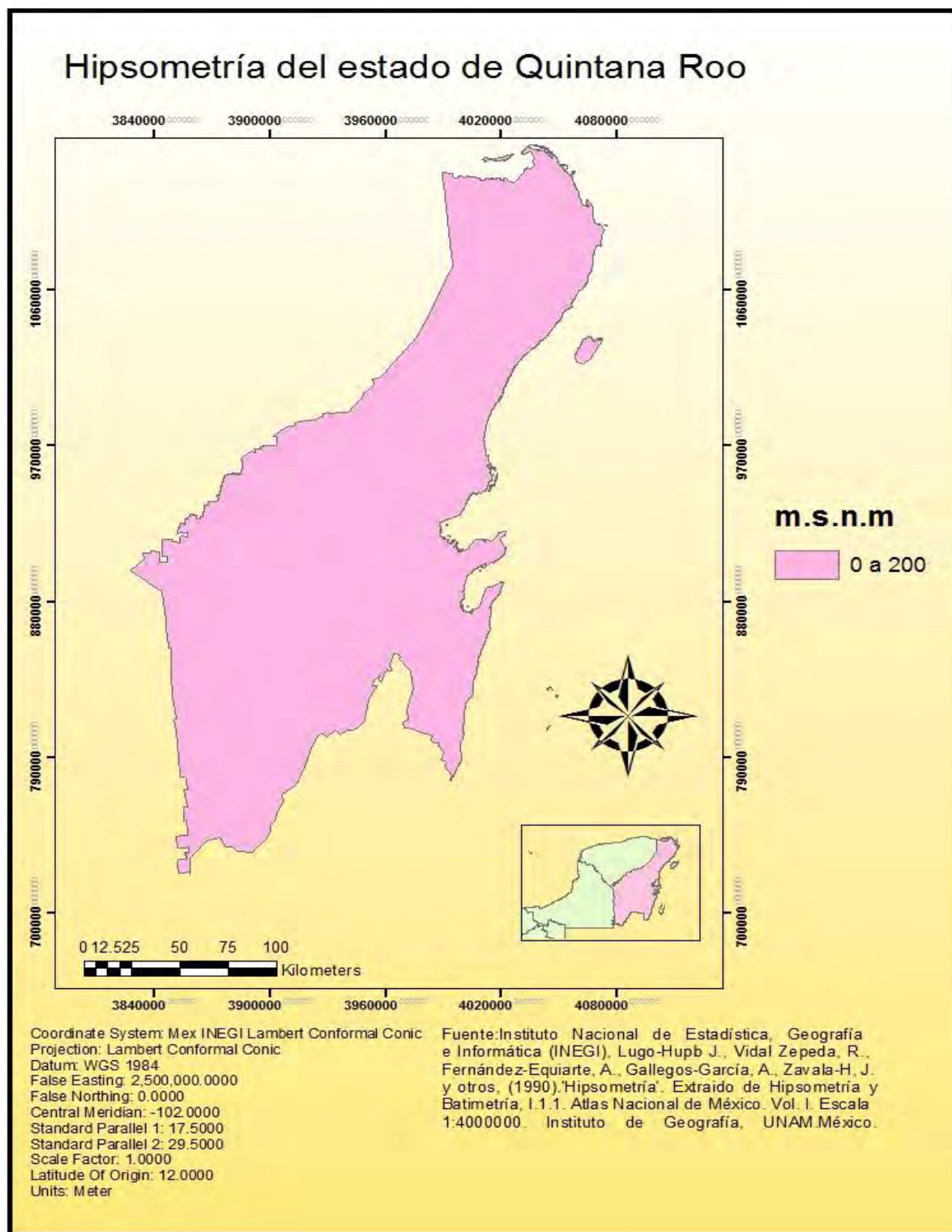


Figura 16. Hipsometría del estado de Quintana Roo.
 Fuente: INEGI (s.f.).

Según Doerr y Cameron (2005), *M. oleífera* se desarrolla de manera óptima a una altura por debajo de los 600 m.s.n.m, a causa de esto, el territorio del estado de Quintana Roo se encuentra a una altura adecuada para el desarrollo óptimo de *M. oleífera* y teóricamente puede sembrarse esta especie en casi cualquier parte del Estado.

El estado de Quintana Roo no cuenta con el clima Cfa (INEGI, 2002; Pozo *et al.*, 2011); el cual, es el clima de la región de donde es originaria *M. oleífera* (Godino *et al.*, 2013); sin embargo, diversas plantaciones realizadas en numerosos países, han demostrado que *M. oleífera* se puede desarrollar óptimamente en otro tipo de clima, entre los cuales se encuentran: semiáridos, secos, húmedos y semi-húmedos (Reyes-Sánchez, 2004), siendo el clima cálido subhúmedo el clima dominante del estado de Quintana Roo (Figura 17) (INEGI, 2002; Pozo *et al.*, 2011).

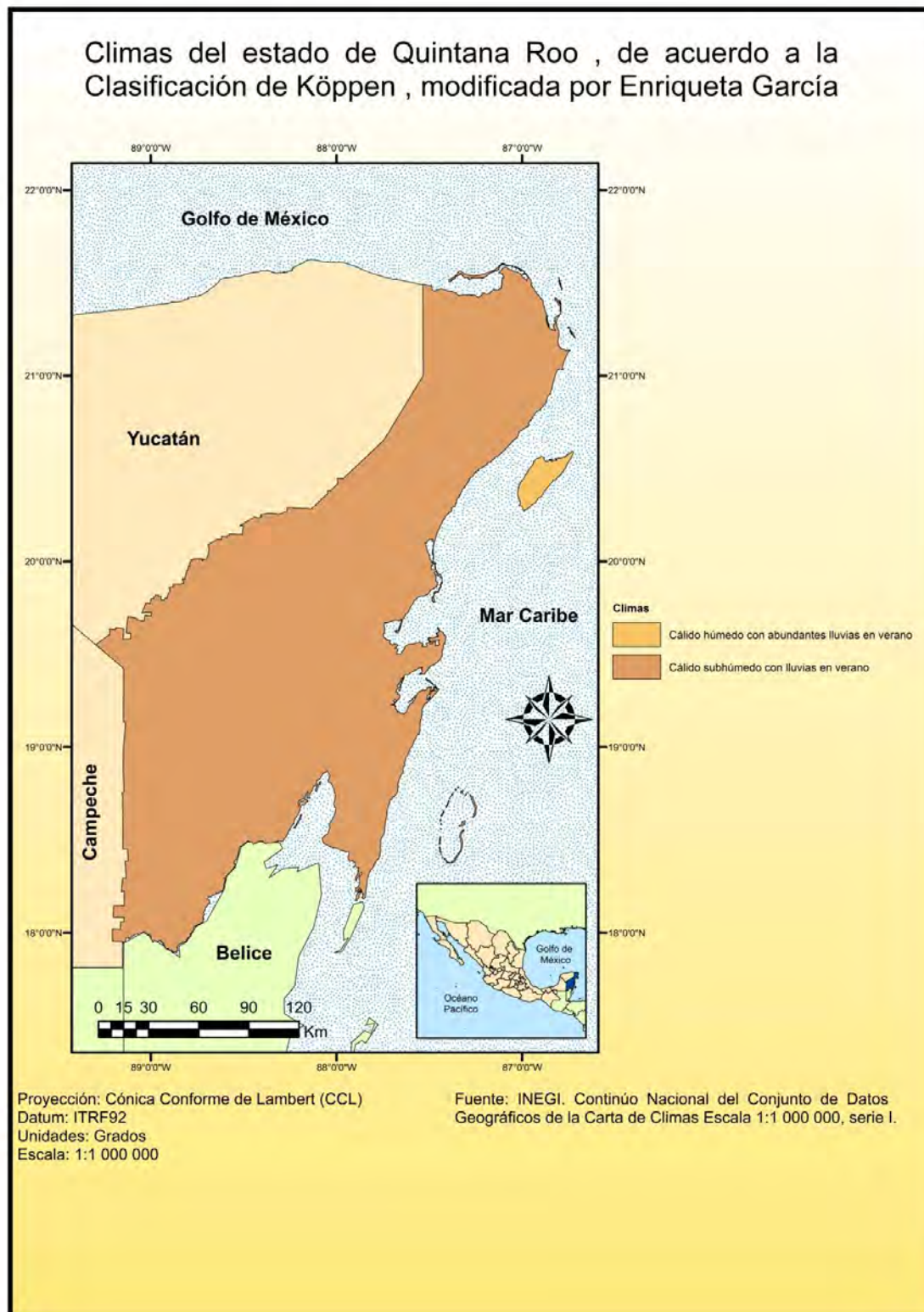


Figura 17. Climas del estado de Quintana Roo, de acuerdo a la Clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García.

Fuente: INEGI (s.f.).

En cuanto a la precipitación, el estado de Quintana Roo tiene una media anual de precipitación idónea para el desarrollo óptimo de plantaciones de *M. oleífera* (Figura 18), la cual se encuentra entre 500 a 1 500 mm anuales (Prabhakar y Hebbar, 2008). Es preciso mencionar que la temporada seca no es problema para el desarrollo de la moringa en Quintana Roo, porque la planta está adaptada para tolerar hasta 6 meses de sequía (Pérez-Ángel *et al.*, 2010) y en el Estado la época seca suele durar 4 meses, empezando en noviembre y culminando en febrero (INEGI, 2002; Pozo *et al.*, 2011). Tomando en cuenta el factor precipitación, todo el estado de Quintana Roo es potencialmente útil para el desarrollo de plantaciones de *M. oleífera*.

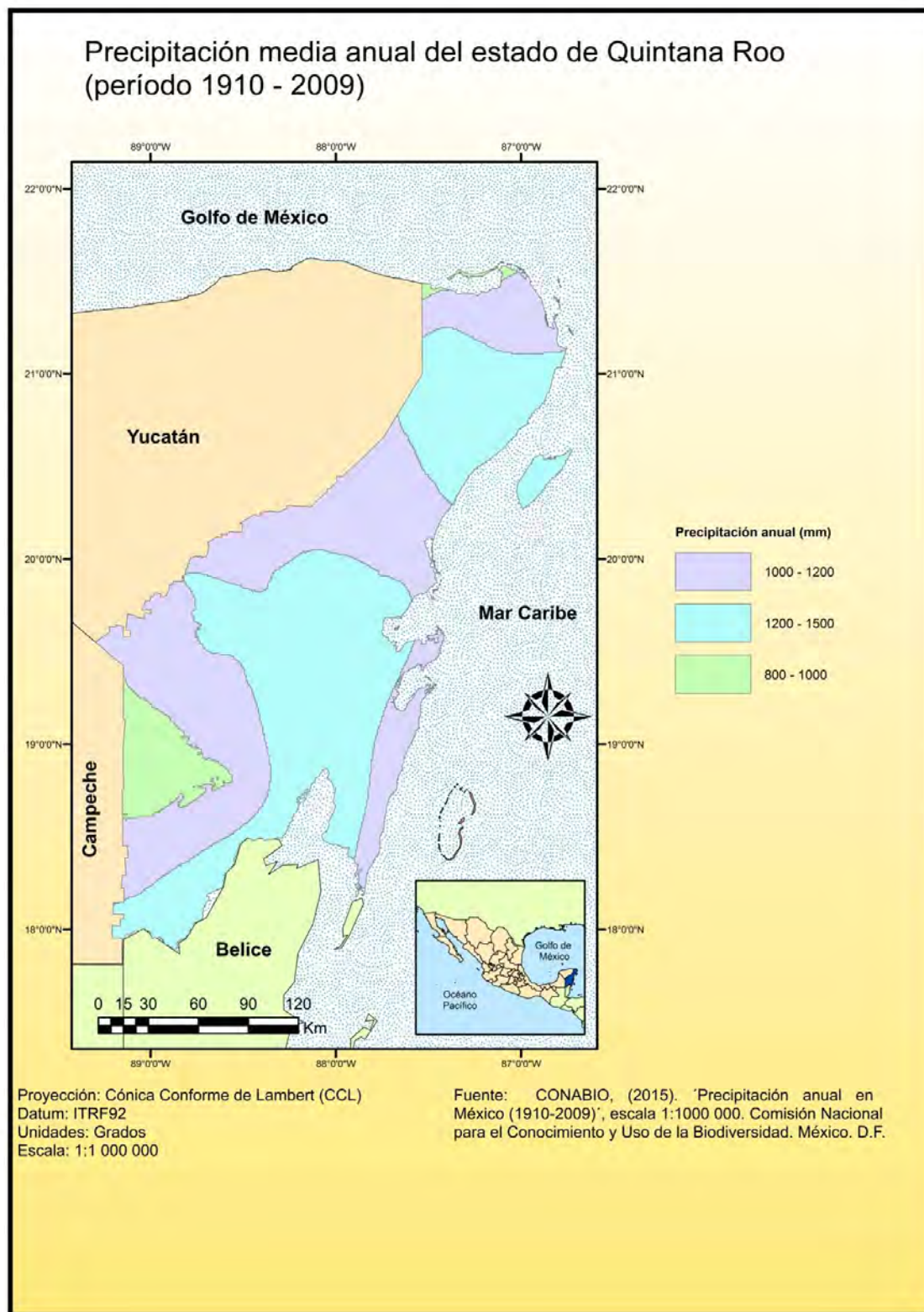


Figura 18. Precipitación media anual del estado de Quintana Roo (período 1910- 2009).
Fuente: CONABIO (s.f.).

El intervalo de temperatura ideal para el desarrollo óptimo de *M. oleífera* se encuentre entre los 20 y los 32 °C (Radovich, 2011; Reyes-Sánchez, 2004), de acuerdo a ello, el estado de Quintana Roo tiene el intervalo de temperatura indicado para la siembra de *M. oleífera* en todo su territorio, dado que el Estado tiene una temperatura media anual entre 24 y 28 °C , las temperaturas promedio más altas se suelen encontrar entre 25 y 29 °C y las temperaturas promedio más bajas entre 21 y 24 °C (Pozo *et al.*, 2011). Es preciso señalar, que el Estado posee la temperatura adecuada para el desarrollo de *M. oleífera*, pero no todo el Estado cuenta con el intervalo de temperatura correcto para el desarrollo óptimo de esta especie (Figura 19).

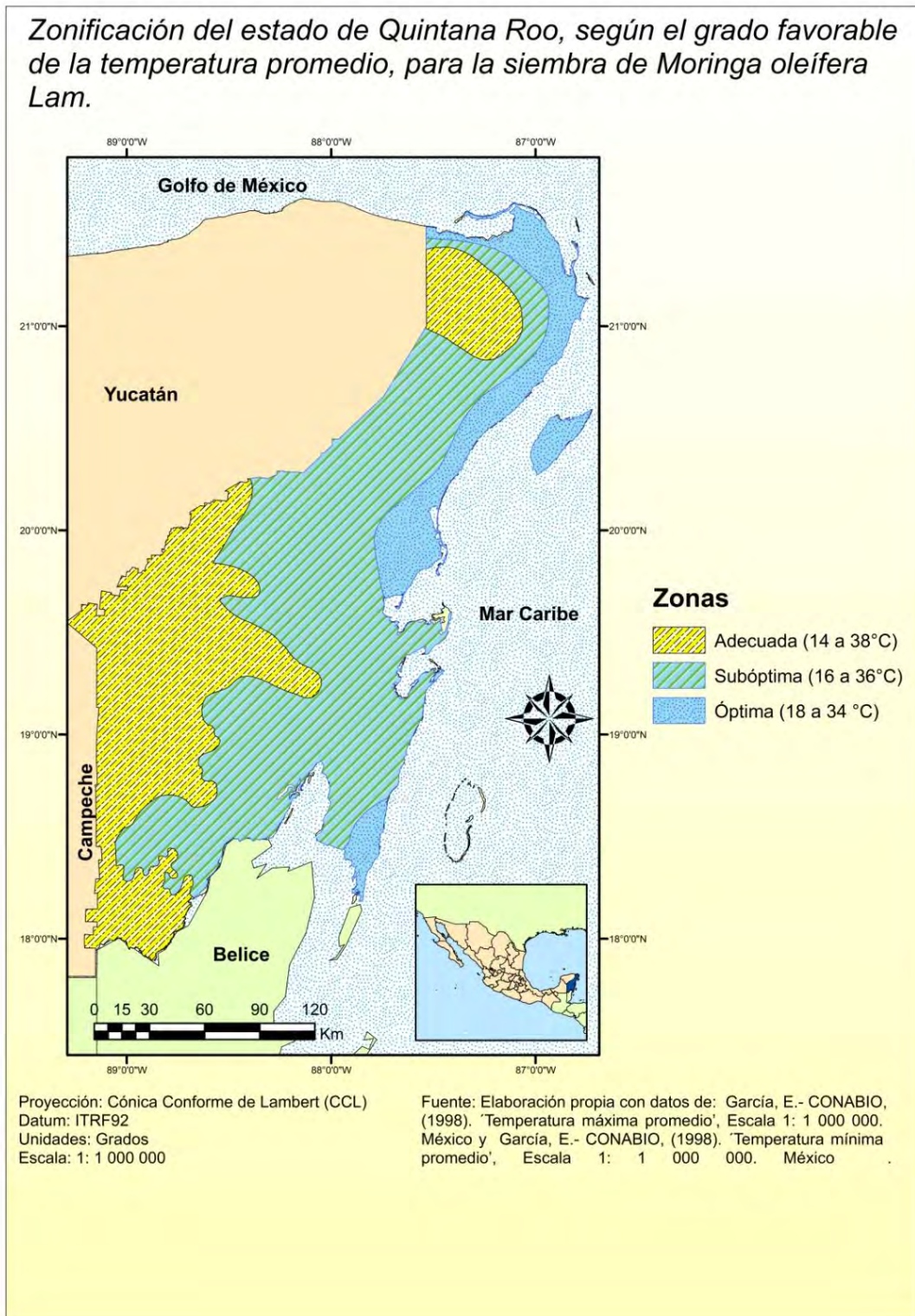


Figura 19. Zonificación del estado de Quintana Roo, según el grado favorable de la temperatura promedio anual, para la siembra de *M. oleífera*.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, (s.f).

El estado de Quintana Roo tiene suelos poco profundos y pedregosos, los suelos dominantes son: gleysoles, luvisoles, vertisoles, solonchaks, regosoles y nitosoles (Figura 20) (INEGI, 2002).

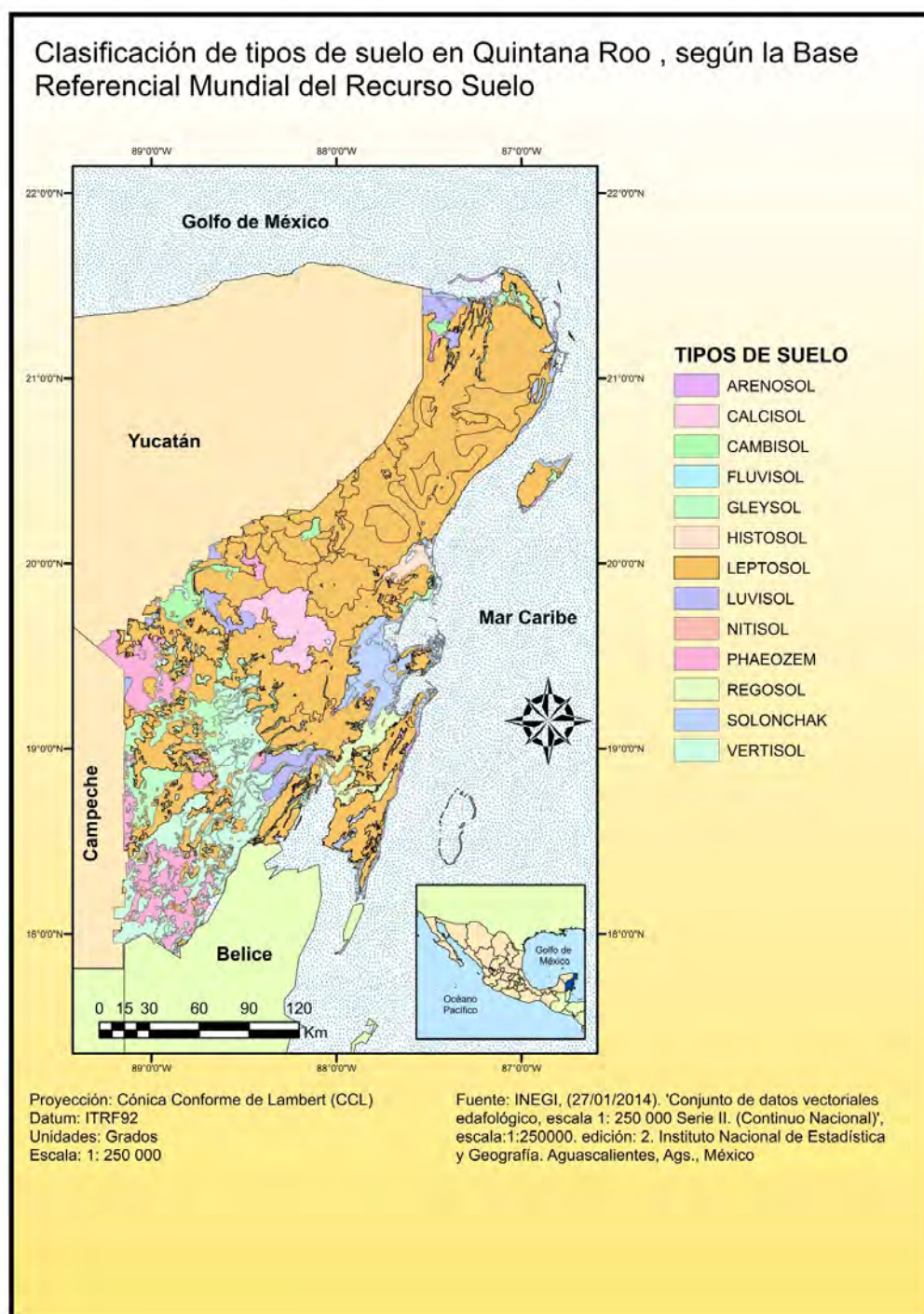


Figura 20. Clasificación de tipos de suelo en Quintana Roo, según la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Fuente: INEGI (s.f.).

De acuerdo a las necesidades edáficas de *M. oleífera*, el estado de Quintana Roo cuenta con suelos adecuados para su siembra, los cuales, se pueden clasificar en 4 tipos de acuerdo a su grado de permeabilidad y potencial para la agricultura, que son los siguientes: suelo no apto (arenosol, histosol y solonchaks), permanece inundado la mayoría del tiempo o no es apto para la agricultura; suelo desfavorable (gleysol, regosol y calcisol), apenas son aptos para la agricultura y suelen inundarse, suelo favorable (vertisol, cambisol, leptosol y fluvisol), son aptos para la agricultura y no permanecen mucho tiempo inundados; suelos muy favorables (nitisol, luvisol y Phaeozem), tienen buen drenaje y son muy útiles para la agricultura (Figura 21).

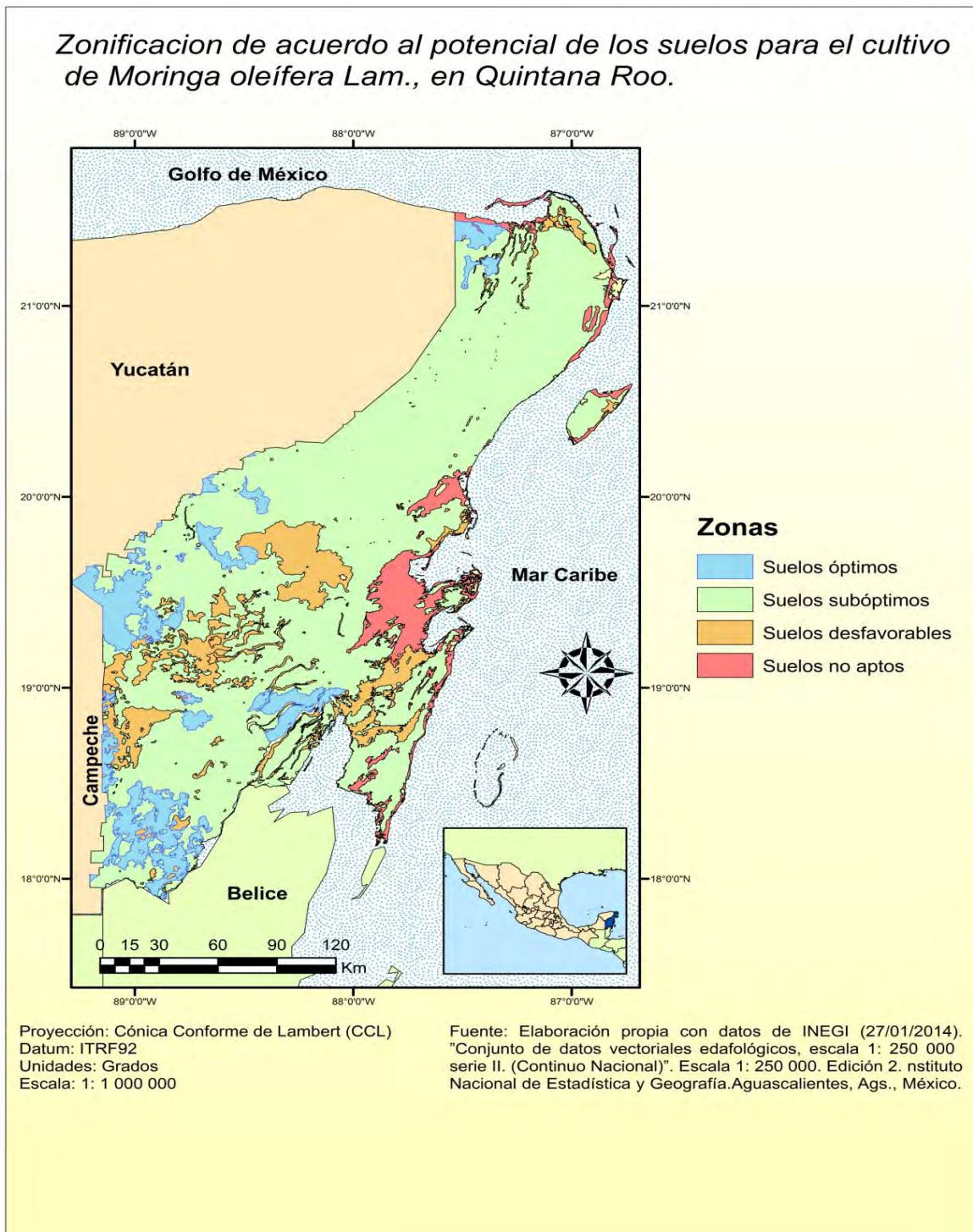


Figura 21. Zonificación, de acuerdo al potencial de los suelos para el cultivo de *M. oleifera* en Quintana Roo. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, (s.f).

De manera general, Quintana Roo se puede clasificar en 4 zonas de acuerdo al potencial para el cultivo de *M. oleífera*, las cuales son: zonas no aptas, zonas adecuadas, zonas subóptimas y zonas óptimas. Lamentablemente en el estado de Quintana Roo no existen sitios que tengan las condiciones óptimas para el cultivo de *M. oleífera*, debido a que los sitios que tienen el intervalo de temperatura óptimo para su cultivo no tienen los suelos apropiados y viceversa, los sitios con los suelos ideales para el cultivo no cuentan con la el intervalo de temperatura óptimo o se encuentran en lugares destinados a otros fines diferentes o incompatibles al cultivo de *M. oleífera* (como zonas urbanas, áreas protegidas, entre otros).

A pesar de que en el estado de Quintana Roo no existen sitios que cuenten con todas las condiciones necesarias para el desarrollo óptimo de *M. oleífera*, existe una gran porción del Estado que sí cumple con las condiciones para el desarrollo adecuado y subóptimo de esta especie (Figura 22).

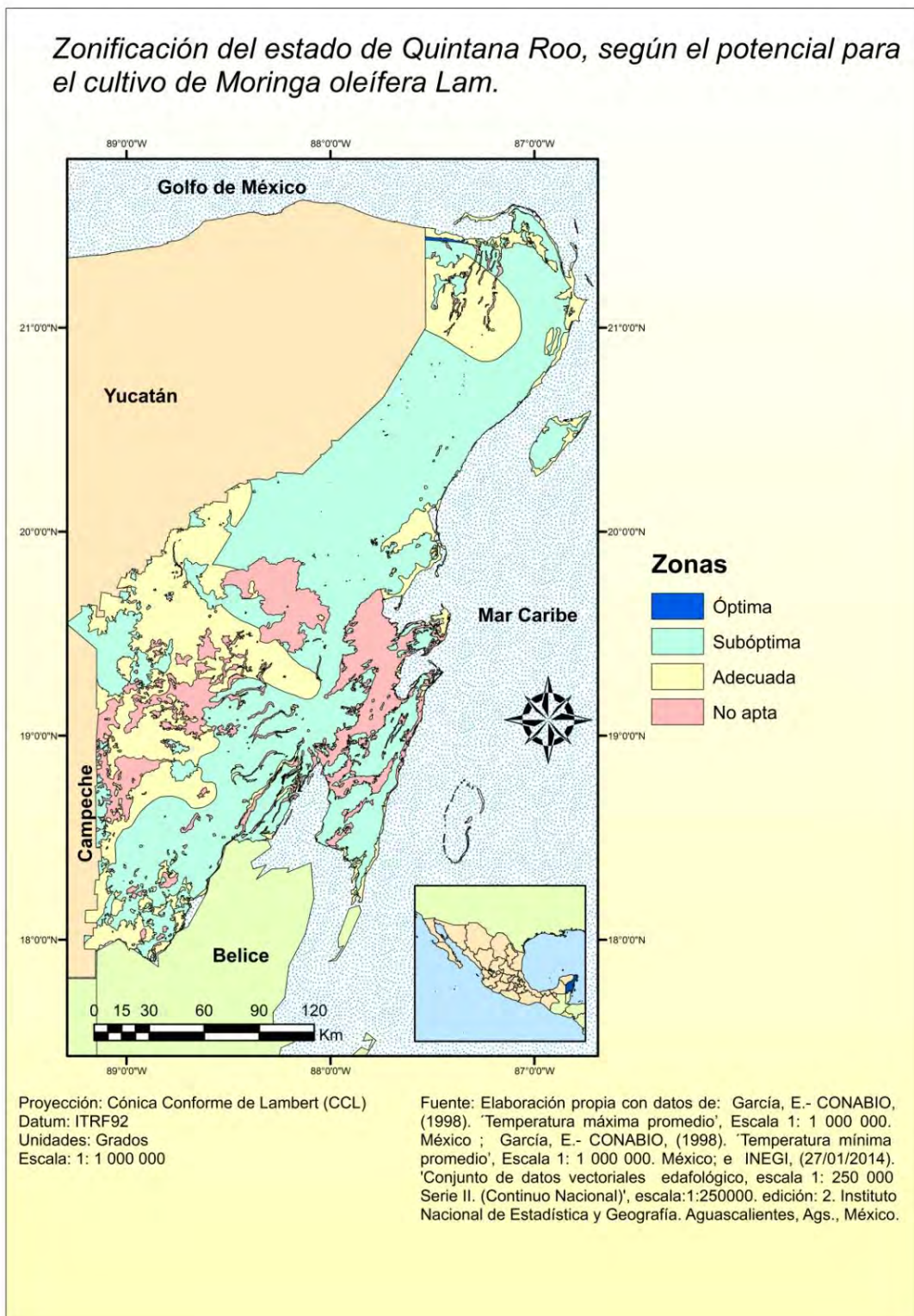


Figura 22. Zonificación del estado de Quintana Roo, según el potencial para el cultivo de la *M.oleífera*. Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, (s.f) e INEGI (s.f).

.En Quintana Roo existen alrededor de 9853.53 km² con potencial para el cultivo adecuado de de *M. oleífera* y 24983.53 km² con las condiciones subóptimas para su cultivo; pero de dicha extensión de terreno, solo 626.63 km² con potencial para el cultivo adecuado y 1543.26 km² para el desarrollo subóptimo de *M. oleífera* se encuentran en zonas con uso potencial agrícola (Figura 23).

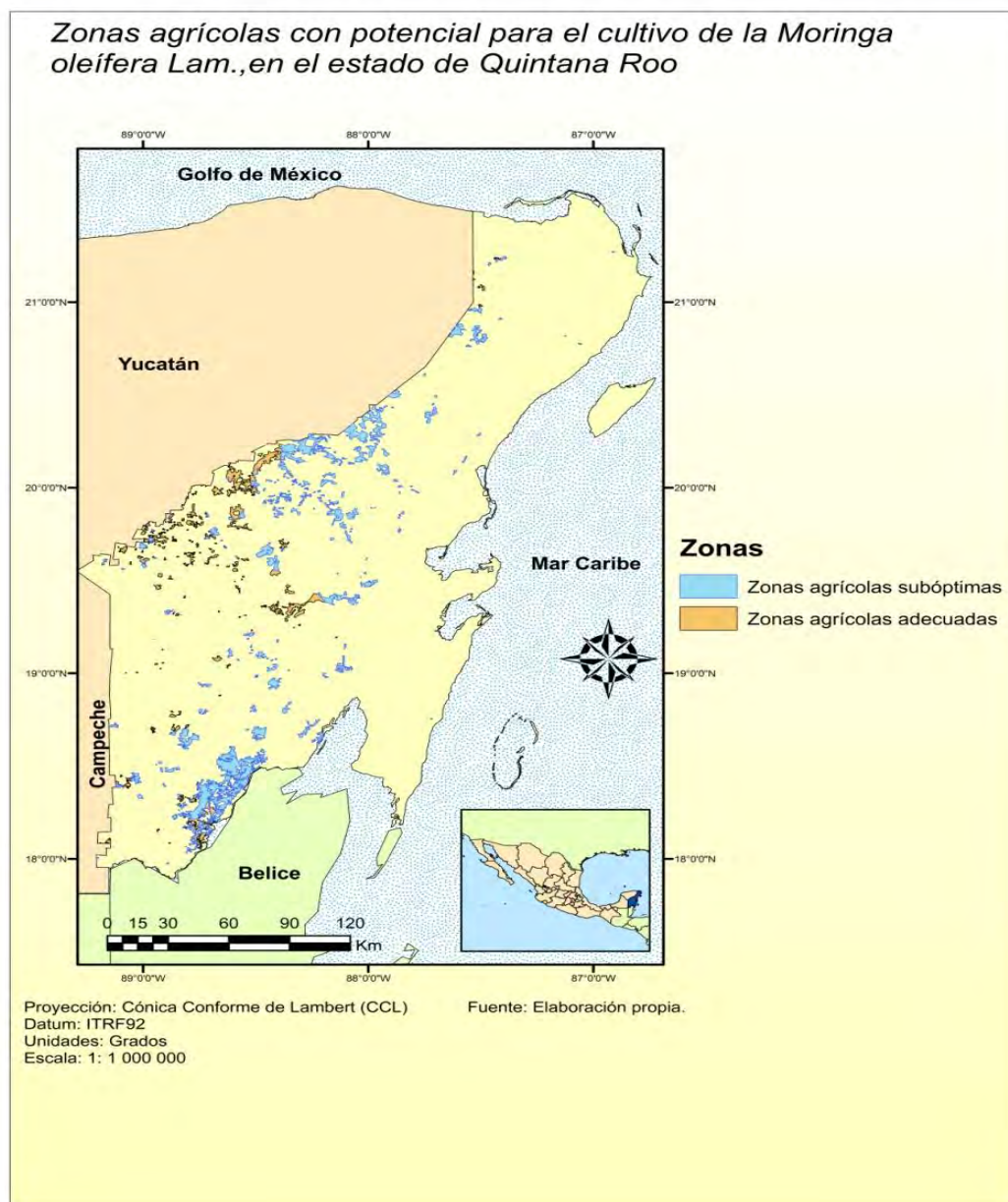


Figura 23. Zonas potenciales para el cultivo de *M. oleífera* con uso agrícola en el estado de Quintana Roo.
 Fuente: Elaboración propia.

Los 3 municipios con más territorio potencial para el cultivo de *M. oleífera* en Quintana Roo, son: Othon P. Blanco, con 130.80 km² para su cultivo en condiciones adecuadas y 615. 07 km² para su cultivo en condiciones subóptimas; luego le sigue el municipio de Felipe Carrillo Puerto, con 146.62 km² para su cultivo en condiciones adecuadas y 570. 20 km² para su cultivo en condiciones subóptimas; y por último, el municipio de Bacalar con 11.41 km² para su cultivo en condiciones adecuadas y 127.13 km² para su cultivo en condiciones subóptimas (Cuadro 19).

Cuadro 19

Extensión de terreno destinado a la agricultura por municipio, de las áreas con condiciones subóptimas y adecuadas para el cultivo de la M. oleífera.

Municipio	Área adecuada (km ²)	Área Subóptima (km ²)
Othón P. Blanco	130.807	615. 077
Solidaridad	0	15.618
Isla Mujeres	0	0
Felipe Carrillo Puerto	146.623	570.209
Bacalar	11.412	127.136
Cozumel	0	0
Lázaro Cárdenas	8.375	71. 003
José María Morelos	329.412	65. 052
Tulum	0	78.388
Benito Juárez	0	0
Puerto Morelos	0	0.338

Fuente: elaboración propia.

6.2 Propuesta de aprovechamiento de la *M. oleífera* en Quintana Roo

El tipo de sistema agroforestal ideal para el aprovechamiento de la moringa oleífera en el estado de Quintana Roo, es el cultivo en callejones o alley cropey, porque es un sistema que se

adapta correctamente a las características agroclimáticas del estado, entre las que se encuentran: clima subhúmedo, suelos frágiles y poco profundos (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2013); además, aprovecha favorablemente varias de las características de la *M. oleifera*, como son: crecimiento rápido, enraizamiento profundo, tolerancia a las podas, etc. (National Research Council, 2006).

CONAFOR (2013), menciona que el cultivo en callejones, consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales. También menciona la importancia de las podas en este agroecosistema, y los beneficios que aporta dicha actividad, siendo los principales: evitar que se genere sombra sobre los cultivos, obtención de forraje y abono verde.

Las especies propuestas para el agroecosistema fueron seleccionadas con base a: su importancia económica, adaptación a las condiciones locales (precipitación, temperatura, suelo, etc.), su función y uso complementario dentro del sistema agroforestal; además, de ser especies conocidas por los agricultores locales. Este último factor es de gran importancia; debido a que, para que un sistema agroforestal se pueda desarrollar con éxito, este debe utilizar especies conocidas por los usuarios y el sistema no debe desplazar los sistemas agrícolas existentes; sino, ser compatible con ellos. Otro aspecto importante es que el agroecosistema debe procurar utilizar los recursos disponibles para el agricultor, de otro modo, difícilmente se aceptara el sistema y tendrá el éxito esperado (Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007).

El establecimiento temporal y espacial de las especies propuestas, será de acuerdo a las características y recomendaciones del cultivo en callejones, asociación y rotación de cultivos, con el objetivo de obtener un mayor aprovechamiento de los recursos del agroecosistema y minimizar la necesidad del uso de insumos externos.

6.3 Descripción agroecológica de las especies del agrosistema propuesto, para el aprovechamiento de *M. oleifera* en el estado de Quintana Roo.

6.3.1 Camote.

El camote de nombre científico *Ipomoea batatas* L., es una especie perteneciente a la familia botánica Convolvulaceae. Esta especie crece a una altitud de hasta 1000 msnm, prefiere las temperaturas cálidas, siendo su temperatura óptima entre los 20 y 30 °C. Los suelos más apropiados para cultivar el camote son los suelos francos con un contenido de 3% o más de materia orgánica, además es aconsejable que tengan un pH entre 5.5 y 6. En cuanto a precipitación, esta especie puede desarrollarse de forma correcta en sitios que tengan una precipitación de 500 a 1800 mm al año (Secretaría de Agricultura y Ganadería [SAG], 2005).

En los sitios con clima cálido, la siembra del camote se puede realizar en cualquier momento del año. La dispersión del camote se puede realizar por medio de semillas o propagación vegetativa, usualmente se realiza por medio de esquejes enraizados ó tubérculos (Teresa-Pino *et al.*, 2017). Las plantas de camote pueden sembrarse a una distancia entre plantas de 0.9 x 0.15 metros (Hernán-Rincón, 1993). El tiempo para la obtención de la cosecha usualmente varía entre 125 y 140 días a partir de la siembra (SAG, 2005).

El cultivo de camote puede verse afectado por distintas plagas, siendo las más comunes e importantes pulgón (*Myzus persicae*), mosca blanca (*Bermisia tabacci*), el gusano de la hoja (*Trichiotape sp*), araña roja (*Tatranichus cinnabarinus*), etc. (Hernán-Rincón, 1993); por otra parte, las enfermedades más comunes son: la virosis, pudrición bacterial (*Erwinia chrysanthemi*), pudrición de la raíz (*Fusarium solani*) y el mildiu blanco (*Albugo ipomoeae-panduratae*), etc. (SAG, 2005).

6.3.2 Maíz.

El maíz ó *Zea mays* L., es una especie que pertenece a la familia botánica de las Poáceas (Gramíneas), crece en sitios con una altura que va desde los 0 hasta los 3000 m.s.n.m, se adapta muy bien a una gran variedad de suelos, pero los más apropiados deben tener las siguientes características: una buena capacidad de retención de agua, buen drenaje, fértiles, profundos, de textura franca y tener un pH entre 5.5 y 7.8 (Deras-Flores, 2012), su cultivo adecuado requiere un mínimo de 300 mm de precipitación anual , siendo los 550 mm la cantidad ideal y 1000 mm anuales la cantidad máxima. Las temperaturas mayores a 35 °C afectan de manera negativa el rendimiento del cultivo (Bonilla-Morales, 2009).

En el estado de Quintana Roo, el período de siembra óptimo del maíz, va del 15 de junio al 15 de julio. La propagación se realiza por medio de semillas, y en el campo se les siembra en hileras distanciadas a 80 cm unas de otras y las plantas se separan entre sí a 50 cm (INIFAP, 2007). La cosecha del maíz se realiza entre los 110 y 115 días después de haber sido establecida la plantación, cuando las mazorcas alcanzan la humedad adecuada para el desgrane, es importante cosechar el maíz lo más pronto posible, debido a que, de no realizarse a tiempo la cosecha existe la posibilidad de que se generen pérdidas por hongos, plagas, etc. (Deras-Flores, 2012).

El maíz tiene una diversidad de insectos plaga, desde los que atacan su tallo y hojas hasta los que atacan el fruto y las raíces; entre las plagas de insectos más comunes del maíz se encuentran: la gallina ciega (*Phyllophaga spp*), gusano de la raíz (*Diabrotica spp*), gusano de alambre (pertenecientes a los géneros *Melanotus*, *Agrotis* y *Dalopius*), etc. En cuanto a enfermedades, el maíz cuenta con un número considerable de ellas, entre las que destacan: roya común (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), mancha de la curvularia (*Curvularia lunata* y *Curvularia pallesans*), tizón foliar del maíz (*Exserohilum turcicum*), pudrición de la raíz (*Macrophomina phaseoli*,

Fusarium moliniforme, *Fusarium graminearum*), pudrición bacteriana (*Erwinia caratovora*), cenicilla ó mildiu polvoso (*Sclerophthora macrospora*, mancha café (*Physoderma maydis*), achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*), etc. (Bonilla-Morales, 2009).

6.3.3 Frijol.

El frijol *Phaseolus vulgaris* L., es una especie que pertenece a la familia botánica Leguminosae. Esta planta puede crecer en sitios con una altura de 0 a 1500 m.s.n.m, siempre y cuando cuenten con un suelo adecuado para su cultivo, el cual debe ser fértil, con buen drenaje, de un pH entre 4.5 y 8.2, su textura debe ser liviana con no más de 40 % de contenido de arcilla, como lo son los suelos franco limosos y franco arcillosos. El cultivo requiere de una precipitación anual de 300 a 400 mm de lluvia, una precipitación excesiva o inferior podrían afectar negativamente el rendimiento del cultivo (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 1991 b).

El frijol puede sembrarse en cualquier época del año, sin embargo se recomienda que se siembre entre los meses de abril y junio para aprovechar la época de lluvias. Esta planta se propaga por medio de semilla y se le suele sembrar en tresbolillo, con un distanciamiento entre las plantas de 25 cm. El fruto del frijol tarda en madurar alrededor de 16 semanas para ser cosechado (Santiago-Calvo *et al.*, 2014 a).

El frijol tiene varios tipos de insectos plagas que afectan negativamente el rendimiento del cultivo, entre los cuales se encuentran: mosquita blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius)), trips (*Thrips tabaci* (Lindeman)), etc. (Santiago-Calvo *et al.*, 2014 a); en cuanto a enfermedades, las más comunes son: mosaico dorado (VMDF), moho foliar (*Cladosporium fulvum*), moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), virus del mosaico común del frijol (VMCF), bacteriosis común

(*Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli*), mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*), la roya (*Uromyces appendiculatus*), tizón del halo (*Pseudomonas syringae*), tizón común (*Xanthomonas campestris*), pudriciones de la raíz causada por los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp, mildiu polvoso u oídium (*Erysiphe polygoni*) y mildiu vellosa (*Phytophthora phaseoli*) (SAG, 2011).

6.3.4 Chile habanero.

El chile habanero o *Capsicum chinense* Jacq. Es una especie perteneciente a la familia botánica Solanaceae, la cual, requiere entre 550 a 700 mm de precipitación anual y crece bien en lugares con una temperatura promedio por encima de los 24 °C, siendo la temperatura óptima para su cultivo entre 25 y 27°C (Tun-Dzul, 2001). Se desarrolla bien en una gran variedad de suelos; sin embargo, se ha demostrado que los mejores resultados de rendimiento se obtienen en suelos de textura franca, fértiles, con un pH entre 6 y 7, además de contar con un buen drenaje (Mirafuentes-Hernández y López-López, 2014).

Se recomienda sembrarlas en hileras distanciadas entre 1.2 y 1.5 metros entre ellas y separar las plantas entre 40 y 60 cm una de otra (Mirafuentes-Hernández y López-López, 2014). En cuanto a la cosecha, el tiempo necesario para que se lleve a cabo puede variar dependiendo de la variedad y el destino de la producción, en un tiempo aproximado de entre los 75 y 85 días posteriores al trasplante; los cortes siguientes se realizarían cada semana (SAGARPA, 2015).

Existen diversos insectos que pueden considerarse plaga de las plantaciones de chile habanero, tales como: araña roja (*Tetranychus urticae*, Koch), araña blanca (*Poliphagotarsonemus latus*, Banks), mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, Bemisia tabaci) pulgón (*Aphis gossypii*, Sulzer y *Myzus persicae*, Glover) y trips (*Frankliniella*

occidentales, Pergande, *Trips palmi* Karny); en cambio, las enfermedades más comunes de esta especie son: antracnosis (*Colletotrichum sp*), cancro bacteriano (*Corynebacterium michiganense*), mancha bacteriana (*Xanthomona vesicatoria*), marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium lycopersici*) (Villa-Castorena *et al.*, 2014)

6.3.5 Sandía

La *Citrullus lunatus* (Thunb), conocida como sandía, pertenece a la familia botánica *Cucurbitaceae*. Se cultiva en zonas con clima cálido, siendo la temperatura ideal para su cultivo entre 25 a 28 °C; temperaturas por debajo de los 15°C y por encima de los 40°C dificultan el crecimiento. La iluminación intensa propicia el desarrollo de las flores y acelera la maduración de los frutos de esta especie (Reche-Marmol, 2000). Puede sembrarse en varios ciclos durante el año, ya sea en Otoño-Invierno, Primavera-Verano ó Invierno-Primavera. Se recomienda sembrarlas a doble hilera separadas a 1m de distancia entre ellas. La cosecha ocurre entre los 90 y 100 días posteriores a la siembra, cuando los frutos se tornan lisos y brillantes (INIFAP, 2004).

Los cultivos de sandía son susceptibles a diversas plagas, siendo las más comunes: mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), diabrotica (*Diabrotica spp*), minador de la hoja (*Liriomyza spp*), pulgón (*Rhopalosiphum maidis*), trips (*Frankliniella sp*), etc. También son vulnerables a las enfermedades, tales como: oidio (*Erysiphe cichoracearum*), mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*), antracnosis (*Colletotrichum legenarium*) (INIFAP, 2004), pudrición bacterial (*Erwinia carnegiana*), virus del mosaico amarillo del calabacín (ZyMV), virus del mosaico de la sandía (WMV-1), virus del mosaico de la sandía (WMV-2), virus del mosaico del pepino (CMV) y virus del mosaico del tabaco (TMV), etc. (Reche-Marmol, 2000).

6.3.6 Cacahuate

El cacahuate (*Arachis hypogaea* L.), es una especie perteneciente a la familia botánica Fabácea. Esta planta crece desde los 0 hasta los 1200 m.s.n.m., se le cultiva en los trópicos y subtropicos, requiere temperaturas entre 20 a 40 °C, siendo su temperatura óptima entre los 25 y los 30 °C; en cuanto a humedad, este cultivo requiere entre 400 y 600 mm de precipitación bien distribuidos durante su ciclo vegetativo. El cacahuate crece bien en suelos de textura franco-arenosa, de preferencia con un pH entre 7 y 7.5 y cuando el pH es cercano a 8 suele ocasionar problemas como la clorosis (SAGARPA, 2002).

La época del año más adecuada para la siembra del cacahuate dependerá si el cultivo es de temporal o de riego, cuando el cultivo es de temporal se recomienda esperar las primeras lluvias y cuando el cultivo esta bajo condiciones de riego se aconseja que se siembre a principios de año, entre el 15 de febrero y el 15 de marzo. La propagación de esta especie se hace por medio de semilla, la cual se siembra a 40 cm de distancia una de otra y a una profundidad de 4 a 6 cm (SAGARPA, 2002). La cosecha ocurre a partir de los 120 días posteriores a la siembre (INIFAP, 2005).

Los cultivos de cacahuate son vulnerables a ser atacados por plagas y enfermedades, tales como: el gusano soldado *Spodoptera exigua*, la gallina ciega (*Phyllophaga spp*) y el gusano de alambre (*Pyrophorus mexicanus* Champ), dado que, estas plagas se alimentan principalmente de las raíces y los frutos, lo que resulta en pérdidas importantes en la producción. La planta es vulnerable a algunas enfermedades, entre las cuales se encuentran: mancha café de la hoja producido por los patógenos *Cercospora arachidicola* y *Cercospora personnata*, roya provocada por la *Puccinia arachidis* y amarillamiento apical de la hoja causado por *Fusarium spp* (INIFAP, 2005).

6.3.7 Jícama.

La jícama *Pachyrhizus erosus* (L) Urban (1905), es una planta perteneciente a la familia botánica Fabácea, crece en zonas tropicales en un amplio intervalo de suelos; pero, los mejores para su cultivo tienen buen drenaje y cantidades considerables de fósforo disponible (Sørensen, 1996); por otra parte, los menos recomendados para su siembra son los suelos con alto contenido de arcilla; debido a que, afectan negativamente la cosecha (Goebel, 2007). Esta especie se le puede hallar en sitios ubicados en alturas comprendidas desde 0 hasta 1750 m.s.n.m, requiere de una precipitación anual de 250 a 500 mm; aunque, se ha encontrado en sitios con una precipitación anual superior a los 2500 mm. La temperatura óptima para la jícama se encuentra entre los 20 y los 30 °C (Sørensen, 1996).

En zonas tropicales, la jícama puede plantarse durante todo el año, existen dos formas de propagar esta especie, por medio de semillas y de forma vegetativa. La jícama se debe sembrar espaciada a una distancia de 15 a 20 cm entre plantas y 75 cm entre filas, para evitar la competencia y obtener un mejor rendimiento del cultivo. La cosecha tarda en producirse alrededor de 6 a 8 meses a partir de la siembra (Goebel, 2007).

En el cultivo de la jícama se pueden presentar ataques de insectos plaga, entre los más comunes se encuentran: chinches, chicharritas, diabroticas, minadores, etc. Casi no se reportan enfermedades en los cultivos, siendo las más comunes: pudrición de la raíz provocada por hongos (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp., *Corticium* spp. Y *Macrophomina* spp) (Sørensen, 1996), tizón de la hoja (provocado por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), antracnosis (*Colletotrichum* sp), mancha de la hoja (*Cercospora pachyrrhizi*), etc. (Phillips-Mora *et al.*, 1993).

6.3.8 Soja.

La soja ó *Glycine max* (L.) Merr., prefiere los climas tropicales y subtropicales, germina en sitios con una temperatura entre los 10 a 40°C, pero se recomienda que la plantación se realice en lugares con temperaturas entre 22 a 30 °C, esta especie prospera en suelos sueltos, con buen drenaje, fértiles (Rosas y Young, 1991) y con un pH de 5.6 a 7.5, también requiere de aproximadamente entre 700 a 1200 mm de agua al año (Villar-Vera, s.f).

La soja se recomienda sembrarla del 15 de junio al 31 de julio, dado que en esta época se obtiene un mejor rendimiento y se reducen las incidencias de plagas (INIFAP, 2001 b). Las plantas de soja se propagan por medio de la semilla y se siembran espaciadas entre 50 y 60 cm entre hileras y de 20 a 25 cm entre una planta y otra, aunque puede variar de acuerdo a los métodos y recursos que disponga cada productor (Rosas y Young, 1991). La cosecha inicia en un tiempo aproximado de 120 a 130 días posteriores a la siembra (INIFAP, 2001 b).

Existen diversas plagas de los cultivos de soja, entre los cuales se encuentran: gusanos cortadores (*Agrotis sp.* y otros), barrenador del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*), las orugas (*Spodoptera sp.*), gusano de la hoja (*Anticarsia gemmatalis*), gusano medidor (*Plusia spp.*) pulgones o áfidos (*Aphis spp.* y otros.) (Rosas y Young, 1991), etc. También el cultivo se ve afectado por enfermedades como: tizón bacteriano ó tizón del halo (*Pseudomonas syringae*), bacteriosis común (*Xanthomonas phaseoli*), mancha de la hoja (*Cercospora sojina*), antracnosis (*Glomerella glycines*, *Colletotrichum dematium*), roya (*Phakospora pachyrhizi*), mosaico de la soja (VMS), mosaico amarillo (VMAS), entre otros (INIFAP, 2001 b; Rosas y Young, 1991).

6.3.9 Calabaza Chihua *Cucurbita argyrosperma* Huber var. *Stenosperma*.

La especie *Cucurbita argyrosperma* Huber, en algunos lugares a esta planta se le conoce como Calabaza Chihua o calabaza pipián y se les puede encontrar en una amplia variedad de sitios, en altitudes desde los 0 hasta los 1800 m.s.n.m, de clima cálido y con estaciones lluviosas bien definidas (Hernández-Bermejo y León, 1994). Esta especie es adecuada para cultivarse en sitios con elevadas temperaturas, siendo el intervalo térmico ideal para su cultivo entre 32 y 37 °C (Quintero, 1981). En cuanto a requerimientos edáficos, la calabaza se puede desarrollar en una amplia variedad de suelos inclusive en los secos y pobres (Quintero, 1981), sin embargo, los más adecuados para su desarrollo son los que contienen mucha materia orgánica, de textura franca a franco-arenosa, con un pH entre 5.5 y 6.5 (Casaca, 2005).

La calabaza chihua se siembra a principios de marzo, aunque su plantación puede retrasarse hasta los meses de abril o mayo. La siembra puede realizarse de manera directa o por medio de trasplante (Quintero, 1981). En campo definitivo, el marco de plantación de la calabaza chihua es de 4 a 5 metros entre líneas y de 2 a 3 metros entre plantas. La cosecha de la calabaza chihua ocurre aproximadamente entre los 4 a 5 meses posteriores a la plantación (González, 2012).

Los cultivos por lo general no suelen presentar daños graves causados por las plagas y las enfermedades, siendo las plagas más comunes las siguientes: áfidos o pulgones (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Macrosiphum euphorbiae*), mosca blanca (*Bemisia tabasi*), minador de la hoja (*Liriornysa sativae*), etc. Las enfermedades más frecuentes son: oídio (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*), mildiu o cenicilla (*Pseudoperonospora cubensis*), podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), el virus del mosaico de la Calabaza (SqMV), cladosporiosis (provocada por el hongo *Cladosporium cucumerinum*), etc. (Quintero, 1981).

6.4 Rotación de cultivos.

Un agroecosistema equilibrado debe ser diverso no solo en el espacio sino también en el tiempo, lo cual, se consigue mediante el diseño de un sistema de sucesiones de cultivos diferentes (Flórez-Serrano, 2003), de ahí la importancia de la rotación de cultivos dentro de los agroecosistemas.

Son diversas las ventajas que trae el uso de rotaciones de cultivos dentro del agroecosistema, por mencionar algunas, se encuentran: el desarrollo de sistemas de producción diversificados, disminuir la erosión y mantener la fertilidad del suelo (Morales-Flores y Martínez-Menez, s.f), optimizar el aprovechamiento de los recursos del agroecosistema (en especial los del suelo), limitar el desarrollo de las plagas y enfermedades (Flórez-Serrano, 2003), pero sobre todo, mantener un ambiente saludable que propicie las condiciones ideales para el desarrollo de los cultivos (Producción Agraria Ecológica [PAE], 2012 a).

Existe una serie de consideraciones y recomendaciones que deben tomarse en cuenta a la hora de planificar la rotación de los cultivos; de otro modo, podrían llevar al fracaso del agroecosistema. Entre los factores a considerar se encuentran: el conocimiento de las características climáticas y geográficas de la zona, la composición y estructura del suelo (Flórez-Serrano, 2003), las necesidades de las plantas, los efectos de cada cultivo sobre su entorno, etc. (PAE, 2012 a).

Es importante mencionar que las sucesiones de cultivos deben ser complementarias y lo menos perjudiciales posibles, para ello se deben seguir diversas recomendaciones como: emplear en las rotaciones especies de plantas adaptadas a las condiciones locales del agroecosistema, evitar sembrar el mismo cultivo de forma consecutiva (Guzmán-Casado y Alonso-Mielgó, 2008),

procurar que las plantas en la sucesión tengan diferente sistema radical y que sus raíces tengan distinta profundidad (PAE, 2012 a), evadir la sucesión entre plantas de la misma familia botánica ó con necesidades nutritivas y problemas fitosanitarios similares (Flórez-Serrano, 2003; Nuñez, 2000). Es importante encaminar la sucesión de plantas con diferente parte aprovechable, dado que, dependiendo la parte aprovechable, la planta requiere mayor cantidad de un nutriente que de los otros (las plantas de hoja requieren mucho nitrógeno, las plantas de raíz (bulbosas o tuberculosas) extraen mucho potasio y las plantas de fruto o flor demandan mucho fósforo del suelo, es debido a ello, que no es aconsejable suceder plantas con la misma parte aprovechable (Flórez-Serrano, 2003).

Una herramienta útil e importante para el manejo del agroecosistema es el uso de un plan gráfico de la rotación de cultivos, ya que ayuda a planificar el orden cronológico en el que serán cultivadas las diferentes especies de plantas y las actividades culturales relacionadas a ellas (Kolmans y Vázquez, 1999), dicho plan gráfico debe tener en cuenta: las fechas de siembra y recolección, el lapso entre un cultivo y su cultivo sucesivo, así como el espacio de tiempo adicional para acondicionar el suelo para los cultivos siguientes (Guzmán-Casado y Alonso-Mielgó, 2008).

El siguiente sistema de rotaciones de cultivos está planteado para que el agricultor pueda tener cosechas la mayor parte del año, aprovechar de manera eficiente los recursos y depender en lo menos posible de insumos externos al agroecosistema, tomando en cuenta los diversos factores y recomendaciones mencionados anteriormente en este capítulo.

El sistema de rotación propuesto esta formulado para que las plantas recomendadas en el sistema de cultivo en callejones, sean rotadas de manera cíclica cada 4 años años, debido que es el tiempo mínimo recomendado para que una especie vuelva a cultivarse en el mismo lugar

(Guzmán-Casado y Alonso-Mielgó, 2008); aunque, algunos autores recomiendan un tiempo de tres años para volver a sembrar la misma especie en el mismo lugar.

Las sucesiones de las plantas propuestas se hicieron con base a las recomendaciones mencionadas en este capítulo, también se tomo en consideracion la secuencia cíclica recomendada por PAE (2012 a), que recomienda secuenciar los cultivos de acuerdo a su parte aprovechable, quedando de la siguiente manera: después de los cultivos de flor o fruto debe sembrarse cultivos de hoja, posterior a la siembra de los cultivos de hoja se recomienda sembrar cultivos de raíz, los cultivos de raíz deben ser sucedidos por cultivos mejorantes y posteriormente a los cultivos mejorantes se recomienda la siembra de cultivos de flor o fruto (Figura 24).



Figura 24. Sucesión de plantas de acuerdo a la parte aprovechable, Según PAE (2012 a).
Fuente: PAE (2012 a).

De acuerdo a lo explicado anteriormente, se proponen diferentes momentos del año en los que serán llevados a cabo los cultivos y las labores culturales relacionados a ellos (Figura 25, Figura 26, Figura 27 y Figura 28). Cada figura representa un año dentro del ciclo de rotación.

Año 1

Actividad agrícola/ especie	Ocupación del terreno											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno												
Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)			***									
Maiz (<i>Zea mays</i> L.)						***	***					
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)						***						
Chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq)			***									
Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)			***				***					
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.)			***									

labores culturales
 fertilización
 abono verde
 cosecha

*** siembra

Figura 25. Calendario de siembra para el año 1.

Fuente: Elaboración propia.

Año 2

Actividad agrícola/ especie	Ocupación del terreno											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno												***
Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)												
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)												
Sandía (<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb))			***				***				***	
Perejil (<i>Petroselinum crispum</i> (Mill) Fuss)			***		***	***	***	***	***	***	***	
Cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)			***				***				***	
Menta (<i>Mentha X piperita</i> L.)				***								

labores culturales
 fertilización
 abono verde
 cosecha





*** siembra

Figura 26. Calendario de siembra para el año 2

Fuente: Elaboración propia.

Año 3

Actividad agrícola/ especie	Ocupación del terreno											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno												
Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)												
Cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i> L.)												
Jicama (<i>Pachyrhizus erosus</i> (L) Urban)												
Epazote (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)												
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)												

	labores culturales		fertilización
	abono verde		cosecha





*** siembra

Figura 27. Calendario de siembra para el año 3.

Fuente: Elaboración propia.

Año 4

Actividad agrícola/ especie	Ocupación del terreno											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno												
Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)												
Cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i> L.)												
Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)												
Calabaza (<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber var. <i>Stenosperma</i>)												
Oregano (<i>Origanum vulgare</i> L.)												
Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i> L.)												

	labores culturales		fertilización
	abono verde		cosecha

*** siembra

Figura 28 Calendario de siembra para el año 4

Fuente: Elaboración propia.

6.5 Distribución espacial de los cultivos Propuestos

La distribución espacial de las especies de plantas propuestas dentro del agroecosistema para el aprovechamiento de *M. oleifera*, son acorde a los marcos de plantación recomendados por la literatura citada en este capítulo; además, el diseño espacial de las especies está enfocado en promover la complementación y disminuir en lo posible la competencia en la asociación de los cultivos, considerando diversos factores como: los impactos de las especies en el ambiente (efectos positivos o negativos tanto para la propia especie como para los organismos que la rodean), la tolerancia de las especies al estrés y la perturbación (Gliessman, 2002), la velocidad de crecimiento y nivel de extracción de los nutrientes del suelo por parte de las plantas propuestas (Kolmans y Vázquez, 1999).

6.5.1 Distribucion de los cultivos en el Año 1.

Durante el primer año, el cultivo principal es el maíz, el cual se siembra en asociación con el frijol (Figura 29). Es importante señalar que dicha asociación propicia una disminución en los rendimientos de ambas especies en comparación a los rendimientos esperados en monocultivo (40 % para el frijol y 20 % para el maíz) (Vélez-Vargas *et al.*, 2011). Esto es debido a que, ambas especies tienen exigencias similares de los recursos; sin embargo, es una asociación beneficiosa para el agricultor, a causa del aporte de nitrógeno por parte del frijol y a un mejor aprovechamiento de los recursos ambientales y económicos, resultando en un mejor rendimiento por unidad de área (rendimiento combinado de ambas especies) (Vélez-Vargas, Muñoz y Clavijo-Porras, 2007).

Diversas investigaciones han demostrado que el camote se puede desarrollar bien en conjunto con el maíz y el frijol, la siembra intercalada mejora la producción de proteínas y carbohidratos del camote, además de ayudar a controlar las arvenses y aprovechar mejor el tiempo y espacio disponibles (Villegas, 1977). Por los motivos ya mencionados el camote se aconseja sembrarlo junto al maíz y el frijol.

El chile habanero es una especie recomendada para el agroecosistema y se aconseja sembrarlo a un lado del frijol, porque su fruto contiene capsinoides como la capsaicina y la dihidrocapsaicina (López- Riquelme, 2003), sustancias con propiedades repelentes e insecticidas que ayudan a disminuir los potenciales daños provocados por las plagas (Jiménez-Martínez, 2016).

Por otro lado, el chile habanero también es susceptible al ataque de plagas y enfermedades; razón por la cual, es conveniente sembrar algunas plantas de albahaca entre las plantas de chile habanero, dado que contiene diversas sustancias como: linalol, estregol, leneol, etc. (De la Cruz-García, 2015), dichas sustancias ayudan a disminuir la aparición de enfermedades en las plantas de chile (Bengochea-Budia *et al.*, 2014; Millán, 2008), aunque también alejan del agroecosistema a diversos insectos considerados plaga, tales como: mosca blanca, trips, pulgones, polillas, áfidos, etc. (Tello-Marquina y Camacho-Ferre, 2010).

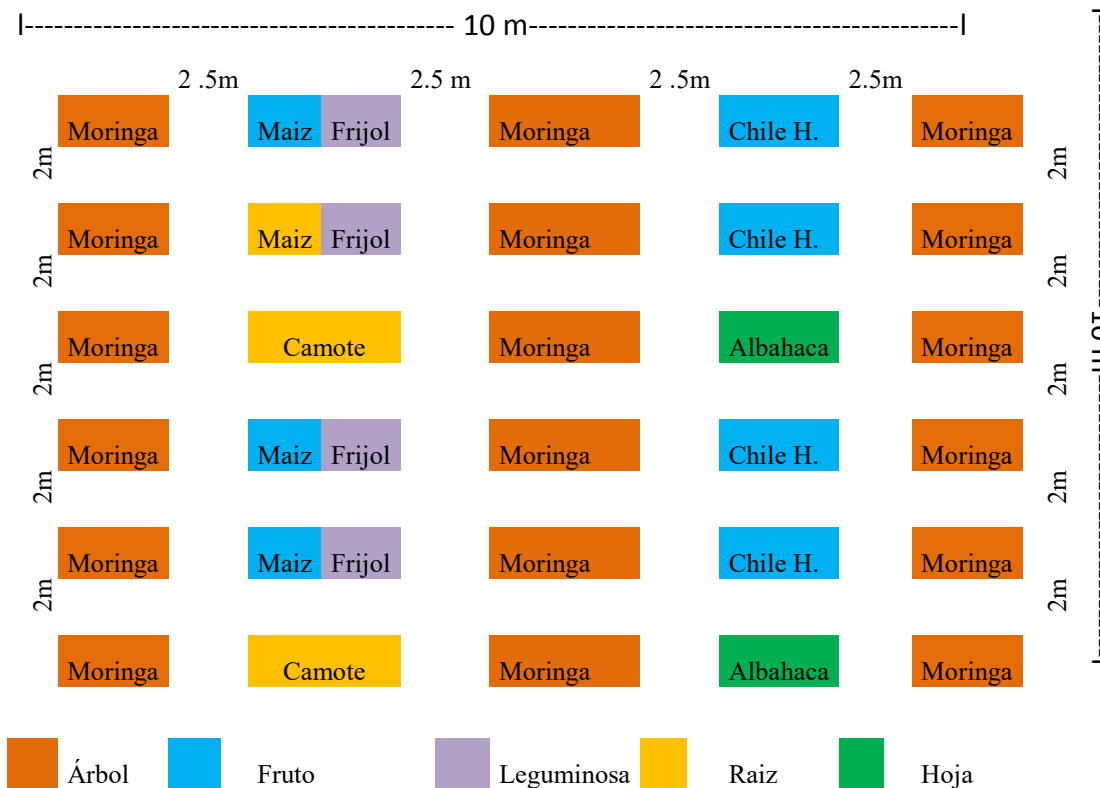


Figura 29 Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 1.

Fuente: Elaboración Propia

6.5.2 Distribución de los cultivos en el Año 2.

Para el segundo año del ecosistema propuesto, el cultivo principal sería la sandía, intercalada con algunas plantas de perejil y cebollín (Figura 30); debido a que, ambas especies de manera conjunta mantienen alejados a gran número de insectos plaga como la mosca blanca y los gusanos cortadores (Rivera-Ocasio, 2012), es todo debido a que contienen sustancias que le dan propiedades bactericidas, insecticidas e incluso fungicidas, ayudando a evitar pérdidas por plagas o enfermedades en la producción de sandías (Millán, 2008).

Para complementar el control de plagas también se sugiere intercalar algunas plantas de menta, esta especie ayudaría a repeler diversos insectos considerados plaga, entre ellos: las hormigas, pulgones, gorgojos, palomillas, etc. (Millán, 2008).

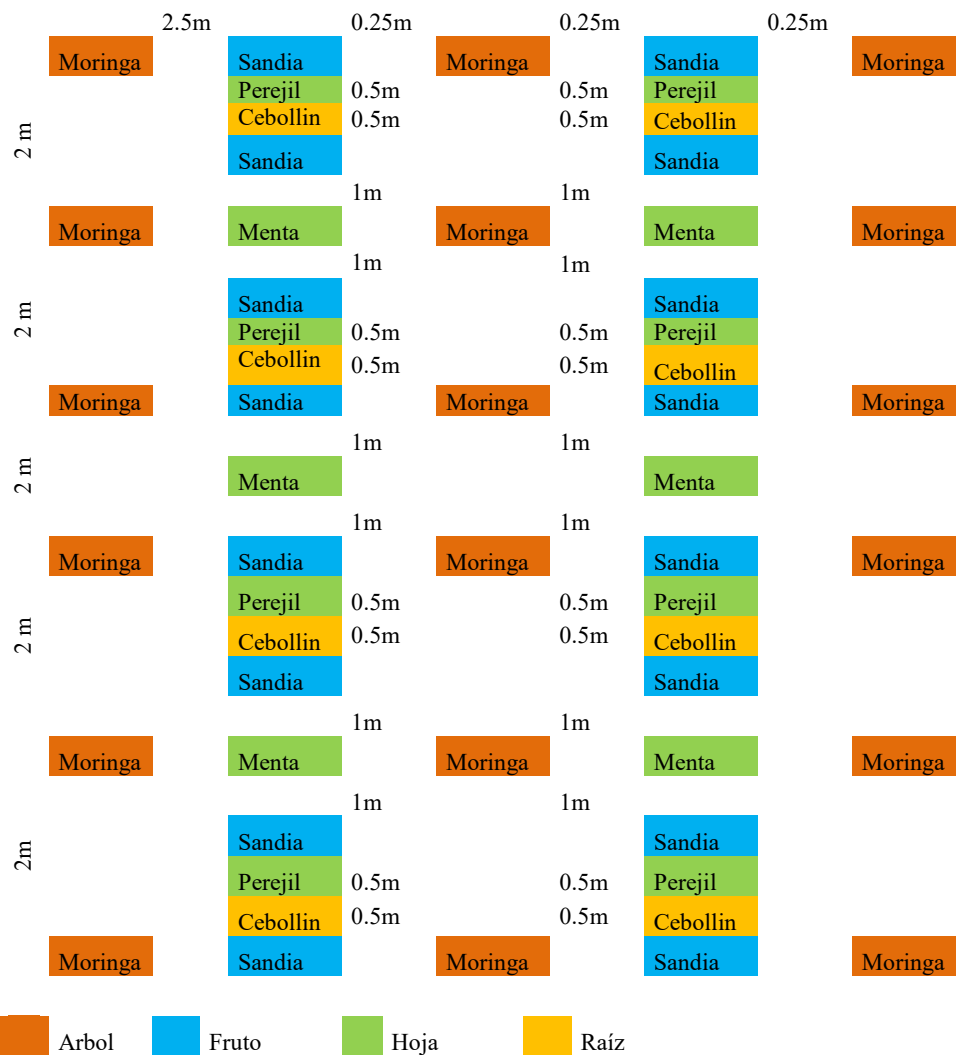


Figura 30 Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 2.
Fuente: Elaboración Propia

6.5.3 Distribucion de los cultivos en el Año 3.

Para el tercer año los cultivos principales serian el cacahuate y la jícama (Figura 31), dichas plantas prospera bien en las condiciones locales y son conocidas por los agricultores. Entre las plantas de jícama y cacahuate se sembrarían algunas plantas de romero y epazote, con el objetivo de repeler algunos insectos plaga y disminuir los posibles daños causadas por estos.

El romero es una planta con propiedades melíferas y repelentes (Millán, 2008), resulta muy útil para el control de las plagas en leguminosas (familia botánica a la que pertenecen la jícama

y el cacahuate), entre las que podemos mencionar: escarabajo de la habichuela (Rivera-Ocasio, 2012), gorgojo de las habas (Flórez-Serrano, 2003), cucarrón del frijol (Méndez-Alzamora, 2005), entre otras. Por otra parte, las propiedades repelentes, insecticidas, nematocidas e incluso antivirales del epazote (Millán, 2008) ayudarían a complementar el control de las plagas; además, el epazote puede ser utilizado para elaborar insecticidas, repelentes y macerados con propiedades nematocidas (García- Arboleda, 2004).

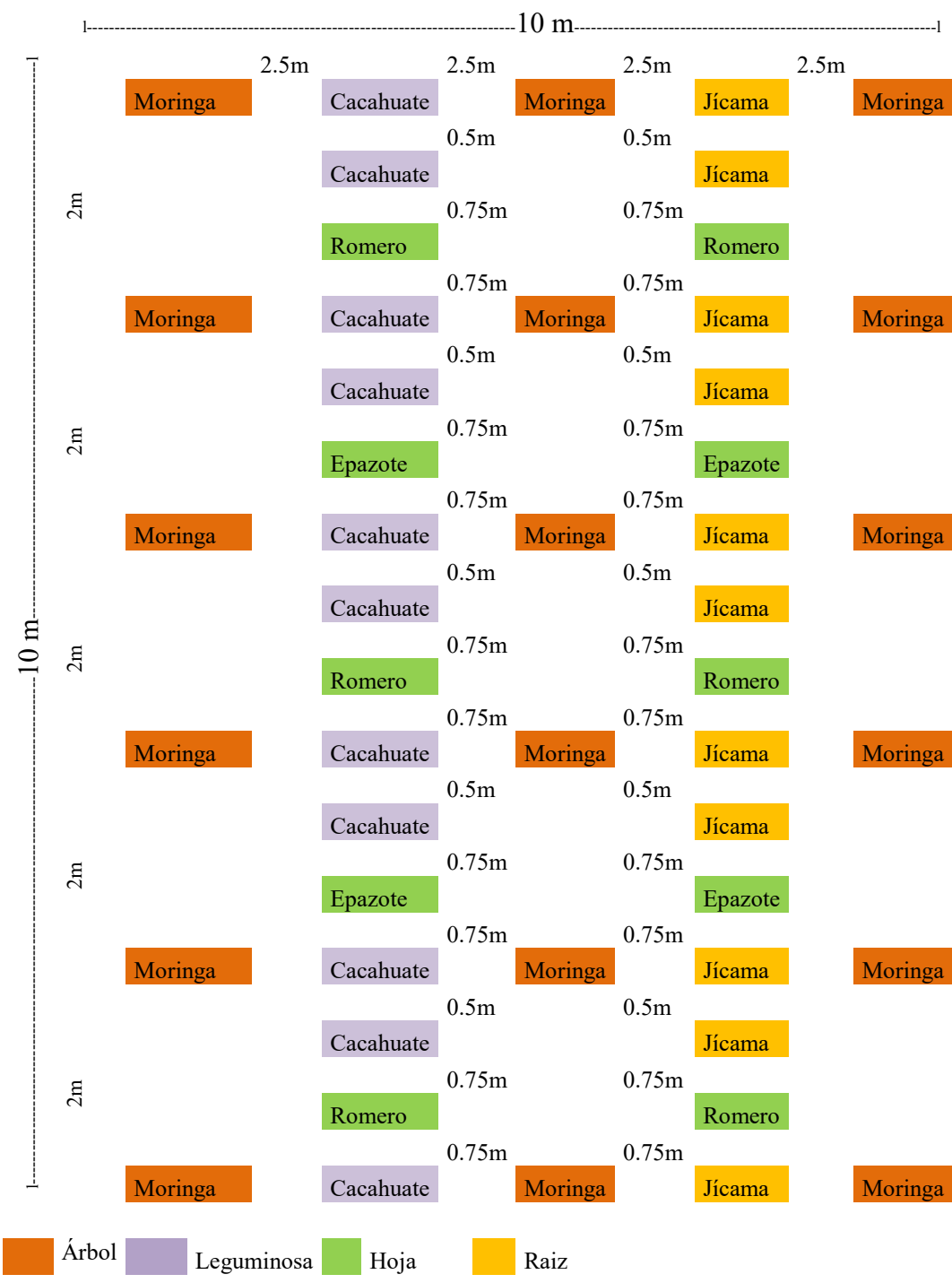


Figura 31. Distribución espacial de los cultivos propuestos para el año 3.
Fuente: Elaboracion propia

6.5.4 Distribucion de los cultivos en el Año 4.

Durante el Cuarto año, los cultivos principales serían la soja y la calabaza (Figura 32), debido a que ocupan más espacio en el agroecosistema propuesto y generan mayores ganancias económicas potenciales. Junto a la soja se puede sembrar algunas plantas de cilantro, dado que tiene propiedades repelentes y aleja diferentes insectos de los cultivos (Mejía-Caicedo, 2003); además, las flores de cilantro atraen insectos depredadores y polinizadores como las avispas (Millán, 2008; Morales-Payan, 2011). Por último, junto a las plantas de cilantro, se aconseja sembrar la calabaza en conjunto al orégano, La calabaza se puede ver beneficiada por las propiedades repelentes y fungicidas del orégano, además de que ambas especies tienen un crecimiento vegetativo diferente y casi no tienen competencia. El orégano es una planta en cuyo aceite, abundan diversas sustancias como el timol y el carvacrol, las cuales le brindan su olor y propiedades antimicrobianas fungicidas, e incluso repelentes (Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

6.6 Fertilización y abonado.

Los cultivos para desarrollarse de manera correcta requieren de diversos nutrientes, los cuales extraen del suelo. Los nutrientes que requieren las plantas en mayor proporción son los denominados macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (N, P, K, Ca, Mg y S) (INIFAP, 2015), debido a esa necesidad de nutrientes para el correcto desarrollo de las plantas, es de vital importancia que los suelos sean fértiles. En agricultura ecológica se le da mayor importancia a mejorar la fertilidad del suelo y propiciar condiciones adecuadas para la actividad biológica del mismo, que cubrir las necesidades específicas de los cultivos, dado que, los suelos fértiles y sanos dan buenas cosechas independientemente del cultivo (Flórez-Serrano, 2003).

La fertilización ecológica procura mantener un equilibrio entre las entradas y salidas de nutrientes del suelo, razón por la cual, los agricultores deberán emplear diversas medidas en conjunto para alcanzar dicho fin, como lo son: evitar en lo posible la pérdida de nutrientes, cultivar leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico al suelo, propiciar la actividad biológica del edafón, cultivar plantas movilizadoras de nutrientes (González y Pomares, 2008), uso de cultivos de cobertura, rotación de cultivos, mulch, barbecho, cultivo en callejones, aplicación de materia orgánica, uso de abonos verdes, etc. (Cánovas-Fernández *et al.*, 1993; Kolmans y Vázquez, 1999).

La fertilización del suelo para llevar a cabo este agroecosistema para el aprovechamiento de *M. oleífera* se recomienda que se haga mediante la integración de abonos verdes, debido a que es una alternativa viable y de muy bajo costo en comparación a otras alternativas para fertilizar los suelos (García-Carreón y Martínez-Menez, s.f.). Los abonos verdes se pueden sembrar entre

periodos de cultivos procurando mantener el suelo cubierto la mayor parte del tiempo, esto ayudaría a mejorar las características físicas y químicas de los suelos, evitar la erosión, la pérdida de nutrientes por lixiviación y competir con las plantas arvenses (PAE, 2012 a). Algunas plantas que pueden utilizarse como abonos verdes son frijol terciopelo (*Mucuna deeringiana*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*), (Quirós *et al.*, 1998). Una fertilización basada exclusivamente en los abonos verdes no es del todo completa y debe complementarse con otras acciones que permitan ayudar a mejorar la fertilización del suelo (García-Carreón y Martínez-Menez, s.f.).

Es preciso señalar que el uso de los fertilizantes químicos comerciales es poco recomendado; sin embargo, cuando los suelos están muy degradados se aconseja emplear pequeñas cantidades de fertilizante químico comercial e ir tendiendo a su abandono después de tres a cinco años.

6.6.1 Momento ideal del abonado.

Muchos de los productos orgánicos utilizados para mejorar la fertilidad y calidad de los suelos son de acción lenta, los microorganismos del suelo tardan en liberar e incorporar los nutrientes, debido a esto, se recomienda que las aplicaciones de dichos productos se realicen con tiempo suficiente para que los nutrientes sean liberados y puedan ser utilizados a tiempo por los cultivos (Gonzálvez y Pomares, 2008).

Para que la fertilización de un cultivo sea exitosa, hay que conocer el estado de fertilidad del suelo (por medio de muestreos y análisis químicos), la exigencia de nutrientes por parte del cultivo (dependiendo la especie y producción) y el clima; porque, si estos factores no se toman en cuenta a la hora de planear la fertilización, puede haber un déficit o un extra de nutrientes. Aportes de nutrientes inferiores a la cantidad de nutrientes extraída del suelo mediante cosechas,

provoca que el suelo se degrade y pierda su fertilidad; por otro lado, aportes de nutrientes superiores a la cantidad de nutrientes extraídos por las cosechas, causan desequilibrios nutricionales y contaminación ambiental (Cánovas-Fernández *et al.*, 1993).

6.7 Fertilizantes Recomendados para vivificar los suelos

Los siguientes preparados orgánicos pueden emplearse para mejorar la fertilidad y vivificar el suelo, son de fácil elaboración y utilizan principalmente recursos accesibles; además, permiten aprovechar diversos materiales considerados de desecho y disminuir la dependencia de los fertilizantes comerciales.

6.7.1 Bocashi.

El bocashi es un biofertilizante orgánico fermentado, cuya receta es originaria de Japón; pero, debido a su fácil elaboración, uso de ingredientes accesibles y rápida elaboración, se ha difundido a otras partes del mundo. Este biofertilizante ayuda a mejorar la fertilidad de los suelos, pero en especial favorece la proliferación de los microorganismos encontrados en el suelo (edafón) (Contreras-Araus *et al.*, 2015).

Es preciso mencionar que no existe una fórmula estricta para elaborar el bocashi y sus ingredientes pueden variar de acuerdo a los recursos disponibles, algunos ingredientes pueden ser sustituidos por otros, siempre y cuando cumplan la misma función dentro de la receta. Entre los ingredientes más utilizados para la elaboración del bokashi se encuentran: gallinaza, cascara de arroz, sustrato, ceniza, algún abono orgánico, cal, melaza o piloncillo, levadura y agua (Fondo para la Protección del Agua [FONAG], 2010).

Ingredientes para elaborar 100 kilos de bocashi.

- 40 kilos de tierra.
- 40 kilos de estiércol muy fresco.
- 20 kilos de rastrojo (preferiblemente cascarilla de arroz).
- 8 kilos de ceniza (o carbón molido).
- 1 litro de yogurt.
- 25 gramos de piloncillo disuelto o melaza.
- 20 gramos de levadura seca.
- 15 litros de agua.

Preparación.

Antes de la elaboración de este abono orgánico es importante seleccionar un sitio que se encuentre protegido de los rayos del sol, de la lluvia y que cuente con una superficie compacta, preferiblemente suelo de cemento para facilitar el volteo de la mezcla (Contreras-Araus, 2015).

- Extender los materiales sobre el suelo y colocar uno sobre otro de manera similar a un pastel (no hay un orden específico), la altura de la mezcla no debe superar los 50 cm para facilitar la circulación del aire.
- Mezclar los ingredientes en seco hasta obtener una mezcla homogénea, de manera opcional se pueden separar los ingredientes en diferentes montones iguales, para facilitar el mezclado.
- Incorporar poco a poco la levadura y la melaza hasta obtener una mezcla homogénea.
- Agregar agua al montón hasta obtener una humedad de entre 60 y 65 %, para saber si la mezcla tiene la humedad adecuada, se agarra un puño de la mezcla y se aprieta con la mano, si no escurre agua la mezcla está en su punto.
- Extender la mezcla sobre el suelo, es importante que no sobrepase los 50 cm de altura, con el fin de mantener una buena aireación.
- Cubrir la mezcla por un periodo de 24 horas.

- A partir del segundo día, se mide la temperatura del abono, la cual, no debe sobrepasar los 50 °C.
- Revolver la mezcla dos veces al día durante los primeros 5 días, una vez por la mañana y la otra por la tarde hasta finalizar el proceso; a partir de que el abono tenga una temperatura inferior a los 45 °C solo es necesario voltear la mezcla una vez al día.

La preparación del abono orgánico puede durar entre 10 a 15 días, hasta que la mezcla logre su maduración, tornándose de un gris claro, de aspecto polvo arenoso, consistencia suelta y de temperatura similar a la del ambiente (FONAG, 2010).

Aplicación

La dosis en la aplicación de este abono no se rige por recetas estrictas, si no que depende de las necesidades de los cultivos y de las características del suelo (FONAG, 2010). Se aconseja utilizar medio kilo de bokashi por metro cuadrado en buenos suelos (con pocas deficiencias nutricionales) y 1 kilo por metro cuadrado en suelos pobres. También se puede utilizar para elaborar sustrato para almácigos, mezclando una tercera parte del bokashi y dos partes de sustrato (Contreras-Araus, 2015).

Almacenamiento

No almacenar este abono por un periodo mayor a 2 meses.

6.7.2 Biol.

El biol es un abono foliar, resultado de la fermentación de diferentes materiales orgánicos (estiércol de animales, material vegetal, productos lácteos, etc.) en un ambiente anaerobio controlado (recipientes cerrados de plástico) (Restrepo *et al.*, 2014). Este abono propicia la actividad microscópica del suelo pero en especial mejora la fertilidad del suelo, porque tiene un alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal y nutrientes, se recomienda combinarlo con abonos verdes para obtener mejores resultados (FONAG, 2010).

Existen diversos ingredientes que pueden ser utilizados para la elaboración del biol, los cuales, varían según los recursos disponibles de cada agricultor.

Ingredientes y materiales para elaborar 100 litros de biol.

- Bidón con tapa de 100 litros o más.
- Una manguera con acoples.
- Botella plástica.
- Alambre.
- 25 kilos de estiércol fresco.
- 3 kilos de ceniza.
- 1 litro de leche o suero.
- 2.5 kilos de melaza.
- 5 kilos de suelo.
- 3 kilos de plantas picadas.
- 100 litros de agua sin cloro (Restrepo *et al.*, 2014).

Preparación

- Agregar poco a poco los ingredientes en el bidón, procurando añadir el agua al último.
- Realizar un agujero en la tapa del bidón con un diámetro lo suficientemente grande para ser atravesado por la manguera. Un extremo será introducido en el bidón y el otro será introducido en una botella llena con agua, con el objetivo de expulsar los gases producidos durante la fermentación fuera del bidón.

- Mantener el recipiente cerrado herméticamente para que se realice la fermentación anaerobia. Una vez al mes, es necesario revisar el nivel de agua y reponerla de ser necesario manteniendo el nivel de agua inicial.
- La fermentación esta lista para usarse cuando haya desaparecido su olor desagradable (FONAG, 2010).

Aplicación

Este preparado se puede aplicar mediante un aspersor ó un pulverizador sobre la parte foliar de las plantas, evitar rociar las flores y frutos. Es aconsejable realizar las aplicaciones con dosis entre 30 y 50 % de concentración. Se requieren de 300 litros del fertilizante diluidos al 50 % por hectárea de cultivo (Terrile *et al.*, 2014).

Almacenamiento

Este biofertilizante se puede almacenar en recipientes cerrados por un periodo de hasta 4 meses (Terrile *et al.*, 2014).

6.7.3 Compost.

El compost es un producto obtenido mediante la descomposición de la materia orgánica por parte de diversos microorganismos en condiciones controladas. El proceso de compostaje se puede dividir en tres fases: en la primera fase se descomponen los materiales más delicados (azucares, proteínas y almidones), en la segunda etapa se degradan los materiales más resistentes (como la celulosa y la lignina), y en la última fase se forman nuevas sustancias (humus) (Restrepo *et al.*, 2014).

El compost se puede elaborar de muchas maneras con una cantidad enorme de ingredientes; sin embargo, el compostaje en pila es una de las técnicas más utilizadas para elaborar este tipo de abono, debido a que, es fácil de realizar y sus ingredientes son de fácil acceso. La calidad del compost depende mucho de los materiales utilizados, su manejo y las condiciones en las que se elabore (humedad, temperatura, pH, etc.) (PAE, 2012 b).

Ingredientes para la elaboración de compost.

- Residuos vegetales frescos (contienen mucho nitrógeno).
- Residuos vegetales secos (contienen mucho carbono).
- Estiércol maduro o curado.
- Tierra o sustrato.
- Cal o tierra caliza.
- Agua sin cloro (agua de lluvia, pozo, reposada o cualquier otra fuente).
- Lona plástica o cualquier otro material que sirva para cubrir el compost.
- Bieldo.

Preparación

- Escoger el lugar ideal para elaborar el compost, el cual, debe tener permitir la mezcla y volteo de los materiales, tener buen drenaje, estar protegido del sol, los fuertes vientos y la lluvia.
- Recolectar y picar todos los residuos vegetales, mientras más pequeños sean los pedazos más rápido se descompondrán. Mezclar los residuos vegetales frescos y secos en proporción 1:1, hasta formar una capa de aproximadamente 20 a 30 centímetros de grosor.
- Agregar sobre la capa vegetal una capa de estiércol maduro entre 5 y 10 cm de grosor.
- Añadir una capa de tierra de aproximadamente 5 cm de alto, de preferencia obtenida de la parte superficial del suelo.
- Espolvorear cal o tierra caliza para corregir la acidez de la mezcla.

- Añadir agua para mantener la humedad adecuada de la mezcla, se debe evitar añadir agua en exceso.
- Repetir los pasos anteriores hasta obtener una pila de 1.5 metros de altura, luego se debe cubrir la mezcla con una lona o algún material (Cabrera-García y Contreras-García, 2005).
- Realizar volteos de manera periódica, a partir de las dos semanas de elaboración y repetir de 2 a 3 veces cada 15 días, con el objetivo de airear la pila y mantener la temperatura adecuada. La temperatura de la pila de compost debe estar entre 45 y 60 °C.
- Añadir agua de ser necesario para mantener la humedad de la pila, esta debe oscilar entre 40 y 60 %. Para saber si la humedad de la pila es la adecuada, se puede tomar un puñado de la mezcla y apretarlo, no deben salir más de dos gotas de agua (Restrepo *et al.*, 2014).

El proceso de elaboración del compost puede durar alrededor de 4 a 6 meses, aunque algunos agricultores prefieren continuar con el proceso de elaboración hasta por un año, para obtener un producto más maduro y con mejor efecto restaurador del suelo (PAE, 2012 b).

Aplicación

El compost se puede aplicar sobre el suelo a manera de acolchado (mulch) o integrarse directamente a él (FONAG, 2010). La dosis dependerá de la exigencia del cultivo o la fertilidad del suelo (PAE, 2012 b).

Aplicación de compost por tipo de hortalizas

Hortalizas de hoja y flor

Las hortalizas de este tipo demandan principalmente nitrógeno en una cantidad mayor a la de los demás nutrientes. Se recomienda a la hora de sembrar añadir 1 kilo de compost por cada 2 kilos de suelo, cuando las plantas son apenas unas plántulas agregar 20 gramos de compost a cada una y durante su desarrollo vegetativo abonarla cada dos semanas con 50 a 100 gramos de composta por planta (INIFAP, 2015).

Hortalizas de fruto

Este tipo de hortaliza demanda una cantidad mayor de nitrógeno después de haber sido trasplantada hasta el comienzo de la floración, etapa a partir de la cual, la demanda de calcio, potasio y fósforo es mayor en comparación a los demás nutrientes. Antes de la siembra se sugiere añadir 10 kilos de composta por metro cuadrado, luego agregar 20 gramos de compost por plántula. Durante el desarrollo vegetativo abonar cada tres semanas con 50 a 100 gramos de compost por planta. Mientras ocurre la etapa de floración y fructificación, lo más recomendable es adicionar ceniza o cascara de huevo (molido), además de 50 a 100 gramos de composta por planta, cada 3 semanas. (INIFAP, 2015).

Hortalizas de raíz (bulbo y tubérculo).

Las hortalizas de este tipo se caracterizan por desarrollar raíces grandes (bulbo o tubérculo), se aconseja que durante la preparación del suelo se añada de 4 a 10 kilos de composta por metro

cuadrado y durante la etapa de desarrollo vegetativo de la raíz aplicar de 2 a 3 kilos de composta o lombricomposta por cada metro cuadrado (INIFAP, 2015).

6.8 Manejo integrado de plagas.

Recientemente se están efectuando estudios en diversas partes de México, donde *M. oleifera* es cultivada, con el proposito de documentar y conocer las posibles plagas y sus afectaciones (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2015).

Reyes-Sánchez (2004), menciona que las plagas más comunes de *M. oleifera* encontradas en viveros son: *Aceria sbeldoni* (ácaros), *Coccus spp.* (Escamas), *Atta spp* (zompopos), *Mocis latipes* (langosta medidora) y *Trichoplusia ni* (Hübner) (Figura 33, Figura 34 y Figura 35). Otra de las plagas importantes *M. oleifera* en México es la *Stigmene acraea*, un insecto fitófago cuya distribución geográfica abarca varios países: México, Canadá, Estados Unidos, Guatemala y Honduras. Las larvas de esta especie son altamente defoliadores y pueden causar un gran daño a los cultivos de *M. oleifera* (Martínez y Ramírez, 2014).



Figura 33 *Atta mexicana* (Smith).
Fuente: Quin (2010)



Figura 34 Larva y ejemplar adulto de la especie *Trichoplusia ni* (Hübner).
Fuente: Wagner (2018).



Figura 35. Larva y ejemplar adulto de la especie *Mocis latipes* (Guenée)
Fuente: Finch (2011).

Las plagas y enfermedades son un factor que afecta negativamente la rentabilidad y el rendimiento de los cultivos en general. Es preciso desarrollar planes y estrategias de protección de cultivos inclusive antes de que se realice la siembra (Lardizábal y Medlicott, 2013), debido a que, en la práctica resulta más fácil tomar medidas preventivas que tratar de curar a las plantas afectadas por problemas sanitarios e impedir su diseminación por el resto del cultivo (Tamayo y Londoño, 2001).

Debido a la problemática que conlleva el uso de agroquímicos sintéticos, se recomienda el uso de medidas alternativas y estrategias que en conjunto ayuden a prevenir los problemas causados por las plagas, enfocándose principalmente en las causas y en menor medida al

tratamiento de los síntomas (Flórez-Serrano, 2003), es decir, mediante el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un sistema de protección de cultivos enfocado en mantener bajas las poblaciones de organismos dañinos para las plantas, de tal modo que no causen pérdidas económicas (Cisneros, 2010). Funciona en tres fases principales: la prevención, la observación o monitoreo y la fase de acción (Suquilanda-Valdivieso, 2017).

En la fase de prevención se realizan diversas acciones que propicien las condiciones adecuadas para que las plantas puedan desarrollarse de manera saludable, además de procurar diversificar el sistema, porque un agroecosistema diversificado en estructura y función ayuda a disminuir los efectos provocados por las plagas y enfermedades (Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007).

Durante la fase de monitoreo se realiza un registro continuo del estado de las poblaciones de las plagas, permite identificar las plagas presentes y su estado biológico, así como, determinar su densidad poblacional. Estos datos permiten definir si es necesario realizar alguna acción de control o no (Byerly-Murphy *et al.*, 1995). Cuando se ha comprobado mediante monitoreos que las plagas representan un problema y las medidas preventivas no han sido suficientes, se procede a la fase de intervención, mediante el uso de acciones directas de control (Flórez-Serrano, 2003).

Existen diversos métodos empleados para el manejo y control de plagas, los cuales se clasifican en: métodos físicos, químicos, biológicos, culturales, mecánicos y etológicos (Flórez-Serrano, 2003; Suquilanda-Valdivieso, 2017). Todas estas acciones se realizan en conjunto, con la finalidad de mantener bajas las poblaciones de organismos plagas, en un nivel en el que no representen un peligro económico (Cañedo, Alfaro y Kroschel, 2011).

Control biológico

Los métodos de control biológico consisten en el uso de los controladores naturales (parasitoides, predadores o entomopatógenos), de los organismos considerados plaga, para mantener sus poblaciones en niveles donde no representen riesgo (Cañedo *et al.*, Alfaro y Kroschel, 2011).

Control cultural

Es un método de control enfocado principalmente en la prevención, mediante el uso de diversas prácticas agrícolas de manejo, las cuales ayudan a disminuir los daños causados por organismos plaga (Cañedo *et al.*, 2011), entre las que se encuentran: selección de plantas resistentes y bien adaptadas, uso de material de siembra que provenga de fuentes seguras, sembrar los cultivos en el momento adecuado, manejar una distancia idónea entre plantas (que disminuya en lo posible la expansión de problemas fitosanitarios entre plantas) (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2003), la rotación y asociación de cultivos, la incorporación de materia orgánica al suelo, proteger enemigos naturales de las plagas, manejo de rastrojos, etc. (Flórez-Serrano, 2003).

Control etológico

Los métodos de control etológico se enfocan en mantener las poblaciones de los organismos perjudiciales en niveles que no signifiquen un riesgo, aprovechando los estímulos relacionados con su comportamiento, los cuales pueden ser: estímulos químicos, visuales, físicos ó alimentarios (Suquilanda-Valdivieso, 2017).

Control físico

Los métodos de control físico tienen como principal objetivo reducir y alejar del agroecosistema a los organismos perjudiciales, mediante el uso de factores físicos en cantidades racionales; entre los agentes físicos utilizados con estos fines se encuentran: la temperatura, luz solar, radiaciones electromagnéticas (Cañedo *et al.*, 2011), sonidos, humedad, etc. (Suquilanda-Valdivieso, 2017).

Control Mecánico

Los métodos de control de plagas de tipo mecánico, son muy efectivos en áreas reducidas o situaciones muy específicas (Navarro-Montes, 2010). Los métodos de este tipo consisten en la exclusión, disminución, y eliminación de los insectos y plantas infestadas, mediante medios mecánicos como: poda de partes infestadas, la recolección manual de organismos plagas, saneamiento, uso de barreras físicas, etc. (Suquilanda-Valdivieso, 2017).

Control químico

El control químico consiste en el empleo de diversas sustancias para eliminar ó controlar las poblaciones de determinados organismo, dichas sustancias pueden ser: insecticidas (contra insectos), acaricidas (contra ácaros), rodenticidas (contra ratas), nematicidas (contra nematodos), molusquicidas (contra caracoles), herbicidas (contra malezas), fungicidas (contra enfermedades fungosas), entre otros (Cañedo *et al.*, 2011).

Dentro del control químico se encuentra el uso de biopreparados botánicos, los cuales, son elaborados principalmente con plantas que contienen sustancias insecticidas o repelentes (Flórez-Serrano, 2003); en su mayoría, son de baja toxicidad y se vuelven inactivos en un

periodo corto de tiempo, debido a esto, los pesticidas botánicos usados de manera adecuada, son considerados seguros para el ambiente y el ser humano (ONU, 2003).

6.9 Manejo integrado de enfermedades

Parrotta (1993), menciona que *M. oleifera* no se ha visto afectada de manera seria por alguna enfermedad en su área de origen y en los lugares en donde ha sido introducida; sin embargo, también menciona que en la India, se han registrado enfermedades causantes de daños menores a los cultivos de esta especie, entre ellas: el pudrimiento de las raíces causada por *Diplodia* sp (Figura 37) y la putrefacción en la fruta, producida por *Cochliobolus hawaiiensis* (Ramachandran *et al.*, 1980). Por otra parte, Saint Sauveur y Broin (2010), señalan que existen algunas enfermedades que pueden llegar a ocasionar daños severos en el cultivo de *M. oleifera*, causados principalmente por los hongos *Cercospora spp*, *Septoria lycopersici* y *Alternaria solani*, los cuales, causan la aparición de manchas café en las hojas, que se van esparciendo hasta causar una defoliación severa (Figura 36).



Figura 36 Ataque de hongos en las hojas de *M. oleifera*.
Fuente: Saint Sauveur y Broin (2006).



Figura 37 Plantas de *M. oleifera* afectadas por *Diplodia sp.*
Fuente Pérez-Ángel (2010).

Para resolver la problemática de la presencia de enfermedades en los cultivos y sus consecuencias, se desarrolló el Manejo Integrado de Enfermedades (MIE). El manejo integrado de enfermedades consiste en una serie de estrategias y métodos de control con efectos complementarios, que en conjunto ayudan a reducir significativamente los daños provocados por las plagas y las enfermedades (Tamayo y Londoño, 2001); también, toma en consideración para la implementación de medidas de control, el monitoreo de factores ambientales, la predicción de enfermedades y el establecimiento de umbrales económicos (Maloy, 2005).

Monitoreo del cultivo

En cualquier plantación se aconseja realizar revisiones de los cultivos de manera periódica, con el objetivo de detectar de forma oportuna el tipo de enfermedad presente en los cultivos, el nivel de infección y si es ineludible una acción de control o no (Unidad Nacional de Cooperativas [UNICOOP], s.f).

Para medir la presencia de una enfermedad en los cultivos, lo ideal es utilizar métodos y herramientas directas que permitan apreciar la incidencia y severidad de las enfermedades. Se entiende por incidencia al porcentaje de plantas afectadas por las enfermedades (que presenten

síntomas visibles) con relación al número total de plantas estimadas (incluyendo sanas y enfermas); en cambio, la severidad se refiere al porcentaje de la planta que ha sido afectado por la enfermedad (Castaño-Zapata, 2002; UNICOOP, s.f) y se puede estimar mediante la comparación de las estructuras enfermas de las plantas observadas con diagramas o ilustraciones, en los cuales, se muestre los niveles de severidad de determinada enfermedad (Castaño-Zapata, 2002).

Un aspecto importante en el manejo integrado de plagas relacionado con los monitoreos, es el uso de bitácoras, dado que, permiten llevar un registro de las actividades de manejo, así como el desarrollo y control de las enfermedades (Lardizábal y Medlicott, 2013).

Métodos de control de enfermedades

En general, las estrategias utilizadas para el manejo de enfermedades están encaminadas en la prevención o disminución de la incidencia de enfermedades y en menor medida su control. Los métodos de control pueden clasificarse en 5 grupos principales: reglamentarios, culturales, biológicos, físicos y químicos (Achicanoy-López, 2001).

Métodos reglamentarios.

Son métodos relacionados con las disposiciones legales, las cuales son emitidas por las autoridades competentes. El objetivo de estos métodos es excluir los agentes patógenos en un lugar o área geográfica determinada, restringiendo las actividades agrícolas y el comercio, mediante el uso de leyes, decretos, cuarentenas, labores de inspección y certificaciones (Achicanoy-López, 2001).

Métodos culturales.

Incluye aquellos métodos relacionados con las labores agrícolas enfocadas en evitar que el patógeno se desarrolle en los cultivos o controlar su población, mediante medidas orientadas a erradicar o propiciar condiciones adversas para el desarrollo del patógeno (Achicanoy-López, 2001), entre estas medidas se encuentran: el saneamiento, podas, manejo de la época de siembra, rotación de cultivos, manejo del agua, manejo de arvenses, destrucción de residuos de cosecha, protección física de semilleros, protección física del cultivo, uso de cultivos de cobertura, uso de cultivos trampa, elección del sitio de siembra, uso de material de propagación sano o semilla certificada, (Morales *et al.*, 2006), preparación del terreno, siembra de variedades resistentes, distancia de siembra adecuadas, fertilización balanceada ,etc. (Tamayo y Londoño, 2001).

Métodos biológicos.

Estos métodos se caracterizan por utilizar medios biológicos para el control de patógenos y sus enfermedades, a grandes rasgos se pueden clasificar en dos grupos, los cuales son: organismos antagónicos y variedades resistentes. Los métodos de control mediante el uso de organismos antagónicos se caracteriza por el uso de organismos biocontroladores de los patógenos; en cambio, los métodos enfocados en el uso de variedades resistentes utilizan plantas (obtenidas por selección o hibridación) con altos grados de resistencia a las enfermedades y su entorno (Achicanoy-López, 2001).

Métodos físicos.

Métodos de control de patógenos y enfermedades mediante la alteración de algún factor físico, como lo son: el uso de radiaciones, alteración de temperatura, etc. Por mencionar algún ejemplo, se encuentra la solarización y el uso de calor para tratar el suelo. La mayoría de estos métodos son utilizados en áreas pequeñas (por ejemplo en invernaderos o semilleros) debido a lo costoso que pueden llegar a ser estos métodos (Achicanoy-López, 2001).

Métodos químicos

Son aquellos métodos que emplean sustancias químicas para controlar organismos vectores y enfermedades. Las sustancias químicas se pueden clasificar en: fungicidas, bactericidas, nematocidas, etc., dependiendo del tipo de fitófago afectado. Los métodos químicos se emplean principalmente para tratar las enfermedades de la parte aérea de la planta y para proteger las cosechas de enfermedades durante el transporte y almacenamiento (Achicanoy-López, 2001).

Cualesquiera que sean las practicas que se decidan utilizar para el manejo integrado de enfermedades, estas deben ser compatibles con las prácticas culturales de los cultivos y estar enfocadas en anticipar la incidencia de las enfermedades, además de atacar los puntos clave de las enfermedades durante su ciclo; razón por la cual, se requiere de un diagnostico correcto de la enfermedad y el patógeno que la produce (Maloy, 2005).

6.10 Control de las plagas y enfermedades del agroecosistema propuesto

Para el control de las posibles plagas y enfermedades del agroecosistema propuesto se aconseja seguir las recomendaciones mencionadas en este capítulo, como son: selección de

plantas resistentes y bien adaptadas, uso de la rotación y asociación de cultivos, aporques, raleos, escardas, manejo del agua, efectuar actividades de saneamiento, uso de barreras físicas, emplear un espaciamiento adecuado entre plantas, manejo de arvenses, ejecutar una fertilización balanceada, utilizar cultivos trampa, cultivos de cobertura, realizar revisiones periódicas de los cultivos y hacer uso de bitácoras; además de utilizar diversos preparados elaborados a partir de las plantas recomendadas

A continuación se presentan algunos biopreparados que pueden emplearse para el control de diversas plagas y enfermedades del agroecosistema; los cuales, se elaboran a partir de plantas de fácil obtención; es preciso señalar que se pueden desarrollar numerosos biopreparados con las plantas mencionadas y no necesariamente se tienen que utilizar los que se presentan a continuación.

6.10.1 Macerado de ajo

Preparado botánico con efecto insecticida y repelente, utilizado para el control de áfidos, pulgones, gusanos, escarabajos y la mosca blanca; también puede emplearse para controlar enfermedades causadas por hongos como: *Alternaria tenuis*, *Aspergillus niger*, *Diplodia maydis*, *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium sp*, *Tribolium castaneum*, *Mildeos* y royas en fríjol.

Ingredientes y materiales.

- 250 gr de ajos.
- 4 cucharadas de aceite de cocina.
- Colador o tela para filtrar.
- 20 gramos de jabón.
- 16 litros de agua.

Preparación

Moler bien los ajos y mezclarlos con el aceite, la mezcla se deja reposar por 24 horas, después se filtra para eliminar los residuos y por último se le añaden 20 gramos de jabón disuelto.

Aplicación

Este preparado se diluye en 16 litros de agua y se aplica sobre el follaje, por medio de algún aspersor o atomizador (Salazar-Villarreal, 2010).

6.10.2 Fermentado de Albahaca.

Biopreparado con efecto insecticida y repelente, se utiliza para el control de diversas plagas en general, tales como: ácaros, polillas, mariposas, escarabajos, áfidos, moscas y mosquitos

Ingrediente y materiales.

- 1 kg de hojas y flores de albahaca.
- 4 litros de agua.
- 1 recipiente de 4 litros.

Preparación

Se machan las hojas y flores de albahaca y se dejan macerando en 4 litros de agua por un periodo de 8 días. Para su aplicación, se debe diluir un litro del preparado en 20 litros de agua.

Aplicación

Se aconseja que la aplicación se realice sobre la parte foliar de la planta mediante algún aspersor cada 8 días, en horas frescas por la mañana (López, 1997; Salazar-Villarreal, 2010).

6.10.3 Infusión de flor de muerto.

Este preparado botánico tiene efecto fungicida, nematocida y repelente, además de ser utilizado para el control de pulgones y áfidos.

Ingredientes y materiales.

- ½ kilo de flores de muerto o cempasúchil.
- 3 litros de agua.
- 1 mortero o similar.
- 20 gramos de jabón diluido o derretido.
- 1 colador o algún material para filtrar.

Elaboración

Machacar las flores de cempasúchil y añadirlas a 3 litros de agua hirviendo, la mezcla se deja reposar hasta que se enfríe, por último, se filtra para remover residuos y facilitar su aplicación.

Aplicación

Un litro de preparado se diluye en 20 litros de agua y se aplica sobre las plantas o el suelo mediante un aspersor, preferentemente durante las horas más frescas del día (Gómez y Vásquez, 2011; Salazar-Villarreal, 2010).

6.10.4 Purín fermentado de cebolla.

Preparado botánico con efecto bactericida y fungicida, utilizado para el control de hongos como: *Alternaria tenuis*, *Aspergillus niger*, *Diplodia maydis*, *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium sp*, *Tribolium castaneum*, etc.

Ingredientes y materiales.

- Un kilo de cebollas.
- 10 litros de agua.
- 1 colador.

Preparación.

Se dejan macerar las cebollas en agua y se va moviendo la mezcla todos los días hasta que se note un cambio de color (aproximadamente entre 1 y 2 semanas, hasta que la mezcla saque espuma). El preparado se debe filtrar antes de utilizarse para eliminar residuos. Se aconseja diluir el preparado en una proporción de 1 litro del preparado por 10 litros de agua.

Aplicación

La infusión se puede aplicar directamente sobre las plantas mediante algún aspersor. El preparado se debe conservar dentro de un recipiente tapado lejos de la luz (Ruiz-Leíño, 2012).

6.10.5 Macerado acuoso de epazote.

Preparado botánico con efecto insecticida, nematocida y fungicida, eficaz para el control de conchuela del frijol, gusano cogollero, nematodos (*Helicotylenchus sp*, *Meloidogyne sp*, *Tylenchus sp* y *Tylenchorhynchus sp*), así como diversas enfermedades causadas por *Rhizoperta dominica*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* y el virus del mosaico del tabaco.

Ingredientes y materiales

- 2 kilos de epazote
- 1 litros de agua
- 50 gramos de jabón
- Colador o tela para filtrar

Preparación

Se dejan macerando 2 kilos de epazote en un litro de agua durante un periodo de 24 horas, después se adiciona 50 gramos de jabón a la mezcla, por último, la solución se filtra para eliminar residuos. Este preparado se debe diluir antes de utilizarse y la disolución dependerá del control que se quiera realizar, para control fitosanitario se recomienda diluir 1 litro del preparado en 9 litros de agua y se aplica directamente en el suelo; en cambio, para la aplicación foliar, se debe disolver 1 litro del preparado en 16 litros de agua.

Aplicación

La aplicación se puede realizar utilizando algún aspersor, es aconsejable realizar la aplicación del preparado en las horas frescas del día (Gómez-Tovar y Rodríguez-Hernández, 2013; Salazar-Villarreal, 2010).

6.10.6 Caldo Bordelés.

El caldo bordelés es uno de los preparados minerales más usados para el control de hongos y enfermedades causadas por estos; sin embargo, se debe tener cuidado con su uso, dado que, un uso excesivo de este preparado ocasiona contaminación del suelo. La cantidad máxima permitida es de 6 kilos de cobre por hectárea al año. Este Preparado mineral tiene efecto fungicida y bactericida.

Ingredientes y materiales.

- 100 gramos de sulfato de cobre.
- 100 gramos de cal viva o hidratada (no cal agrícola).
- 10 litros de agua.
- 2 recipientes de plástico.
- 1 machete o algún metal que se pueda oxidar.

- Gafas protectoras (por la reacción de la cal).

Procedimiento

Disolver 100 gramos de sulfato de cobre en un litro de agua caliente, mientras que en otro recipiente se disuelven los 100 gramos de cal en 9 litros de agua, luego a la mezcla de la cal con agua se le agrega el sulfato de cobre disuelto (el preparado azul sobre el blanco) y se revuelve; nunca al revés; debido a que, se podría generar una reacción que dañaría las hojas de los cultivos. Para comprobar si el preparado está listo y tiene la acidez adecuada, se debe introducir un machete o un objeto metálico en el preparado durante 10 segundos, si el objeto no se oxida el preparado está listo para usarse; de lo contrario, se debe agregar más cal a la mezcla para neutralizar su acidez.

Aplicación

El caldo se debe colar antes de aplicarse para eliminar residuos que dificulten su aplicación; la cual, se puede realizar mediante un aspersor o bomba. Es aconsejable realizar las aplicaciones de forma periódica cada 15 días. Para aplicaciones en plantas como repollo y frijol hay que disolver un litro del caldo en un litro de agua y se agrega agua hasta llenar la bomba; en cambio, para aplicaciones en plantas pequeñas como: el ajo, cebolla, betabel, etc. Se diluye un litro del caldo en tres litros de agua y se añade agua hasta llenar la bomba.

Precauciones

El preparado no debe guardarse mezclado, sino que, deben guardarse los componentes por separado en recipientes cerrados. El caldo no debe aplicarse en la época de floración, porque

puede provocar el aborto de las flores (Gómez-Tovar y Rodríguez-Hernández, 2013; Gómez y Vásquez, 2011).

6.10.7 Caldo sulfocálcico

Preparado mineral con efecto acaricida y fungicida, utilizado también para controlar enfermedades foliares como antracnosis y alternaría.

Ingredientes y materiales.

- 2 kilogramos de azufre.
- 1 kilogramo de cal viva o hidratada.
- 10 litros de agua.
- 1 recipiente de 20 litros.
- 1 colador o algún material que sirva de filtro.
- 1 embudo.
- Recipientes oscuros con tapa.

Preparación

Hervir los 10 litros de agua e ir añadiendo el azufre poco a poco, revolver constantemente la mezcla para que el azufre se diluya, una vez disuelto el azufre se le agrega la cal, la cual debe estar disuelta en agua tibia. La mezcla no se deja de remover hasta que cambia a un color rojo ladrillo o marrón (aproximadamente en 45 minutos), inmediatamente se baja del fuego y se deja enfriar. Una vez enfriada la mezcla, se filtra y ya está lista para utilizarse. Si el preparado no se utiliza al momento de su preparación, debe envasarse en recipientes oscuros con ayuda de un embudo, además se le adicionan 20 mililitros de aceite de cocina. El preparado se puede almacenar hasta por tres meses, siempre y cuando se guarde en un lugar en donde no le de la luz del sol.

Aplicaciones

El preparado se puede rociar sobre las plantas utilizando algún aspersor, se aconseja realizar las aplicaciones cada 15 días por la mañana o tarde, durante las horas frescas del día. La dosis del caldo sulfocálcico dependerá del estado fenológico de las plantas, para cultivos jóvenes diluir 500 mililitros del preparado en 18 litros de agua; en cambio, para los cultivos maduros o en producción se recomienda diluir 750 ml del preparado en 18 litros de agua.

Recomendaciones

El preparado no se debe aplicar en cucurbitáceas y se debe evitar su aplicación cuando las plantas estén en floración, debido a que, puede provocar se aborten las flores. Es de vital importancia usar equipo de protección durante la elaboración y aplicación del caldo sulfocálcico, en especial gafas, mascarilla, guantes y ropa gruesa (Gómez-Tovar y Rodríguez-Hernández, 2013; Gómez y Vásquez, 2011).

6.11 Productos alimenticios para consumo humano

En la actualidad se están elaborando diversos productos a partir de *M. oleifera*, entre los que se encuentran los productos alimenticios, tanto para consumo humano como para fines forrajeros. Existe una gran variedad de recetas y platillos que se pueden elaborar con *M. oleifera*, ya sea crudos, como condimento ó incluso como enriquecedor nutricional (Foidl *et al.*, 2001). Las siguientes recetas son ejemplos de algunos platillos que se pueden elaborar utilizando *M. oleifera* como ingrediente.

6.10.1 Tamal de Moringa

Ingredientes:

- ½ kilo de masa nixtamalizada de maíz
- 2 cucharadas de achiote
- 5 cucharadas de consomé de pollo
- ¼ kilo de manteca de cerdo
- Sal al gusto
- Agua
- 3 tazas de hojas de *M. oleifera* fresca, molida ó picada
- 1 kilo de pollo (o cualquier carne de su preferencia)
- 8 tomates medianos
- 1/2 cebolla mediana
- 2 dientes de ajo
- Hojas de plátano
- Chile al gusto

Elaboración.

- Limpiar y asolear las hojas de plátano antes de elaborar los tamales.
- Mezclar la harina de maíz con la *M. oleifera* picada o en polvo, luego agregar agua y mezclar hasta obtener una masa de consistencia semi-líquida.
- A la masa se le añaden el achiote, el consomé, la sal y la manteca, posteriormente se pone a cocer la mezcla y se va revolviendo de manera constante hasta que se vuelva semi-sólida.
- Cocinar el pollo y sazonarlo bien con sal y pimienta al gusto, posteriormente cortarlo en pedazos.
- Licuar bien los tomates, el ajo, la cebolla, el consomé y el chile, de inmediato se le agrega la salsa al pollo.

- Extender la hoja y colocar encima 2 cucharadas de masa, un trozo de pollo (o la carne de su preferencia) y dos cucharadas de salsa, inmediatamente se envuelve la masa con la hoja de plátano y se le da la forma al tamal.
- Colocar los tamales en una olla tamalera y cocinarlo por un tiempo aproximado de una hora (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2017).

6.10.2 Tortillas de Moringa

Ingredientes:

- 1 Taza harina de maíz nixtamalizada
- 3 Cucharadas de *M. oleifera* en polvo
- 2 Tazas de agua

Elaboración.

- Calentar el comal
- En un recipiente mezclar de forma uniforme la harina de maíz con la *M. oleifera* en polvo, luego agregar de poco en poco el agua hasta obtener una masa de consistencia semi-sólida
- Arrancar bolitas de masa y darles forma circular con las manos, después se van colocando en el comal para que se cocinen (Alfaro, 2008).

6.10.3 Empanadas de papa con Moringa (Receta para elaborar 8 empanadas).

Ingredientes:

- ½ kilo de masa de maíz nixtamalizado
- 1 cucharada de achiote
- ¼ kilo de manteca
- ½ kilo de papa
- ¼ kilo de cebolla

- ¼ kilo de chile (opcional)
- 1 cucharada de consomé (opcional)
- 1 taza de *M. oleifera* fresca y picada
- Sal al gusto
- 1/2 botella de aceite para freír

Elaboración

- Agregar la manteca, el achiote y la sal a la masa, mezclar bien los ingredientes hasta que se incorporen correctamente.
- Lavar las papas, luego con mucho cuidado pelarlas y cortarlas en pedazos medianos, esto ayudara al momento de cocinarlas.
- Hervir las papas y sazonarlas con sal y pimienta al gusto.
- Mientras las papas se terminan de cocinar, cortar en cuadritos pequeños la cebolla y el chile (opcional).
- Una vez cocidas las papas, se dejan enfriar por unos minutos e inmediatamente se machucan hasta que se obtengan una consistencia similar al del puré de papa.
- Al puré de papa se le añade la cebolla, el consomé, la sal y la *M. oleifera* picada, en seguida se revuelve bien hasta que la mezcla quede uniforme.
- Hacer una bola de masa del tamaño del que se harán las empanadas, luego aplastar la bola de masa para que tome forma de disco.
- Poner el relleno en el centro del disco de masa y doblar los bordes de la empanada para cerrarla, debe quedar con forma de semi-círculo.
- Calentar el aceite en una sartén e ir friendo las empanadas por ambos lados. Es importante no freír demasiadas empanadas de manera simultánea.
- Antes de servir, se deben colocar las empanadas sobre papel absorbente para eliminar el exceso de aceite (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2017).

6.12 Productos Alimenticios para Consumo Animal

El forraje obtenido a partir de *M. oleifera* es uno de los forrajes más balanceados y completos que existen, es rico en proteínas y diversos nutrientes, tales como: vitaminas, minerales, ácidos grasos, antioxidantes y aminoácidos (Foild *et al.*, 1999). *M. oleifera* tiene el potencial de ayudar a optimizar la producción, mejorando la ganancia de peso, la producción y calidad de la leche, etc. (Alvarado-Ramírez *et al.*, 2018). Otra característica importante del forraje de *M. oleifera* es su gran palatabilidad, razón por la cual, se le puede dar a una gran variedad de animales, entre los que se encuentran: ganado vacuno, porcino, ovino, caprino, avícola, etc. (Alfaro, 2008; Foild *et al.*, 1999; Reyes-Sánchez, 2004).

6.11.1 Concentrado de *M. oleifera* para forraje en aves.

Los concentrados de hojas de *M. oleifera* resultan muy útiles en la suplementación del ganado avícola (pollos, gallinas, pavos, etc.), ya que aportan gran parte de las proteínas necesarias de sus dietas, son de bajo costo y de gran aceptación por parte de estos animales.

Ingredientes y materiales.

- Hojas sanas de *M. oleifera*.
- Molino, trituradora, licuadora o cualquier dispositivo que permita moler finamente las hojas.
- Olla grande.
- Agua.

Elaboración

- Recolectar las hojas de *M. oleifera* y asegurarse de que no presenten una anomalía o síntomas de alguna enfermedad.

- Colocar las hojas dentro de la olla con agua y dejar remojando por un periodo de una hora.
- Moler las hojas con ayuda de un molino o cualquier dispositivo que permita moler finamente las hojas, se debe obtener una pasta.
- Hervir la pasta de *M. oleifera* a 70 °C por un periodo aproximado de 10 minutos.
- Eliminar el exceso de agua y conservar la capa de proteínas que se precipito en el fondo de la olla.
- De manera opcional, se puede liofilizar la mezcla para conservarla por más tiempo hasta que se vaya a utilizar.
- El concentrado húmedo o liofilizado se debe mezclar con otros alimentos y debe conformar el 50 % del consumo diario de proteínas ó un 12 % de la dieta total diaria de las aves (Montesinos, 2010).

6.11.2 Harina de *M. oleifera* para forraje.

La harina de *M. oleifera* es una buena alternativa para la alimentación de una gran variedad de animales, pero como todo alimento desarrollado de *M. oleifera*, no se recomienda usarse como único alimento en la dieta diaria; si no que, debe suministrarse como un complemento alimenticio y debe mezclarse con otros alimentos, esto se debe a los efectos negativos ocasionados por su alto contenido de proteínas (Foild *et al.*, 1999). Se recomienda suministrar la harina de *M. oleifera* en la alimentación de los conejos de 15 al 30 % de su dieta diaria, en las gallinas hasta un 10 % (Valdivié *et al.*, 2016), para los cerdos entre el 15 al 30 % (Ly *et al.*, 2016) y en los ovinos un 20 % (Quintanilla-Medina *et al.*, 2018) y para la tilapia hasta un 20 % de su dieta (Rivas-Vega *et al.*, 2012).

Ingredientes y materiales:

- Hojas y brotes tiernos de *M. oleífera*.
- Molino de martillo, licuadora ó algún dispositivo para moler finamente las hojas.
- Colador o tamiz fino.
- Rastrillo.
- Sacos de yute.

Elaboración

- Recolectar las hojas y ramas tiernas de *M. oleífera* de preferencia de árboles jóvenes y sanos.
- Esparcir las hojas y ramas de *M. oleífera* sobre el suelo hasta una altura de 30 cm.
- Dejar secando las hojas y ramas de *M. oleífera* bajo sombra por un periodo de 5 días.
- Voltear el material tres veces por día con ayuda de un rastrillo, esto facilitara un secado uniforme.
- Moler las hojas y ramas tiernas de moringa con un molino de martillo o algún dispositivo que permita moler finamente las hojas
- Filtrar la harina de *M. oleífera* con ayuda de un tamiz o un colador, para eliminar las partículas grandes e innecesarias.
- Guardar la harina en los sacos de yute en un lugar fresco bajo sombra (Caro *et al.*, 2018).

6.11.3 Ensilado de *M. oleífera*.

El ensilaje es una técnica de conservación del forraje verde, que mediante la fermentación anaerobia, permite inhibir el desarrollo de organismos que inducen a la putrefacción, además, de ayudar a mantener los nutrientes del forraje en buen estado por más tiempo. Esta técnica no requiere de gran infraestructura y su elaboración es fácil de realizar (Reyes *et al.*, 2008).

El ensilaje de *M. oleifera* es una alternativa de bajo costo para complementar la dieta de los animales y permite aprovechar recursos disponibles dentro del mismo agroecosistema. *M. oleifera* es una especie idónea para el ensilaje debido a sus características, ya sea ensilada sola o acompañada de otros forrajes, como en el ejemplo siguiente (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2012). La cantidad de material vegetal de *M. oleifera* para elaborar el ensilaje dependerá de cuanto ensilaje queramos preparar, pero siempre debe mantener la siguiente proporción: 30% de *M. oleifera* y 70% de cualquier otro forraje, para este ejemplo, se recomienda 35 % de pasto Taiwán y 35 % de caña de azúcar.

Ingredientes y materiales

- Hojas y ramas jóvenes de *M. oleifera*.
- Melaza o piloncillo disuelto en agua.
- Cualquier forraje verde (que cubra las necesidades de fibra y energía).
- Un recipiente grande.
- Bolsas plásticas grandes.

Elaboración

- Recolectar el material vegetal que se utilizara para el ensilaje, no debe presentar síntomas de alguna enfermedad
- Picar el forraje en trozos de aproximadamente 2 a 3 cm e introducirlos dentro del recipiente, procurando formar una capa de material vegetal de aproximadamente 20 a 30 cm de alto.
- Compactar el material vegetal dentro del recipiente, se debe compactar lo más posible para evitar que se almacene aire.
- Adicionar melaza o piloncillo disuelto en agua sobre la capa de forraje y compactar nuevamente

- Añadir otra capa de forraje, inmediatamente compactarlo, agregar el piloncillo sobre la capa de forraje y volver a compactar, este paso se debe repetir hasta llenar el recipiente.
- Cubrir el recipiente con las bolsas, no deben haber agujeros o espacios que permitan la entrada de aire dentro del recipiente.
- Dejar fermentando por un periodo aproximado de 2 meses (Reyes *et al.*, 2008).

6.13 Fomentar su Uso y Consumo a Nivel Local

El primer paso para introducir *M. oleífera* al mercado sería por medio de una encuesta a la población, la cual nos ayudara a conocer la opinión sobre nuestro producto que en este caso es la *M. oleífera*. Al realizar la encuesta daremos pequeñas muestras de productos elaborados y observaremos si es del agrado ya que es un producto nuevo y hay mucha desinformación y mitos sobre esta planta.

Una de las opciones más favorables de dar a conocer a *M. oleífera* es por medio de redes sociales, se crearía una cuenta en la cual, se publicaría los beneficios del consumo de *M. oleífera* así como los mitos que sean generados sobre esta planta.

En la página de facebook o twiter se darían a conocer una serie de recetas, infografías, así como diversos artículos de publicación científica para informar los beneficios y posibles contraindicaciones que este producto natural puede tener.

Para la gente que no haga uso de redes sociales se realizaría trípticos con información sobre la misma y se harían muestras gastronómicas de los alimentos elaborados a partir de *M. oleífera*, esto con el fin de anexar la *M. oleífera* a la dieta de los mexicanos y promover la iniciativa de implementar el cultivo de esta especie, además de generar empleos en el campo.

CONCLUSIONES

El cultivo de *M. oleífera* tiene mucho potencial en Quintana Roo, debido a la gran capacidad de esta especie para adaptarse a las condiciones agroecológicas del Estado, a la compatibilidad con los sistemas agrícolas locales y a la gran cantidad de usos que se le puede dar.

En el estado de Quintana Roo hay 1543.26 km² con el potencial para el desarrollo de *M. oleífera* en condiciones subóptimas y 626.63 km² con las condiciones adecuadas para su cultivo.

Los municipios con mayor superficie potencial para el desarrollo de plantaciones de *M. oleífera* son: Othón P. Blanco, con 130.80 km² para su cultivo en condiciones adecuadas y 615.07 km² para su cultivo en condiciones subóptimas; luego le sigue el municipio de Felipe Carrillo Puerto, con 146.62 km² para su cultivo en condiciones adecuadas y 570.20 km² para su cultivo en condiciones subóptimas y por último, el municipio de Bacalar con 11.41 km² para su cultivo en condiciones adecuadas y 127.13 km² para su cultivo en condiciones subóptimas.

La delimitación e identificación de los sitios idóneos y los poco favorables para el desarrollo de plantaciones de *M. oleífera*, les permite a las autoridades encargadas de la planeación, desarrollar proyectos de aprovechamiento de esta especie en los lugares más adecuados y evitar aquellos sitios donde los cultivos de esta especie no son adecuados.

M. oleífera es una buena alternativa de producción para las zonas rurales en el estado de Quintana Roo, se puede utilizar para ayudar a impulsar el desarrollo, mediante la creación de programas que alienten a los pobladores locales a cultivar esta especie, de la cual se puede obtener una gran variedad de productos, tales como: suplementos alimenticios, alimentos para consumo animal, aceite, entre otros; por otro lado, también se pueden desarrollar en el Estado plantaciones con otros fines, por ejemplo: para combatir la desnutrición o disminuir las

consecuencias de diversos problemas ambientales, como la contaminación de cuerpos de agua, recuperar suelos erosionados mediante la reforestación, etc.

A pesar del creciente interés en los últimos años por cultivar esta especie en el estado de Quintana Roo, existe muy poca información respecto al comportamiento de esta especie, es necesario realizar diversas investigaciones que permitan conocer el rendimiento de biomasa y los marcos de plantación en condiciones locales.

REFERENCIAS

- Achicanoy-López, H. (2001). Estrategias Integradas Para el Control de Enfermedades de las Plantas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 54 (1), 1251-1273. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/26716/1/24365-85337-1-PB.pdf>.
- Aguilar-Murillo, X., Valle-Meza, G., González-Rosas, G. y Murillo-Amador, B. (2013). *Guía de Cultivo de Orégano*. Recuperado de <https://docplayer.es/3436804-Guia-de-cultivo-de-oregano.html>
- Alfaro, N. C. (2008). *Rendimiento y Uso Potencial de Paraíso Blanco, Moringa oleifera Lam., en la Producción de Alimentos de Alto Valor Nutritivo para su Utilización en Comunidades de Alta Vulnerabilidad Alimentario-nutricional de Guatemala* . Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.26.pdf>
- Alfaro-Villatoro, N.C. y Martínez, W.W. (2008). *Uso Potencial de la Moringa (Moringa oleifera Lam) para la Producción de Alimentos Nutricionalmente Mejorados*. Recuperado de <http://tagaragunche.com/ficheros/129.pdf>
- Aljaro, A., Monardes ,H., Urbina ., C., Martin , A. y Muñoz , E. (2009). *Manual Cultivo del Ajo (Allium sativum L.) Y Cebolla (Allium cepa L.)*. Recuperado de <https://docplayer.es/7541757-Manual-de-cultivo-del-ajo-allium-sativum-l-y-cebolla-allium-cepa-l.html>
- Ali, E.N. y Jamaludin, M.Z. (2015). Possibility of Producing Ethanol from *Moringa oleifera* Pod Husk. *Journal of Advanced Research Design*, 5(1), 1-9. Recuperado de <http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/6177/1/Possibility%20of%20Producing%20Ethanol%20from%20Moringa%20Oleifera%20Pod%20Husk.pdf>

- Ali, E.N. y Kemat, S.Z. Bioethanol produced from *Moringa oleifera* seeds husk. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2017; 206 (1): 012-019. doi:10.1088/1757-899X/206/1/012019
- Alvarado-Ramírez, E.R., Joaquín-Cancinos, S., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J.C. y Hernández-Meléndez, J. (2018). *Moringa oleifera* Lam.: Una Alternativa Forrajera en la Producción Pecuaria en México. *Revista Agroproductividad*, 11(2), 106-110. Recuperado de <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/134/112>
- Anhwange, B.A., Ajibola, V.O. y Oniye, S. J. (2004). Chemical Studies of the Seeds of *Moringa oleifera*(Lam) and *Detarium microcarpum* (Guill and Sperr). *Journal of Biological Sciences*. 4(6), 711-715. Recuperado de docsdrive.com/pdfs/ansinet/jbs/2004/711-715.pdf
- Anjarwalla, P., Ofori, D. A., Jamnadass, R., Stevenson, P. C. y Smith, P. (s.f). *Pesticidal Plant Leaflet Dysphania ambrosioides L.* Recuperado de http://projects.nri.org/adappt/docs/Dysphania_factsheet.pdf
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. y Gilani, A.H. (2007). *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. *Phytotherapy Reserch*, 21(2007), 17–25. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ptr.2023>
- Arcila-Lozano, C, C., Loarca-Piña, G., Lecona-Uribe, S. y González-de Mejía, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 100-111. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015

- Arellano-Rodríguez. (2003). Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=UWS8YdWWvKYC&pg=PA441&lpg=PA441&dq=moringa+quintana+roo&source=bl&ots=-OTM6WttaP&sig=N5jnTCBWZMXiNiIZ-wRSt3VkdA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjO14XWpYPdAhUQ3YMKHUvqDnQ4HhDoATAHegQIAxAB#v=onepage&q=moringa&f=false>
- Arora, D.S., Harpreet, K. y Onsare, J.G. (2013). Bioprospecting of Moringa (Moringaceae): Microbiological Perspective. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1 (8192), pp. 1-23. Recuperado de <http://www.phytojournal.com/archives/2013/vol1issue6/PartA/15.pdf>
- Ashfaq , M., Basra, S. M.A. y Ashfaq, U. (2012). Moringa: A Miracle Plant for Agro-forestry. *Journal of Agriculture y Social Sciences*, 8(3), 115–122. Recuperado de http://www.fspublishers.org/published_papers/72236_.pdf
- Aslam, M., Anwar, F., Nadeem, R., Rashid, U., Kasiand, T.G. y Nadeem, M. (2005). Mineral Composition of *Moringa oleifera* Leaves and Pods from Different Regions of Punjab, Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(4), 417-421. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/26564117_Mineral_Composition_of_Moringa_oleifera_Leaves_and_Pods_from_Different_Regions_of_Punjab_Pakistan
- Azad, A. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Subhash, C. e Islam, R. (2015). Prospect of Moringa seed oil as a sustainable biodiesel fuel in Australia: A review. *105* (2015), 601 – 606. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/82257034.pdf>

Baki, A.S. y Bello, A. (2009) .Bioethanol Production from Seeds and Leaves of Drumstick Tree (Moringa Oleifera). *Clinical Biotechnology and Microbiology*, 1(6), 235-241.

Recuperado de <https://scientiaricerca.com/srcbmi/SRCBMI-01-00037.php>

Baroni-Luengo, A. (2013). *Moringa, el árbol comestible, mejore su salud y calidad de vida*.

Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/272021758_Moringa_el_arbol_comestible_mejore_su_salud_y_calidad_de_vida

Barrios-Díaz, B., Alatorre-Rosas, R., Calyecac-Cortero, H.G. y Bautista-Martínez, N. (2004).

Identificación y Fluctuación Poblacional de Plagas de Col (*Brassica oleracea var. capitata*) y sus Enemigos Naturales en Acatzingo, Puebla. *Revista Agrociencia*, 38 (2),

239-248. Recuperado de [https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/mar-abr/art-](https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/mar-abr/art-11.pdf)

[11.pdf](https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/mar-abr/art-11.pdf)

Bengochea-Budia, P., Garzón-Hidalgo, A. y Hiernaux –Candelas. (2014). *Prevención del Estado*

Sanitario de Cultivos Ecológicos y Aplicación de Productos. Recuperado de

[https://books.google.com.mx/books?id=nKIXBQAAQBAJ&pg=PA101&lpg=PA101&dq=](https://books.google.com.mx/books?id=nKIXBQAAQBAJ&pg=PA101&lpg=PA101&dq=%22albahaca%22+repelente+tomate&source=bl&ots=VptLDjb-bR&sig=M-)

[pSwRdVuD6CcZnRyrXpwm1fDh8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiBn4rluI7WAhUoP5](https://books.google.com.mx/books?id=nKIXBQAAQBAJ&pg=PA101&lpg=PA101&dq=%22albahaca%22+repelente+tomate&source=bl&ots=VptLDjb-bR&sig=M-)

[oKHaAVAQ44FBD0AQglMAA#v=onepage&q=%22albahaca%22%20repelente%20to](https://books.google.com.mx/books?id=nKIXBQAAQBAJ&pg=PA101&lpg=PA101&dq=%22albahaca%22+repelente+tomate&source=bl&ots=VptLDjb-bR&sig=M-)

[mate&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=nKIXBQAAQBAJ&pg=PA101&lpg=PA101&dq=%22albahaca%22+repelente+tomate&source=bl&ots=VptLDjb-bR&sig=M-)

Benítez-de Rojas, C., Alfonso-Cardozo, L. Hernández, L., Lapp, M., Rodríguez, H., Ruiz, T. y

Torrecilla, P. (2006). *Botánica Sistemática Fundamentos Para Su Estudio*. Recuperado de

https://www.academia.edu/28809068/BOT%C3%81NICA_SISTEM%C3%81TICA_FU

[NDAMENTOS PARA SU ESTUDIO](https://www.academia.edu/28809068/BOT%C3%81NICA_SISTEM%C3%81TICA_FUNDAMENTOS_PARA_SU_ESTUDIO)

Bhumika, P. (s.f). *Marigold: Varieties, Soil and Climate- Horticulture. Biology Discussion.*

<http://www.biologydiscussion.com/floriculture/marigold-varieties-soil-and-climate-horticulture/61527>

Blackmore, S., y Watson, M.F., (2012). *Moringaceae.* Recuperado de

<http://data.rbge.org.uk/publications/FloraofNepal/library/Moringaceae/1>

Bonilla-Correa, C.R. y Pérez Gil, Y.M. (2010). *Cebollín (Allium schoenoprasum L.), Producción y Manejo Poscosecha.* Recuperado de

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/32808>

Bonilla-Morales, N. (2009). Manual de Recomendaciones Técnicas Cultivo de Maíz.

Recuperado de <https://studylib.es/doc/5012388/manual-de-recomendaciones-t%C3%A9cnicas-cultivo-de-ma%C3%ADz>

Briseño-Ruiz, S.E., Aguilar-García, M. y Villegas-Espinoza, J.A. (2013). *El cultivo de la albahaca.* Recuperado de <https://docplayer.es/4150723-El-cultivo-de-la-albahaca.html>

Brockman, H. (2009). *Production of biodiesel from perennials.* Recuperado de

<https://researchlibrary.agric.wa.gov.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=reports>

Byerly-Murphy, K.F., Martínez-Carrillo, J.L. y Nava-Camberos, U. (1998). Manejo Integrado de

Plagas. En J.J. Pacheco y M.F. Pacheco (Comp.), *Temas Selectos Para el Manejo Integrado de la Mosquita Blanca. Memoria Científica. No. 6* (pp. 01-13). Obregón,

México: INIFAP-CIRNO. Recuperado de

<http://www.profyh.com/assets/uploads/0e3355c265777d5f542b62283b7c5c52.pdf>

Cabrera-García, M.A. y Contreras-García, N. (2005). *Manual de Agricultura Orgánica Sustentable*. Recuperado de

<http://scv.sagarpa.gob.mx/SCV/nModulos/Sus/Material/agriculturaorganica.pdf>

Calvo-Bruzos, S.C. y Cascales-Angosto, M. (2014). Tema 6 Nutrición y metabolismo de las vitaminas y minerales. En P.J. Benito-Peinado(ed), *Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte*. Madrid, España: Editorial UNED. Recuperado de

<https://books.google.com.mx/books?id=MiiEAwAAQBAJ&pg=PA191&dq=las+vitaminas+son+compuestos+organicos+esenciales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiW4NSBk77JAhVBgXIKHTUYAS4Q6AEIKDAC#v=onepage&q=las%20vitaminas%20son%20compuestos%20organicos%20esenciales&f=false>

Canett-Romero, R., Arvayo-Mata, K.L. y Ruvalcaba-Garfias, N.V. (2014). Aspectos toxicos mas relevantes de Moringa oleiferay sus posibles daños. *Biotecnia*, 16(2), 36-46. Recuperado de <http://132.248.9.34/hevila/Biotecnia/2014/vol16/no2/7.pdf>

Cánovas-Fernández, A.F., Hilgers, M., Jiménez-Mejías, R., Mendizábal-Villalba, M. y Sánchez-Gutiérrez, F. (1993). *Tratado de Agricultura Ecológica*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/37883614/1-Tratado-de-Agricultura-Ecologica>

Cañedo, V., Alfaro, A. y Kroschel, J. (2011). *Manejo Integrado de Plagas de Insectos en Hortalizas Principios y Referencias Técnicas Para la Sierra Central de Perú*. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/262262604_Manejo_Integrado_de_plagas_de_insectos_en_hortalizas_Principios_y_referencias_tecnicas_para_la_Sierra_Central_de_Peru

- Caro, Y., Bustamante, D., Dihigo, L. E. y Ly, J. (2018). Digestibilidad aparente de nutrientes en dietas de forraje de *Moringa oleifera* para conejos en crecimiento. *Livestock Research for Rural Development*, 30(1), Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd30/1/ycar30001.html>
- Casaca, A.D., (2005). *El Cultivo de la Calabacita, Guías Técnicas de Frutas y Vegetales*. Recuperado de <https://gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/hortalizas/calabacita.pdf>
- Casanova-Lugo, F., Cetzal-Ix, W., Díaz-Echeverría, V.F., Chay-Canul, A.J., Oros-Ortega, I., Piñeiro-Vázquez, A.T. y González-Valdivia, N.A. (2018, febrero). *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae): Árbol exótico con gran potencial para la ganadería ecológica en el trópico. *Agroproductividad*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/323738344_Moringa_oleifera_Lam_Moringaceae_arbol_exotico_con_gran_potencial_para_la_ganaderia_ecologica_en_el_tropico
- Casseres, E., (1980). *Producción de Hortalizas*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=thsPAQAAlAAJ&pg=PA384&lpg=PA384&dq=Lycopersicon+esculentum+%22cosecha%22&source=bl&ots=JTEHPvzooF&sig=nawek8WZBWstpOPmyGMEG-nWPLs&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiyi4Sr_7UAhXmJcAKHco0CEc4FBDoAQgoMAE#v=onepage&q&f=false
- Castro-Márquez, A.M. (2013). *El árbol moringa (Moringa oleifera Lam.): Una alternativa renovable para el desarrollo de Los sectores económicos y ambientales de Colombia*. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10956/Plantaciones%20de%20moringa%20en%20Colombia.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Castro-Restrepo, D., Díaz-García, J.J., Serna-Betancur, R., Martínez-Tobón, M.D., Urrea, P.A., Muñoz-Durango, K. y Osorio-Durango, E.J. (2013). *Cultivo y Producción de Plantas Aromáticas y Medicinales*. Recuperado de <https://docplayer.es/8404402-Cultivo-y-produccion-de-plantas-aromaticas-y-medicinales.html>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2000). *Manejo de semillas de 100 especies de América latina, Volumen 1*. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjJ_dGps_LeAhVHyhoKHY0KDw0QFjAFegQICRAC&url=http%3A%2F%2Frepositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr%2Fbitstream%2F11554%2F2959%2F1%2FManejo_de_semillas_de_100_especies.pdf&usg=AOvVaw1F-cfOn4_aXoOyKfcapAAg
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (1991). *Plagas y enfermedades forestales de América central: guía de campo*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=9W9XEGZDK6QC&pg=PR15&lpg=PR15&dq=guazuma+plagas+y+enfermedades&source=bl&ots=TFiBfae3IU&sig=gNvXNVts_JXvbB4RWBMK82WJTn8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjKwaiE2anbAhUKK8AKHdXYDV4Q6AEImQEwDQ#v=onepage&q&f=false
- Cisneros, F. (2010). Control de Plagas Agrícolas, Fascículo 13 el Manejo Integrado de Plagas. En F. Cisneros (Ed.), *Control de Plagas M I P* (pp. 01-35). Lima, Perú: Centro Internacional de la papa. Recuperado de https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Control_de_Plagas_Agricolas_MI_P_Ene_2010.pdf

Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (CINZ). (2009). *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*. Recuperado de <http://www.sam.mncn.csic.es/codigo.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.). *Portal de Geoinformación*. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Centro de Investigación para los Recursos Naturales (CIRENA). (1999). *El Orégano Como una Alternativa de Producción Agrícola Sustentable para las zonas áridas y Semiáridas*. Recuperado de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/publicaciones.php?publicaciones=927>

Cerrudo, D., Maggiora, A. D., Echarte, L., González, H. y Irigoyen, A. (2017). *Patrón de Variación de Almacenaje de Agua del Suelo en Girasol, Soja e Intersiembr a Girasol-Soja*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/313840301_Patron_de_variacion_de_almacenaje_de_agua_del_suelo_en_girasol_soja_e_intersiembr_a_girasol-soja

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). *Sistemas Agroforestales Maderables en México*. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/8/5572SISTEMAS%20AGROFORESTALES%20MADERABLES%20EN%20MEXICO%20AVM.pdf>

Contreras-Araus, P., Donoso-Castro, C., Venegas-Peña, N. y Loguercio, S.M. (2015). *Guía Práctica Campesina: Recetas Caseras de Abonos Orgánicos y Biopesticidas*. Recuperado de https://ppduruguay.undp.org.uy/images/PublicacionesPPD/ProyectoDesertChile/undp_cl_medioambiente_Recetas-abonos-biopesticidas.pdf

Cordero, J., y Bosher, D.H. (ed) (2003). Árboles de Centro América, un Manual para Extensionistas. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/a11445e/a11445e.pdf>

Damari, P.J. y Gnanavel, G. (2018). Waste Dried Leaves (Neem and Moringa) in the Production of Bioethanol using *Saccharomyces Cerevisiae*. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3(4), 566- 568. Recuperado de <https://ijisrt.com/wp-content/uploads/2018/05/Waste-Dried-Leaves-Neem-and-Moringa-in-the-Production-of-Bioethanol-using-Saccharomyces-Cerevisiae..pdf>

De la Cruz-García, R. (2015). *Jardinería Ornamental y Hortícola*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=eU7kBgAAQBAJ&pg=PP71&lpg=PP71&dq=linalol,+estregol,+lencol+albahaca&source=bl&ots=t_ngooZfu-&sig=em4SxC3_XC31N5NZvgyKok_U4Dw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewiL5orlk5nfAhWGxYUKHYmkB7wQ6AEwCHoECAgQAQ#v=onepage&q=linalol%2C%20estregol%2C%20lencol%20albahaca&f=false

Délano, I.G., Zamorano, S.M.E, Ormeño, N.J., Sepulveda, R.P, Reckman, A.O., Hewstone, O.N.,...Silva, R.L. (2000). *Cultivo de Plantas Medicinales Como Alternativa Para el Secano de la Sexta Región*, Boletín INIA N° 31. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR26240.pdf><http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR26240.pdf>

Delcafetal. (s.f.). Del Cafetal. Obtenido de <http://moringadelcafetal.com/New/index.php>

Delegación SAGARPA Campeche. (10 de Septiembre de 2013). Gob.mx. Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa/campeche/articulos/campeche-con-potencial-para-el-cultivo-de-la-moringa?idiom=es>

Delegación SAGARPA Nuevo León. (22 de Mayo de 2015). Gob.mx. Obtenido de

<https://www.gob.mx/sagarpa%7Cnuevoleon/articulos/impulsa-sagarpa-evaluacion-de-propiedades-de-la-moringa>

Delpiano, P. (2005). Orégano y Romero Cultivo, Calidad, Tecnología y Mejoramiento.

Recuperado de

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwqi7eWolffAhWDTn0KHYYAiAxMQFjAJegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fdocplayer.es%2F70052810-Proyecto-fdi-at-11-oregano-y-romero.html&usg=AOvVaw1L1nzNHJsaB7-8wzn6-y5o>

Department of Agriculture , Forestry and Fisheries (DAFF). (2012) *Essential oil Crops*

Peppermint Production , Production guidelines for peppermint. Recuperado de

<https://www.daff.gov.za/Daffweb3/Portals/0/Brochures%20and%20Production%20guidelines/Production%20Guidelines%20Peppermint.pdf>

Deras-Flores, H. (2012). *Guía técnica el cultivo de maíz.* Recuperado de

<http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

Díaz-Blandón, J., Guharay, F., Miranda-Ortiz., Molina-Arróliga, J., Zamora-Solórzano, M. y

Zeledón-Zeledón, R. (1999). Manejo Integrado de Plagas en El Cultivo de Repollo, Manual

Tecnológico N° 38. Recuperado de

https://books.google.com.mx/books?id=PdUOAQAIAAJ&pg=PT35&lpg=PT35&dq=sembrar+cebolla+repollo&source=bl&ots=1ZT5aPUfiL&sig=xJFBu117qklJiKUIAotUa12gwkw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJtq2Ggq_WAhWkCcAKHTC7A384ChDoAQgyMAI#v=onepage&q&f=false

- Díaz-Blandón, J., Guharay, F., Miranda-Ortiz., Molina-Arróliga, J., Zamora-Solórzano, M. y Zeledón-Zeledón, R. (1999). *Manejo Integrado de Plagas en El Cultivo de Repollo, Manual Tecnológico N° 38*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=PdUOAQAAIAAJ&pg=PT35&lpg=PT35&dq=sembrar+cebolla+repollo&source=bl&ots=1ZT5aPUfiL&sig=xJFBu117qkJiKUIAotUa12gwkw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJtq2Ggq_WAhWkCcAKHTC7A384ChDoAQgyMAI#v=onepage&q&f=false
- Doerr, B., y Cameron, L. (2005). *Moringa Leaf Powder. Echo Technical Note*. Recuperado de www.echonet.org
- Drost, D. (2010). *Chives in the Garden*. Recuperado de <https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Chives%20in%20the%20Garden.pdf>
- Duke, A.J. y du Cellier, J.L. (1993). *CRC Handbook of Alternative Cash Crops*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=-tg7R4hU8hkC&pg=PA323&lpg=PA323&dq=menta+piperita+Sphaceloma+menthae&source=bl&ots=3aKTMKTUOB&sig=_CTJmWcpDIWIhyVNtyRwMWWa01k&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiv-e2r66jRAhVQziYKHxbIA8wQ6AEIUjAI#v=onepage&q=menta%20piperita%20Sphaceloma%20menthae&f=false
- Eman, N.A., y Umarul, I.A. (2005). Possibility of producing bioethanol from Moringa oleifera press cake . En A. Mendez-Vilas. (ed), *Materials and Technologies for Energy Efficiency* (pp. 22-25). Boca Raton , USA: BrownWalker Press. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=2ye1DAAAQBAJ&pg=PA22&lpg=PA22&dq=moringa+bioethanol&source=bl&ots=znzN9o69F_&sig=Blh1bm31xccJHAXs76TS6hvd

[xQ0&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjUycv8yM7cAhXQa8AKHQFqCM04ChDoATACegQICRAB#v=onepage&q&f=false](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUycv8yM7cAhXQa8AKHQFqCM04ChDoATACegQICRAB#v=onepage&q&f=false)

Enkerlin-Hoeflich, E.C., del Amo-Rodríguez, S. y Cano-Cano, J. (1997). Desarrollo Sostenible.

En Enkerlin-Hoeflich, E.C., Cano-Cano, J., Garza-Cuevas, R.A., y Vogel-Martínez, E. (Eds.), *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible* (pp.497-520). Ciudad, México:

international Thompson Editores. Recuperado de

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjS4rThobndAhWKFywKHQPDCSkQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.geo.mtu.edu%2F~asmayer%2Ffrural_sustain%2Faguascalientes%2Fextr_a%2Fbarajas_etal.docx&usg=AOvVaw1w9Q73fYasM9NBmWlCE_zp

Escobar, H. (2003). *Análisis de Costos Para Hortalizas Ecológicas*. Recuperado de

<https://books.google.com.mx/books?id=qhdUHBkg15AC&pg=PA27&dq=Lycopersicon+esculentum+cosecha&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimuM-7nPXUAhUMIcAKHcnADLUQ6AEIjAA#v=onepage&q&f=true>

Espinosa-Paz, N., López-luna, A. y Martínez-Sánchez, J. (junio de 2014). Áreas con Alto

Potencial Agroecológico Para el Cultivo de Moringa (*Moringa oleifera* L.) Para la Producción de Biocombustibles en el Estado de Chiapas, México. En IV Congreso en

Línea – Agronomía, Convibra Agronomy. Recuperado de

http://www.convibra.org/upload/paper/2014/83/2014_83_8841.pdf

Fahey, J.W. (2005, Diciembre). *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its

Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Parte 1. *Trees for Life Journal*.

Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/228346351_Moringa_oleifera_A_Review_of_t

[he_Medical_Evidence_for_Its_Nutritional_Therapeutic_and_Prophylactic_Properties_Part_1](#)

- Falasca, S.L. y Bernabé, M.A. (2009). Zonificación Agroclimática De La Moringa (Moringa oleifera) En Argentina Para Producir Biodiesel y Bietanol. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 13, 1165-1170. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2009/2009-t011-a010.pdf>
- Finch, K. (2011). *BugGuide*. Obtenido de <https://bugguide.net/node/view/598557>
- Flórez-Serrano, J. (2003). Agricultura Ecológica, Manual y Guía Didáctica. Recuperado de <https://docplayer.es/61995269-Agricultura-ecologica-manual-y-guia-didactica.html>
- Foidl, N., Makkar, H. P. S. y Becker, K., (2001). *The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses*. Recuperado de https://miracletrees.org/moringa-doc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf
- Foidl, N., Mayorga, L. y Vásquez, W. (1999). *Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado*. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Foidl16.htm>
- Fondo para la Protección del Agua (FONAG). (2010). *Abonos Orgánicos Protegen el Suelo y Garantizan Alimentación Sana: Manual Para Elaborar y Aplicar Abonos y Plaguicidas Orgánicos*. Recuperado de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Fuentes-Fiallo, V.R., Lemes-Hernandez ,C.M., Rodriguez-Ferrada, C.A. y Germosén-Robinean, L. (2000). *Manual de Cultivo y Conservación de Plantas Medicinales, Tomo II: Cuba*. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiRtI70yITfAhVRL6wKHS->

[vAsoQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.manioc.org%2Fgsdl%2Fcollect%2Ffrecherch%2Fimport%2Ftramil%2Fmanualdecu_2.pdf&usg=AOvVaw2J_u-AHUv3N7Oj2asa8xAT](http://www.manioc.org%2Fgsdl%2Fcollect%2Ffrecherch%2Fimport%2Ftramil%2Fmanualdecu_2.pdf&usg=AOvVaw2J_u-AHUv3N7Oj2asa8xAT)

Fuglie, L.J. (2000). *New Uses of Moringa Studied in Nicaragua*. Recuperado de <https://www.echocommunity.org/resources/15db05d7-4693-425b-9d86-468143bd0ec9>

Fuglie, L.J., (2001). Combating Malnutrition with Moringa. En L.J. Fuglie (ed.), *The Miracle Tree: The multiple attributes of Moringa* (117-136). Recuperado de <http://npvital.com/npvital/artikel/moriveda/studien/bekaempfung%20mangelernaehrung.pdf>

Fuglie, L.J. (2005). *The Moringa Tree: A Local Solution to Malnutrition*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/en/document/view/20078058/the-moringa-tree-a-local-solution-to-malnutrition-moringanews>

Fundación Hogares Juveniles Campesinos. (2004). *Manual agricultura alternativa: principios*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=BoSUZ6-ieVoC&pg=PA4&lpg=PA4&dq=ajo+repelente+rabano&source=bl&ots=0_c6uJzX5r&sig=B4VkuWLM-78o-lR40EfRB3Kqb9k&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiZzLDH-aTWAhXMJMAKHWPSTs4FBD0AQg_MAQ#v=onepage&q=ajo%20repelente%20rabano&f=false

García-Arboleda, M. (2004). *Guía Para el Manejo de Tecnologías de Producción Limpia*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=6OBuFSOL7x0C&pg=PA31&lpg=PA31&dq=Cenopodium+ambrosioides+L+nematisida&source=bl&ots=S3hgvdxEon&sig=BdyVqZ2zSnjiPDa9IUzN-->

[KMv3A&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiutPSSzvbXAhWK4SYKHS1WB5oQ6AEITzAJ#v=onepage&q&f=false](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2916/hd_1985_14.pdf)

García-Buendía, A. C. y Magaña-Lira, N. (2014 a). *Cultivo de Perejil, Carta Tecnológica* Número 6. Recuperado de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2916/hd_1985_14.pdf

García-Buendía, A. C. y Magaña-Lira, N. (2014 b). *Cultivo de epazote, Carta Tecnológica* Número 6. Recuperado de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2916/hd_1985_14.pdf

García-Carreón, J.M. y Martínez-Menez, M.R. (s.f.). *Abonos verdes*. Recuperado de www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20Verdes.pdf,

García-García, R.M. y Palou-García, E. (2008). Mecanismos de Acción Antimicrobiana de Timol y Carvacrol Sobre Microorganismos de Interés en Alimentos. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 2(2), 41-51. Recuperado de [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-2/TSIA-2\(2\)-Garc%C3%ADa-Garcia-et-al-2008a.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-2/TSIA-2(2)-Garc%C3%ADa-Garcia-et-al-2008a.pdf)

García-Suárez, M.D. y Serrano, H. (2013). *Cebollín Allium schoenoprasum L. (Liliaceae) Hierba Culinaria*. Recuperado de <https://tecnoagro.com.mx/revista/2013/no-83/cebollin-allium-schoenoprasum-l-liliaceae-hierba-culinaria/>

Gaviola, J.C. y Oliva, R.N. (1997). Alternativas en la multiplicación de la cebolla. *Avances en Horticultura*, 2(1), 1-12. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwixjd79pP3eAhXCnOAKHThdAAgQFjAJegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.horticulturaar.com.ar%2Fbajar.php%3Farchivo%3D1997*97-

[gaviola.pdf%26nombre%3DAlternativas%2520en%2520la%2520multiplicaci%25F3n%2520de%2520la%2520cebolla&usg=AOvVaw20QR8zKiWhLBm38DKtQC20](#)

Geilfus, F. (1994). *El Árbol Al Servicio Del Agricultor Manual de Agroforestería Para el Desarrollo Rural*. Recuperado de

<https://books.google.com.mx/books?id=xCMOAQAIAAJ&pg=PA609&dq=moringa+raiz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiP0tX7wsncAhVCR6wKHfoZBYgQ6AEILTAB#v=onepage&q&f=false>

Giaconi, V. y Escaff, G. (2004). *Cultivo de Hortalizas*. Recuperado de

<https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=-K9xgvfdGGYC&oi=fnd&pg=PA53&dq=Allium+schoenoprasum+L+%22clima%22&ots=3rE9PiCnmh&sig=YezlY8bGjUv9LrIsXhx0TuegrM8#v=onepage&q&f=false>

Gliessman, S.R. (2002). *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*.

Recuperado de <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecologicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>

Godino, M., Arias, C. e Izquierdo, M.I. (2013). *Interés forestal de la Moringa oleifera y posibles zonas de implantación en España*. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/320490188_Interes_forestal_de_la_Moringa_oleifera_y_posibles_zonas_de_implantacion_en_Espana

Godino, M., Villegas, S., Izquierdo, M.I., Velásquez, J.C. y Vargas, R. (2012) . Evaluación del uso energético de la Moringa oleifera. *Agroforestería Neotropical*, 2(1), 48-58.

Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/208/206>

Goebel, R. (2007). *Gardening in the tropics, Yam Ben*. Recuperado de

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact>

[=8&ved=2ahUKEwjmcacnIbfAhUpUt8KHWI5CD8QFjACegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.rarefruitaustralia.org%2Fsite%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F04%2FYam-Bean.pdf&usg=AOvVaw2rkLBtoMt5ntGhXfeAhVb](http://www.rarefruitaustralia.org/site/wp-content/uploads/2013/04/Yam-Bean.pdf&usg=AOvVaw2rkLBtoMt5ntGhXfeAhVb)

Goites, E.D., (2008). *Manual de Cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf)

[manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf)

Gómez, D. y Vásquez, M. (2011). *Manejo de Plagas, Serie: Producción Orgánica de Hortalizas de Clima Templado*. Recuperado de <http://www.metrocert.com/files/manejo%20de%20plagas%2015-03-2012.pdf>

Gómez-Arnau, J., (1988) *El Cultivo del Girasol, Hojas Divulgadoras*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1988_20.pdf

Gómez-Gómez, K.P., (2013). Evaluación de Rendimiento de Extracción y Caracterización Fotoquímica de la Fracción Extraíble de Semilla de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), a Nivel Laboratorio (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1345_Q.pdf

Gómez-Mercado, R., Hernández-Martínez, M., Gómez-Mercado, R., Martínez-Cruz, M.A., Zarazúa-Delgadillo y Ramos-Padilla, F. (2013). *Tecnología Para la Producción de Girasol en el Estado de Hidalgo*. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwisuISQrIvfAhUjsqQKHRZoDVoQFjAAegQIChAC&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.inifap.gob.mx%3A8080%2Fjspui%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456>

[789%2F4082%2F01020884900050740_CIRCE.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AOvVaw3yXHmnVx63BgxW0sLTZArj](https://www.redalyc.org/pdf/612/61219114.pdf)

Gómez-Rodríguez, O. y Zavaleta-Mejía, E. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con Tagetes spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1), 94- 99. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/612/61219114.pdf>

Gómez-Tovar, L. y Rodríguez-Hernández, C. (2013). *Biopreparados Vegetales y Minerales para el Manejo de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Ecológica*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/261360255_Biopreparados_vegetales_y_minerales_para_el_manejo_de_plagas_y_enfermedades_en_la_agricultura_ecologica

González, M.I., (2012). *Nuevas Fichas Hortícolas*. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38784.pdf>

González-Velásquez, I.L. (2013). Guaireña (Moringa oleifera). Alternativa Forrajera Para La Ganadería Bovina Doble Propósito En Venezuela. En A.D. Perozo-Bravo. (ed), *Manejo de pastos y forrajes tropicales* (225-226). Maracaibo, Venezuela: Ediciones Astro Data. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=gCAGCgAAQBAJ&pg=PA225&dq=control+de+la+erosion+moringa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj7mtjKm7jcAhVLhq0KHYYiSDTIQ6AEITDAE#v=snippet&q=moringa%20erosi%C3%B3n&f=false>

González, V. y Pomares, F. (2008). *Manual Técnico Fertilización y Balance de Nutrientes en Sistemas Agroecológicos*. Recuperado de <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>

- Gopalan, C., Rama Sastri, B.V. y Balasubramanian, S.C. (1994). *Nutritive Value of Indian Foods*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=biFBAAAAYAAJ&q=Nutritive+Value+of+Indian+Foods&dq=Nutritive+Value+of+Indian+Foods&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjO3-eGgMngAhVRC-wKHUNaCGYQ6AEIKzAA>
- Guiberteau-Cabanillas, A. y Labrador-Moreno, J. (1992). *Técnicas de Cultivo en Agricultura Ecológica, Hojas Divulgadoras N° 8*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1991_08.pdf
- Guzmán-Casado, G.I. y Alonso-Mielgó, A.M. (2008). *Buenas Prácticas en Producción Ecológica Asociaciones y Rotaciones*. Recuperado de <https://docplayer.es/14110222-Buenas-practicas-en-produccion-ecologica-asociaciones-y-rotaciones.html>
- Hernández-Bermejo, J.E. y León, J. (1994). *Neglected Crops 1492 from a different perspective*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=IS5E7s0mcxgC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=Cucurbita+pepo+quintana+roo&source=bl&ots=OCufw7un2U&sig=xndku42kid6kZ58GaCgIp7FckIU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVqfCtuNnVAhXDKCYKHdHQBk4ChDoAQglMAA#v=onepage&q=Cucurbita%20pepo%20quintana%20roo&f=false>
- Hernández-Guzmán, J.A. (s.f.). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Almacenamiento%20de%20semillas.pdf>
- Hernán-Rincón, M.D. (1993) *Perfil Tecnológico del Camote (Batata) en la Costa Central del Perú (Estudio de las zonas agroecológicas del valle de Canete)*. Recuperado de

<https://books.google.com.mx/books?id=ySVtLZXtkjgC&pg=PA18&lpg=PA18&dq=camote+distancia&source=bl&ots=sXQwUhSNbv&sig=xDgWOynR9J6PSCbfBoPY2GXJw d8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjywtDXiOLPAhUBrCwKHRdABtc4ChDoAQhFMA w#v=onepage&q=camote%20distancia&f=false>

Horton, H. R., Moran, L. A., Scrimgeour, K. G., Perry, M.D., y Rawn, J. D. (2008). *Principios de Bioquímica, Cuarta Edición*. Recuperado de http://www.medicinaresources.com/medicinaresources_staticfiles/bioquimica/libros/4%20Principios%20de%20bioquimica%204ed%20Horton.PDF

Instituto Colombiano de Agricultura (ICA). (2011). *Plantas Aromáticas y Medicinales Enfermedades de Importancia y sus usos Terapéuticos*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/2c392587-f422-4ff5-a86f-d80352f0aa11/Plantas-aromaticas-y-medicinales-Enfermedades-de.aspx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s.f.). *Mapas*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapas/>

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2004) *Estudios en Domesticación y Cultivo de Especies Medicinales y Aromáticas Nativas*. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2810/1/15630041107070839.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (1970). *El Cultivo de Girasol en la Mesa Central*. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1486/EL%20CULTIVO%20DEL%20GIRASOL%20EN%20%20LA%20MESA%20CENTRAL%20NO.30.pdf?sequence=1>

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (1980). *El Cultivo del Girasol de Punta de Riego y Temporal, En el Estado de Guanajuato y Regiones Similares*. Recuperado de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/publicaciones.php?publicaciones=158>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2001 a). *Producción de Girasol de Temporal Para Grano y Combinado con Maíz Para Ensilaje en Durango*. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/2497>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2001 b). *Guía Para Cultivar en la Planicie Huasteca Potosina*. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/708/731.pdf?sequence=1>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2004). *Guía para la asistencia Técnica Agrícola de Nayarit- Sandía*. Recuperado de <http://www.cesix.inifap.gob.mx/guias/SANDIA.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). (2005). *Guía Para Cultivar Cacahuete de temporal, en la Cuenca del Alto Balsas, Folleto Para Productores N° 14*. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/2922>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2007). *Paquetes Tecnológicos para Maíz de Temporal (Ciclo Agrícola Primavera-Verano) para Condiciones de Alto, Medio y Bajo Nivel Productivo*. Recuperado de <https://docplayer.es/17056433-Paquetes-tecnologicos-para-maiz-de-temporal-ciclo->

[agricola-primavera-verano-para-condiciones-de-alto-medio-y-bajo-potencial-productivo.html](#)

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2015). *Manual Técnico para la Producción de Hortalizas, Huevo de gallina y Carne de Conejo en Unidades de Producción Familiar*. Recuperado de <https://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/hidalgo/Documents/Agricultura%20Familiar/ManualTecnologicoFinalWeb2015.pdf>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2002). Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (Publicación única.). Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewj9lLe_hcPdAhXyp4sKHe7yAEkQFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Finternet.contenidos.inegi.org.mx%2Fcontenidos%2Fproductos%2Fprod_serv%2Fcontenidos%2Fespanol%2Fbvinegi%2Fproductos%2Fhistoricos%2F2104%2F702825224196%2F702825224196_1.pdf&usg=AOvVaw3hqptz6Ld0VgX4KWRa_7gp

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (2016). *Manejo Integrado de Plagas*. Recuperado de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Manejo_Integrado_de_Plagas_Part1.pdf

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera Actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.htm>

Jahn, S.A., Musnad, H.A. y Burgstaller, H. (1986). Tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. *Unasylya -Genetics and the forests of the future*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/r7750e/r7750e04.htm#TopOfPage>

- Jansen, R.A., (2012). *Second Generation Biofuels and Biomass: Essential Guide for Investors, Scientists and Decision Makers*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=UvzrIuvf7ZkC&pg=PT100&dq=biogas+moringa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjb25670tjcAhVLcq0KHTDBA-EQ6AEINjAC#v=onepage&q&f=false>
- Jiménez-Martínez, E. (2016). *Guía Técnica: Preparación y Uso de Bioplaguicidas para el Manejo de Plagas y Enfermedades Agrícolas en Nicaragua*. Recuperado de https://www.trocaire.org/sites/default/files/resources/policy/guia-tecnica-preparacion-y-uso-de-bioplaguicidas_0.pdf
- Kanthaswamy, V., (2006). Studies on phenology and floral biology in Moringa oleifera Lam. *International Journal of Agricultural Sciences*, 2 (2), (341-343). Recuperado de [http://www.researchjournal.co.in/online/IJAS/IJAS%202\(2\)/2_A-341-343.pdf](http://www.researchjournal.co.in/online/IJAS/IJAS%202(2)/2_A-341-343.pdf)
- Kerala Agricultural University. (2013). Marigold. *KAU Agri-Infotech portal*. <http://www.celkau.in/Crops/Ornamental%20Crops/marigold.aspx>
- Klauer-García, D.F. (2009). *Manual Técnico de Cultivo Ecológico de Orégano (Origanum sp. L.)*. Recuperado de <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/01/manual-cultivo-ecologico-oregano.pdf>
- Kolmans, E. y Vázquez, D. (1999). *Manual de Agricultura Ecológica: Una Introducción a los Principios Básicos y su Aplicación*. <http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Manual-Agricultura-Eco.pdf>
- Kreuter, M.L. (2005). *Jardín y Huerto Biológicos*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=BawSAQAAQBAJ&pg=PA219&lpg=PA219&dq=tagetes+erecta+siembra&source=bl&ots=Xg6VTW8vky&sig=uujeLH3etllhaFdrF1blo>

[WHkO48&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjqsOnxgYHZAhWdF8AKHZqqCzQ4FBDoAQg1MAM#v=onepage&q&f=false](https://www.researchgate.net/publication/311111111)

Kumar, A.R., Prabhu, M., Ponnuswami, V., Lakshmanan, V. y Nithyadevi, A. (2014). Scientific Seed Production Techniques in Moringa. *Agricultural Reviews*, 35(1), 69-73. Recuperado de <https://arccjournals.com/uploads/articles/1139.pdf>

Lardizábal, R.D. y Medlicott, A.P. (2013). *Planes de Manejo Integrado de Cultivos*. Recuperado de http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/planes_de_manejo_integrado_de_plagas.pdf

Little, E.L., Wadsworth, F.H. y Woodbury, R.O. (1964). Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands, Volumen 1, Agriculture handbook. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/~jmari/árbolesprvi1.pdf>

Little, E.L. Jr., Wadsworth, F.H. y Marrero, J. (2001). *Árboles Comunes de Puerto Rico y Las Islas Vírgenes*, Segunda Edición. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=76LnQRyBNS4C&pg=PA138&dq=moringa+ornamental&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjO15uZtr_cAhUK0IMKHTogAvEQ6AEIPDAD#v=onepage&q=moringa%20ornamental&f=false

Lédo, P. G.S., Lima, R. F.S., Paulo, J.B.A. y Duarte, M.A.C. (2009). Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de Moringa oleiferapara la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad. *Información Tecnológica*, 20(5), 3-12. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000500002

Lemos, E., (s.f). *Intersiembrá Girasol Soja, Algunas Consideraciones Para su Experimentación Adaptativa*. Recuperado de <http://www.profertilnutrientes.com.ar/archivos/intersiembrá-girasol-soja-algunas-consideraciones-para-su-experimentacion-adaptativa>

- Lezcano, J.C., Marialys-Trujillo, O.A. y Martínez, E. (2014). Agentes fungosos asociados a síntomas de enfermedades en plántulas de *Moringa oleifera* Lamarck. *Pastos y Forrajes*, 37. (2), 166-172. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000100006
- Lok, R. (1998). *Introducción a los Huertos Caseros Tradicionales Tropicales*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=xZYOAQAIAAJ&pg=PA142&dq=oregano+po+da+cosecha&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj0gc3d0pbfAhUJCRoKHfZJBgIQ6AEIPDAE#v=onepage&q&f=false>
- Lok, S. y Suárez, Y. (2014). Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleifera* y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 399-403. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193033033015.pdf>
- Londoño, C. (2006, enero-junio). Los recursos naturales y el medio ambiente en la economía de mercado. *Revista Científica Guillermo de Ockham*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105316847003>
- López, F. (1994) *El inventario de los recursos naturales renovables y socio económicos del Ecuador: una muestra de la colaboración científica entre Ecuador y Francia*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267838504_El_inventario_de_los_recursos_naturales_renovables_y_socio_economicos_del_Ecuador_una_muestra_de_la_colaboracion_cientifica_entre_Ecuador_y_Francia

López, J. (1997). *Memoria del IV Encuentro-Taller de Experimentadores En Agricultura.*

Recuperado de

https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2566/1/211387_0326%20agricultura.pdf

López-López, G., Magaña-Lira, N. y García-Buendía, A.C. (2014 a). Cultivo de Tomate cascara,

Carta Tecnológica Número 15. Recuperado de

<http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/TOMATE%20DE%20CASCARA.pdf>

López-López, G., Magaña-Lira, N. y Vázquez Romero, A.C. (2014 b). *Cultivo de Cilantro,*

Carta Tecnológica Número 6. Recuperado de

<http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/CILANTR O.pdf>

López- Riquelme, G.O. (2003). *Chili la Especia del Nuevo Mundo.* Recuperado de

https://www.academia.edu/6506562/Chilli_La_especia_del_Nuevo_Mundo

López-Tecpoyotl, G. (s.f.). *Sistemas Agroforestales.* Secretaria de Agricultura, Ganadería,

Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Recuperado de

<http://agronegocios.catie.ac.cr/images/pdf/Sistemas%20Agroforestales.pdf>

Ly, J., Samkol ,P., Phiny ,C., Bustamante, D. y Caro, Y. (2016). Balance de nitrógeno (n) en

cerdos alimentados con harina de follaje de *Moringa oleifera*. *Revista Bio Ciencias* 3(4), 349-358. Recuperado de

<http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/185/238>

Makkar, H.P.S. y Becker, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological

parts of the *Moringa oleiferatree*. *Journal of Agricultural Science*, 128, 311-322.

Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/231864571_Nutrient_and_anti-quality_factors_in_different_morphological_parts_of_the_Moringa_Oleifera_tree

Manríquez-Mendoza, L.Y., López-Ortiz, S., Pérez-Hernández, P., Ortega-Jiménez, E., López-Tecpoyotl, Z.G. y Villarruel-Fuentes, M. (2011). Características Agronómicas y Forrajeras de *Guazuma ulmifolia* Lam. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(2011), 453 – 463. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200001

Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E. y Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión Crítica. *Pastos y Forrajes*, 36(2), 137-149. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001

Martínez, M. A. y Ramírez, S. (2014). Insectos presentes en *Morus alba* L. y *Moringa oleifera* Lamark. *Revista protección vegetal*, 29(1), 52-56. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000100006

Mata-Vázquez, H., Patishtán-Pérez, J., Vázquez García, E. y Ramírez Meraz, M. (2011). *Fertilización del Cultivo de Cebolla con Riego por Goteo en el Sur de Tamaulipas*. Recuperado de <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/901.pdf>

Mejía-Caicedo, J. (2003). Introducción a la Alelopatía Uso de los Productos Botánicos. En M. Romero-Pinto. (Ed.), *Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío* (pp. 89-96). Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lezcano. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=wZaghpJoVqsC&pg=PA90&dq=%22cilantro%22>

[2+repelente+repollo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwibheuy6NnWAhUD2IMKHQQzD7IQ6AEIKzAB#v=onepage&q=%22cilantro%22%20repelente%20repollo&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=za4uMiw6958C&pg=PA44&lpg=PA44&dq=%22albahaca%22+repelente+tomate&source=bl&ots=VEJm0Suki5&sig=7fISewuz_ZhSi5D0I0GHWuyfp6o&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjxxaqt47WAhWMBZoKHchwCf4Q6AEIXjAM#v=onepage&q&f=false)

Méndez-Alzamora, J. (2005). *Guía Para la Instalación y Manejo de la Huerta*. Recuperado de

https://books.google.com.mx/books?id=za4uMiw6958C&pg=PA44&lpg=PA44&dq=%22albahaca%22+repelente+tomate&source=bl&ots=VEJm0Suki5&sig=7fISewuz_ZhSi5D0I0GHWuyfp6o&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjxxaqt47WAhWMBZoKHchwCf4Q6AEIXjAM#v=onepage&q&f=false

Mendieta-López, M. y Rocha-Molina, R. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <http://infobosques.com/descargas/biblioteca/465.pdf>

Millán, C. (2008). *Las Plantas una Opción Saludable Para el Control de Plagas*. Recuperado de <http://www.rapaluruaguay.org/publicaciones/Plantas.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991 a). *Aspectos Técnicos Sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_tomate.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991 b). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica, boletín técnico No 74*. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991 c). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica, boletín técnico No 74*. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-girasol.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2013). *El cultivo del tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>

- Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). (2013). *Medicamentos Herbarios Tradicionales, 103 Especies Vegetales*. Recuperado de <http://www.territorioancestral.cl/2018/05/29/libro-guia-de-103-plantas-en-chile-sobre-propiedades-medicinales-agronomica-y-culinaria/>
- Mirafuentes-Hernández, F. y López-López, R. (2014). *Producción de Chile Habanero y Dulce en Ambiente Protegido en Tabasco*. Recuperado de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4144/010209133400062384_PROD_CHILE_HAB.pdf?sequence=1
- Mishra, G., Singh, P., Verma, R., Kumar, S., Srivastav, S., Jha, K.K. y Khosa, R.L. (2011). Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of Moringa oleiferaplant: An overview. *Scholars Research Library*, 3(2), 141-164. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Pradeep_Singh8/publication/281577396_Traditional_uses_phytochemistry_and_pharmacological_properties_of_Moringa_oleifera_plant_An_overview/links/5b3c881eaca27207850aa96f/Traditional-uses-phytochemistry-and-pharmacological-properties-of-Moringa-oleifera-plant-An-overview.pdf?origin=publication_detail
- Montesinos, S., (2010). Moringa oleifera un árbol promisorio para la ganadería. *Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*, 2(2010), 50-53. Recuperado de <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2010/REVISTA%2002/22%20MORINGA.pdf>
- Morales-Flores, F. y Martínez-Menez, M.R. (s.f.). *Sistemas Agroforestales. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación*. Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Rutaci%C3%B3n%20de%20cultivos.pdf>

Morales-Payan, J.P., Brunner, B., Flores, L. y Martínez, S. (2011). *Cilantrillo orgánico*.

Recuperado de <http://proorganico.info/cilantrillo.pdf>

Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A. y Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925-12933. Recuperado de

https://www.researchgate.net/profile/Voster_Muchenje/publication/236669148_Nutritional_characterization_of_Moringa_Moringa_oleifera_Lam_leaves/links/54342a890cf2b1f1f27ba21/Nutritional-characterization-of-Moringa-Moringa-oleifera-Lam-leaves.pdf?origin=publication_detail

Morton, J.F. (1991) The Horseradish Tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae): A Boon to Arid Lands? *Economic Botany*, 35(3), 318-333. Recuperado de

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02887070>

Mubvuma, M. T., Mapanda S. y Mashonjowa E. (2013). Effect of storage temperature and duration on germination of moringa seeds (*Moringa oleifera*). *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3(5), 427-432. Recuperado de

<http://www.gjournals.org/GJAS/GJAS%20Pdf/2013/May/121912328%20Mubvuma%20et%20al.pdf>

Mulugeta, G. y Fekadu, A. (2014). Industrial and Agricultural Potentials of Moringa. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(14), 57-63. Recuperado de

<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/viewFile/14301/14609>

Muñoz-López, F. (1996). *Plantas Medicinales y Aromáticas: Estudio, Cultivo y Procesado*.

Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=WmX5TibuSrIC&pg=PA22&lpg=PA22&dq=Pla>

[ntas+Arom%C3%A1ticas+y+Medicinales+%E2%80%93+Labiadas+%E2%80%93&source=bl&ots=-609eW8eH8&sig=gfBRylh2yUxEwtXsCfRLJB0BhJQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwis8LuVivbeAhXHc98KHX3wCbs4FBD0ATAJegQIChAB#v=onepage&q=ocimun&f=false](#)

Nair, P. K. R. (1993). *An Introduction to Agroforestry*. Recuperado de https://www.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32_An_introduction_to_a_groforestry.pdf?n=161

National Research Council. (2006). *Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables 2006*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=jR-dAgAAQBAJ&pg=PT279&lpg=PT279&dq=mixed+crop+moringa&source=bl&ots=wQXt-QbSWn&sig=0AfwUbH7Iw5G8shVv5QAJK_DHJ4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiriqXK7ZPOAhXIKcAKHSWQCzM4FBD0AQg3MAQ#v=onepage&q=mixed%20crop%20moringa&f=false

Navarro-Garrido, P. (2010). *Moringa oleifera, un aliado en la lucha contra la desnutrición*. Recuperado de <https://www.accioncontraelhambre.org/sites/default/files/documents/moringa-final-pag-simples.pdf>

Navarro-Montes, D.A., (2010). *Manejo Integrado de Plagas*. Recuperado de <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id181/id181.pdf>

Navie, S. y Csurhes, S., (2010). *Weed Risk Assessment Horseradish Tree Moringa oleifera*.

Recuperado de <https://es.scribd.com/document/149727860/IPA-Horseradish-Tree-Risk-Assessment-moringa-pdf>

Nellis, D.W., (1997). *Poisonous Plants and Animals of Florida and the Caribbean*. Recuperado de

https://books.google.com.mx/books?id=C8xJE2NfQpIC&pg=PA217&lpg=PA217&dq=moringa+athomine&source=bl&ots=Cxa_Kr_25s&sig=wkn98cMB0gtEJZinn7iOvPQmkpM&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiSh7iRhsfcAhUEH6wKHyeYDjwQ6AEwAHoECA_AQAQ#v=onepage&q=moringa%20insect&f=false

Núñez, M.A. (2000). *Manual de técnicas agroecológicas*. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/48216162_Manual_de_tecnicas_agroecologicas

Ocampo-Sánchez, R.A. y Valverde, R. (2000). *Manual de Cultivo y Conservación de Plantas Medicinales*. Recuperado de <https://issuu.com/scduag/docs/manualdecu1>

Offor, I.F., Ehiri, R.C. y Njoku, C.N. (2014). Proximate Nutritional Analysis and Heavy Metal Composition of Dried Moringa oleifera Leaves from Oshiri Onicha L.G.A, Ebonyi State, Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 8(1), 57-62. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/269103940_Proximate_Nutritional_Analysis_and_Heavy_Metal_Composition_of_Dried_Moringa_Oleifera_Leaves_from_Oshiri_Onicha_LGA_Ebonyi_State_Nigeria/download

Ojiako, F. O., Enwere, E. O., Dialoke, S. A., Ihejirika, G. A., Adikuru, N. C. y Okafor, O. E. (2012). Nursery Insect Pests of Moringa oleifera Lam in Owerri Area, Imo State, Nigeria. *The International Journal of Agriculture and Rural Development (IJARD)*, 15 (3), 1322-

1328. Recuperado de [http://ijard.com/journalarticles/pdf%2015\(3\)2012/yMoringa%20-%20Nursery%20Insect%20Pests%20-%20IJARD-1.pdf](http://ijard.com/journalarticles/pdf%2015(3)2012/yMoringa%20-%20Nursery%20Insect%20Pests%20-%20IJARD-1.pdf)
- Olson, M.E. (2002) Intergeneric Relationships within the Caricaceae-Moringaceae Clade (Brassicales) and Potential Morphological Synapomorphies of the Clade and Its Families. *International Journal of Plant Sciences* 163(1) 51–65. Recuperado de <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/324046>
- Olson, M.E. y Alvarado-Cárdenas, L. (2016, Septiembre) ¿Dónde cultivar el árbol milagro, *Moringa oleifera*, en México? Un análisis de su distribución potencial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.007>
- Olson, M. E. y Carlquist, S. (2001, abril) Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 135(4), 315–348. Recuperado de <https://academic.oup.com/botlinnean/article/135/4/315/2557127>
- Olson, M.E. y Fahey, J.W. (2011, febrero). *Moringa oleifera*: Un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*,. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400001
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2003). *Frutas y verduras biológicas tropicales. Información sobre Mercado, Certificación y Producción para Productores y Compañías Comercializadoras Internacionales*. Recuperado de https://unctad.org/es/Docs/ditcom20032_sp.pdf

- Orwa, C., Mutua A., Kindt, R., Jamnadass, R. y Simons, A. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. Recuperado de http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Moringa_oleifera.PDF
- Pacheco, R.M. (2006). Análisis del intercambio de plantas entre México y Asia de los siglos XVI al XIX (Tesis inédita de maestría). Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Recuperado de <http://132.248.9.195/pd2007/0612197/Index.html>
- Paliwal, R., Sharma, V. y Pracheta. (2011). A Review on Horse Radish Tree (*Moringa oleifera*): A Multipurpose Tree with High Economic and Commercial Importance. *Asian Journal of Biotechnology*, 3(4), 317-328. Recuperado de <http://docsdrive.com/pdfs/knowledgia/ajbkr/2011/317-328.pdf>
- Paniagua, A. y Chora, J. (2016). Elaboración de Aceite de semillas de *Moringa Oleifera* para diferentes usos. *Revista de Ciencias de la Salud*, 3(9), 36-46. Recuperado de https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol3num9/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V3_N9_5.pdf
- Parrota, J.A. (1993). *Moringa oleifera Lam. Reseda, horseradish tree. Moringaceae. Horseradish tree family*. Recuperado de [https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf061%20%20\(6\).pdf](https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf061%20%20(6).pdf)
- Paterno-Silveira, L.C., Berti-Filho, E., Santa Rosa-Pierre, L., Cunha- Pérez, F. y Cassa-Louzada, J.N. (2009) Marigold (*Tagetes erecta L.*) as an Attractive Crop to Natural Enemies in Onion Fields. *Scientia Agricola*, 66(6), 780-787. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/216861020_Marigold_Tagetes_erecta_L_as_an_attractive_crop_to_natural_enemies_in_onion_fields

- Paul , C.W. y Didia, B.C. (2012). The effect of methanolic extract of *Moringa oleifera* Lam roots on the histology of kidney and liver of Guinea pigs. *Asian Journal of Medical Sciences*, 4(1), 55-60. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Blessing_Didia/publication/268406828_The_Effect_of_Methanolic_Extract_of_Moringa_oleifera_Lam_Roots_on_the_Histology_of_Kidney_and_Liver_of_Guinea_Pigs/links/54d1e8a70cf28370d0e164c8/The-Effect-of-Methanolic-Extract-of-Moringa-oleifera-Lam-Roots-on-the-Histology-of-Kidney-and-Liver-of-Guinea-Pigs.pdf?origin=publication_detail
- Pérez-Ángel, R., de la Cruz Benítez, J.O., Vázquez-García, E. y Obregón, J.F. (2010). *Moringa oleifera, una alternativa forrajera para Sinaloa*. Fundación Produce Sinaloa, A. C. Culiacán, Sinaloa, México. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewirpMWsyP7dAhUJP60KHWIKCVIQFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.fps.org.mx%2Fportal%2Findex.php%2Fcomponent%2Fphocadownload%2Fcategory%2F32-pecuaria%3Fdownload%3D142%3Amoringa-oleifera-una-nueva-alternativa-forrajera-para-sinaloa&usg=AOvVaw1-YtLRlwLillpQGhvViUy>
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N. y Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33 (4), 1-16. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q. y Larín, M.A. (2001). *Guía Técnica cultivo del tomate*. Recuperado de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>

- Phillips-Mora, W., Morera, J. y Sorensen, M. (1993). *Las jícamas silvestres y cultivadas (Pachyrhizus spp.)*. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2849/Las_jicamas_silvestres_y_cultivadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Polini, G. (2014). *Comer del monte, la Moringa oleifera un árbol multiuso para el chaco central*. Recuperado de <https://docplayer.es/26651807-Comer-del-monte-la-moringa-oleifera-un-arbol-multiuso-para-el-chaco-central.html>
- Pozo, C., Armijo-Canto, N. y Calmé, S. (ed). (2011). Riqueza Biológica de Quintana Roo. *Un análisis para su conservación, Tomo I*. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/TOMO_1/1_Capitulo_baja.pdf
- Prabhakar, M. y Hebbar, S.S. (2008). Annual Drumstick. En K.V. Peter. (ed), *Underutilized and Underexploited Horticultural Crops*, Volumen 4 (pp. 111-130). New Dheli, India: New India Publishing Agency. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=IPo-7-zmrZcC&pg=PA1&dq=Underutilized+and+Underexploited+Horticultural+Crops,+Volumen+2&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q=Annual%20Drumstick&f=false
- Price, M.L. (2007). *The Moringa Tree ECHO Technical Note*. Recuperado de https://www.chenetwork.org/files_pdf/Moringa.pdf
- Producción Agraria Ecológica (PAE). (2012 a). *La Rotación de Cultivos y los Abonos Verdes en Horticultura Ecológica: Ficha Técnica N° 22*. Recuperado de http://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxiu/FichaPAE22_Rotacion.pdf

- Producción Agraria Ecológica (PAE). (2012 b). *El compostaje en agricultura Ecológica: Ficha Técnica N° 20*. Recuperado de http://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxiu/FTPAE20_Compostaje.pdf
- Proyecto para el análisis y la conciencia de la vegetación urbana (PLANTOT) (2007). *Manual de Siembra y Aprovechamiento de Cilantro*. Recuperado de <http://www.jstk.org/proyectos/plantot/manuales/cilantro/CILANTRO.pdf>
- Quin, D. (2010). *Pogolumina*. Obtenido de http://www.davidlouisquinn.com/pogolumina_OA_AttaMexicanaInfo.htm
- Quintanilla-Medina, J., Joaquín-Cancinos, S., Martínez-González, J., Limas-Martínez, A., López-Aguirre, D., Estrada-Drouaillet, B. y Hernández-Meléndez, J. (2018). Usos de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) en la Alimentación de Rumiantes. *Revista Agroproductividad*, 11(2), 89-93. Recuperado de <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/134/112>
- Quintero, J.J. (1981). *Hojas Divulgadoras, Cultivo de Calabazas*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_11-12.pdf
- Quintero, J.J. (1985). *Hojas Divulgadoras, Cultivo del Perejil y de la Hierbabuena*. Recuperado de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2916/hd_1985_14.pdf
- Quirós, E., Meneses, D., Cervantes, C y Urbina, L. (1998). *Abonos verdes: Una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=EwVtAAAAIAAJ&pg=PA11&dq=abono+verde&hl=es->

<http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/Tecnologia%20para%20cultivar%20ajo%20en%20Zac.pdf>

Reyes, N., Mendieta, B., Fariñas, T. y Mena, M. (2008). *Guía de suplementación Alimenticia Estratégica Para Bovinos en Época Seca*. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2417/1/RENL02G943.pdf>

Reyes-Sánchez, N. (2004). *Marango: Cultivo y utilización en la alimentación. Guía Técnica No. 5*. Recuperado de http://www.underutilized-species.org/Documents/PUBLICATIONS/marango_manual_lr.pdf

Rivas-Vega, M. E., López-Pereira, J. L., Miranda-Baeza, A. y Sandoval-Muy, M.I. (2012). Sustitución Parcial de Harina de Sardina con Moringa oleifera en Alimentos Balanceados Para Juveniles de Tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) Cultivada en Agua de Mar. *Revista Biotecnia de ciencias biológicas y de la salud*, 14(2), 3-10. Recuperado de <http://132.248.9.34/hevila/Biotecnia/2012/vol14/no2/1.pdf>

Rivera-Ocasio, D. (2012). Plantas compatibles para el huerto casero. *Ornamentales y su cultivo*, 2(10), 1-11. Recuperado de http://academic.uprm.edu/danrivera/Plantas_Ornamentales_en_Puerto_Rico/Publicaciones_files/2012v2n10%20Plantas%20compatibles%202.pdf

Rodríguez-Pérez, R., Caldera Navarrete, N., Reyes Sánchez, N. y Mendieta-Araica, B. (2017). *Proyecto Marango: Recetas con Moringa*. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3584/1/RENQ02P969.pdf>

Rodríguez-Pérez, R., Reyes-Sánchez, N. y Mendieta-Araica, B. (2012). Comportamiento Productivo de Vacas Lecheras Alimentadas con Moringa oleifera Fresco o Ensilado:

- Efecto Sobre Producción, Composición y Características Organolépticas de la Leche y Queso. *La Calera Revista Científica*, 12(18), 45-51. Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/issue/view/183>
- Rosas, J.C. y Young, R. (1991). *El Cultivo de la Soya*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4119/1/208445.pdf>
- Ruiz-Leíño, C. (2012). *Remedios Naturales para Plagas y Enfermedades de la Huerta*. Recuperado de <http://www.somontano.org/images/stories/Cuardenillo%20remedios%20naturales%20para%20plagas%20y%20enfermedades%20de%20la%20Huerta.pdf>
- Saint Sauveur, A. y Broin, M. (2006). *Fighting malnutrition with Moringa oleifera leaves: an untapped resource*. Recuperado de http://www.moringanews.org/doc/GB/Papers/Armelle_text_GB.pdf
- Salazar-Villarreal, M.C. (2010). Alternativas para el Manejo de Plagas y Enfermedades en Nuestras Fincas. Recuperado de <http://urban.agroeco.org/wp-content/uploads/2016/02/BIOPESTICIDAS-CEA-PROGRESSIO.pdf>
- Salikutty, J. (2007). Annual Drumstick. En K.V. Peter. (ed), *Underutilized and Underexploited Horticultural Crops*, Volumen 2 (pp. 111-130). New Dheli, India: New India Publishing Agency. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ZAvG3xLSdTYC&oi=fnd&pg=PA311&dq=Characterization+of+Moringa+oleifera+pkm&ots=zDO6RFX7QG&sig=NL-tWGb7PPy79ig9bGyY-Hw2nvE#v=onepage&q&f=false>
- San Martín stevia & moringa* . (s.f.). Obtenido de <http://steviasanmartin.com/>

- Sánchez-Machado, D.I., Núñez-Gastélum, J.A., Reyes-Moreno, C., Ramírez-Wong, B. y López-Cervantes, J. (2009). Nutritional Quality of Edible Parts of *Moringa oleifera*. *Food Analytical Methods*, 3(3), 175–180. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/227303306_Nutritional_Quality_of_Edible_Parts_of_Moringa_oleifera?enrichId=rgreq-7d95ec10a7d92e56f8b8319e5f5f2082-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIyNzMwMzMwNjtBUzoYMTc5ODE5NDc3ODExMjBAMTQyODk4MjM1NDE0NQ%3D%3D&el=1_x_3&esc=publicationCoverPdf
- Santiago-Calvo, L.A., Magaña-Lira, N. y García-Buendía, A.C. (2014 a). *Cultivo de frijol ejotero, carta tecnológica Número 10*. Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/FRIJOL%20EJOTERO.pdf>
- Santiago-Calvo, A., Magaña Lira, N. y Vázquez-Romero, C. (2014 b). *Cultivo de Rábano, Carta Tecnológica Número 14*. Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/RABANO.pdf>
- Saunders, J.L., Coto, D.T. y King, A.B.S. (1998). *Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central, Manual Técnico N° 29*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=21RLT3WIcLwC&pg=PA26&lpg=PA26&dq=%22raphanus+sativus%22+plaga&source=bl&ots=ZZcIWq5HS2&sig=J1f3i2zXF-SZVIlFmKzeGp1jlB4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiZs8uvw9bSAhWJ7yYKHVocD904ChDoAQg4MAo#v=onepage&q&f=false>

Sauveur, A. y Broin, M. (2010). *Growing and processing moringa leaves*. Recuperado de <http://www.moringanews.org/documents/moringawebEN.pdf>

Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). (2005). *El cultivo del camote (Ipomoea batatas)*. Recuperado de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2276/Camote.pdf>

Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). (2011). *El cultivo del frijol*. Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/FRIJOL%20EJOTERO.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2002). *Producción del Cultivo de Cacahuete (Arachis hypogaea L.) en el Estado de Morelos, Folleto Técnico N° 18*. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2936/Cacahuete.pdf?sequence=1>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). (2015). *Agenda Técnica Agrícola Yucatán*. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj34LaWj_jeAhUK2FMKHUTNBS8QFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2FDocuments%2Finicio%2FAgendas_Tec%2F2017%2FAgenda%2520Te%25CC%2581cnica%2520Yucata%25CC%2581n%2520OK.pdf&usq=AOvVaw0d_4Lxhv49IDyJa51-nJXK

Sepúlveda, P. y Bruna, A. (2010). Enfermedades del Cultivo de Ajos. En P. Sepúlveda (ed). *Manejo Fitosanitario del Cultivo de Ajos, Boletín N° 213* (pp. 9-25). Santiago, Chile :

- Editorial Universitaria: INIA, Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR37207.pdf>
- Siever, A. F. (2000). *Peppermint and Spearmint as Farm Crops*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=SiqRLpPFsyMC&pg=PA14&lpg=PA14&dq=peppermint+harvest&source=bl&ots=L12bPGJw7y&sig=h8ADaUau21C20Pwh2oGb7Oar4y0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj96ObAu-RAhVCnRQKHf7vD544KBD0AQhZMAk#v=onepage&q&f=false>
- Silva, R. (1985). *Jardinería básica N°1 Plantas y Flores*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=ou_7QvudpG0C&pg=PA87&lpg=PA87&dq=tagetes+erecta+siembra&source=bl&ots=0tHjph0Gsx&sig=li4ByXgxVru4AYjXp_Va9dsZ3y4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjyo-zy-4DZAhVB0mMKHRo_C044FBD0AQg4MAQ#v=onepage&q&f=false
- Silva, F., Ullrich, T., Hartman, P., Medina, H., Moraga, L. y Saini, G. (2004). Plantas Medicinales de la Región de Aysén – Chile. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 3(2), 36-45. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/856/85630206/>
- Singh, B.N., Singh, R.L., Prakash, D., Dhakarey, R., Upadhyay, G. y Singh, H.B. (2009). Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (2009), 1109–1116. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223502053_Oxidative_DNA_Damage_protective_activity_antioxidant_and_antiquorum_sensing_potentials_of_Moringa_oleifera

- Siyanbola, T.O., Edobor-Osoh A., Ajanaku C.O., Akinsiku A.A., Adedapo E.A., Aladesuyi O., Olanrewaju I.O. y Jokotagba O.A. (2015). *Nutritional and Physico-Chemical Evaluations of Moringa oleifera Seedlings and Oil*, 1(1), 1-5. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjpnM2c47beAhVCWsAKHaQgBusQFjABegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Fm.covenantuniversity.edu.ng%2Fcontent%2Fdownload%2F53861%2F364896%2Ffile%2FNutritional%2Band%2BPhysico-Chemical%2BEvaluations%2Bof%2BMoringa%2Boleifera%2BSeedlings%2Band%2BOil.pdf&usg=AOvVaw2TyUZjgxMztzWvuR3HcjJ7>
- Smith, R., Bi, J., Cahn, M., Cantwell, M., Daougovish, O., Koike, S...Takele, E. (2011). *Cilantro Production in California*. Recuperado de <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7236.pdf>
- Sodamade, A., Bolaji, O. S. y Adeboye, O. O. (2013). Proximate Analysis, Mineral Contents and Functional Properties of Moringa oleifera Leaf Protein Concentrate. *Journal of Applied Chemistry*, 4(6), 47-51. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.821.2851&rep=rep1&type=pdf>
- Solorio-Sánchez , F.J. y Solorio-Sánchez, B. (2008). Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala* . Recuperado de <http://www.ganaderialaluna.com/pdf/9mich.pdf>
- Sørensen, M. (1996). *Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops, Yam bean Pachyrhizus DC.* Recuperado de https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Yam_bean_Pachyrhizus_DC_311.pdf

- Srikanth, V.S., Mangala, S. y Subrahmanyam, G. (2014). Improvement of Protein Energy Malnutrition by Nutritional Intervention with Moringa oleifera among Anganwadi Children in Rural Area in Bangalore, India. *International Journal of Scientific Study*, 2(1), 32-35. Recuperado de https://www.ijss-sn.com/uploads/2/0/1/5/20153321/ijss_apr-08.pdf
- Stematelatou, K., Antonopoulou, G. y Liberatos, G. (2011). Production of biogás via anaerobic Digestion . En R. Luque, J. Campelo y J. Clark (ed), *Hand book of biofuels production processes and technologies* (PP. 266-296). Philadelphia, Usa: Woodhead publishing. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=snZwAgAAQBAJ&pg=PA647&dq=biogas+moringa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjb25670tjcAhVLCq0KHTDBA-EQ6AEILzAB#v=onepage&q&f=false>
- Stevens, P. F. (2001). *Angiosperm Phylogeny Website. Version 14*. Recuperado de <http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>
- Suquilanda-Valdivieso, M.B. (2017). *Manejo Agroecológico de Plagas*. Recuperado de <http://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20agroecolo%CC%81gico%20de%20plagas%20MSV.pdf>
- Tamayo, P.J. y Londoño, Z. (2001). *Manejo Integrado de Plagas y enfermedades del frijol, Manual de Campo Para su Reconocimiento y Control*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=oSzVPdwQXbgC&pg=PP6&lpg=PP6&dq=manejo+integrado+de+enfermedades&source=bl&ots=sdmte8jdGU&sig=qiBSkjNPrf_2MRqmMs3NSt11-E&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiAhonlqr_bAhURGnwKHQCjC-

[Y4qgEQ6AEIKjAC#v=onpage&q=manejo%20integrado%20de%20enfermedades&f=false](http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/CEBOLLA.pdf)

Tapia-García, T.X., Magaña-Lira, N. y López-López, G., (2014 a). *Cultivo de la Cebolla*, Carta Tecnológica Número 3. Recuperado de <http://sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/CEBOLLA.pdf>

Tapia-García, T.X., Magaña-Lira, N. y López-López, G. (2014 b). *Cultivo de la Col*, Carta Tecnológica Número 3. Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/COL.pdf>

Tello-Marquina, J.C. y Camacho-Ferre, F. (2010). *Organismos Para el Control de Patógenos en los Cultivos Protegidos Prácticas Culturales para una Agricultura Sostenible*. Recuperado de <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/organismos-para-el-control-de-patogenos.pdf>

Teresa-Pino, M., Saavedra, J., Álvarez, F., Gutiérrez, R., Hernández, C. y Zamora, O. (2017). *Camote: materia prima para colorantes*, Nota informativa numero 36. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40586.pdf>

Terrile, R., Izquierdo, J. y Santivañez, T. (2014). *Biopreparados para el Manejo Sostenible de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Urbana y Periurbana*. Recuperado de <https://dolcarevolucio.cat/botiga/es/libros-gratuitos/2982-biopreparados-para-el-manejo-sostenible-de-plagas-y-enfermedades-en-la-agricultura-urbana-y-periurbana-libro.html>

Torres-Castillo, J.A., Sinagawa-García, S.R., Martínez-Ávila, G.C.G., López-Flores, A. B., Sánchez-González, B.I., Aguirre-Arzola, B.E., ...Gutiérrez-Díez, A. (2013). *Moringa oleifera: detección fitoquímica, antioxidantes, enzimas y propiedades antifúngicas*.

- PYTON Revista Internacional de Botánica Experimental*, 82(2013), 193-202. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v82n2/v82n2a06.pdf>
- Troup, R.S. (1921). *The Silviculture of Indian Trees*, Volumen 1. Recuperado de <https://archive.org/details/silvicultureofin02trouoft>
- Tsaknis, J., Lalas, S., Gergis, V., Dourtoglou, V. y Spiliotis, V. (1999) Characterization of Moringa oleifera Variety Mbololo Seed Oil of Kenya, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4495-4499. Doi: 10.1021/jf9904214
- Tun-Dzul, J., (2001). *Chile Habanero Características y Tecnología de Producción*. Recuperado de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3030/CHILEHA_BANEROcaracteristicasytecnologiadeproduccion.pdf?sequence=1
- Valdés-Rodríguez, O.A., Pérez-Vázquez, A. y Palacios-Wassenaar, O. M. (2015). Insectos plaga en cultivo asociado de *Ricinus communis* y *Moringa oleifera* en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Núm. 11, 2233-2239. Recuperado de <http://www.redalyc.org/toc.oa?id=2631&numero=38103>
- Valdez-Solana, M.A., Mejía-García, V.Y., Téllez-Valencia, A., García-Arenas, G., Salas-Pacheco, J., Alba-Romero, J.J., y Sierra-Campos, E. (2015) Nutritional Content and Elemental and Phytochemical Analyses of *Moringa oleifera* Grown in México. *Hindawi Journal of Chemistry*. 2015, 1-9. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Salas-Pacheco/publication/276127575_Nutritional_Content_and_Elemental_and_Phytochemical_Analyses_of_Moringa_oleifera_Grown_in_Mexico/links/564ca2ed08ae352ab55a0dc1

[/Nutritional-Content-and-Elemental-and-Phytochemical-Analyses-of-Moringa-oleifera-Grown-in-Mexico.pdf?origin=publication_detail](#)

Valdivié, M., Mesa, O. y Rodríguez, B. (2016). Utilización de Dietas con Harina de Moringa oleifera (Tallos + Hojas) en Gallinas Ponedoras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 50(3), 445-454. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193049037012.pdf>

Vázquez Moreno, L.L. (2011). La Cerca Viva Perimetral de la Finca Como Práctica Agroecológica en el Manejo de Plagas. En L. L. Vázquez Moreno. (ed), *Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana* (pp. 69-83). Habana, Cuba: Editorial INISAV. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/286633398_Vazquez_L_L_Manual_para_la_opcion_del_manejo_agroecologico_de_plagas_en_fincas_de_la_agricultura_suburbana_Vol_I_279_p_Ed_INISAV_2011

Vidal-Martín, (1956). *Plantas de Huerta, Cultivo del Ajo*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1956_12.pdf

Villa-Castorena, M., Catalán-Valencia, E.A., Inzunza-Ibarra, M.A., López, A.R., Macías-Rodríguez, H. y Cabrera-Rodarte, D. (2014). *Producción Hidropónica de Chile Habanero en invernadero*. Recuperado de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4294/010208218900071269_RASPA.pdf?sequence=1

Villar-Vera, L. (s.f). *Cultivo de Soja*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/224745197/Cultivo-de-Soja-pdf>

Villegas, C. (1977). *Camote, Maní, Soya, En América Latina*. 1970-1975. <https://books.google.com.mx/books?id=YhgOAQAIAAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq=cult>

[ivo+de+%22camote%22+maiz+y+frijol+en+asocio&source=bl&ots=PK8-k9QjN6&sig=8cMbFSNKr3cVMKj15klySCj_5ZI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjx5dLThYzWAhXJv1QKHXYuDHYQ6AEITTAJ#v=onepage&q&f=false](https://www.researchgate.net/publication/312222222/camote%22+maiz+y+frijol+en+asocio&source=bl&ots=PK8-k9QjN6&sig=8cMbFSNKr3cVMKj15klySCj_5ZI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjx5dLThYzWAhXJv1QKHXYuDHYQ6AEITTAJ#v=onepage&q&f=false)

Villegas-Espinoza, J.A., Aguilar-García, M., Briseño-Ruíz, S.E., Sosa, R.A. y Silva-Carballo, A. (2013). *Guía Para el Cultivo de Cebollín*. Recuperado de https://ecitydoc.com/download/guia-para-el-cultivo-de-cebollin-intranet_pdf

Vega, M. (2001). *Etnobotánica de la Amazonia peruana*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=qj6-Do2Ci_0C&pg=PA139&lpg=PA139&dq=tagetes+erecta+clima&source=bl&ots=dKVAQnhIsk&sig=GSHq0tBOLkAzLZuRz-M-V9rUvqY&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiN47yAqv7YAhVMKFAKHfYfB5o4ChDoAQg5MAM#v=onepage&q&f=false

Vélez-Vargas, L.D., Muñoz, A.M. y Clavijo-Porras, L.J. (2007). Análisis Ecofisiológico del Cultivo Asociado Maíz (*Zea mays* L.)-Frijol Voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60 (2), 3965-3984. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/1799/179914078008/>

Vélez-Vargas, L.D., Muñoz, A.M. y Clavijo-Porras, L.J. (2011). Relaciones de Competencia entre el Frijol Trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) y el Maíz (*Zea mays* L.) Sembrados en Asocio. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2). Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/29366/37146>

Venereo- Gutiérrez, J.R. (2002). Daño Oxidativo, Radicales Libres y Antioxidantes. *Revista cubana de medicina militar*, 31(2), 126- 133. Recuperado de http://www.bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_2_02/MIL09202.pdf

- Wagner, W. (2018). *Lepidoptera and their ecology*. Obtenido de http://www.pyrgus.de/Trichoplusia_ni_en.html
- Windépagndé-Yaméogo, C., Daba-Bengaly, M., Savadogo ,A., Nikiema, P.A. y Traore, S.A. (2010). Determination of Chemical Compositon and Nutritional Values of *Moringa oleifera* leaves. *Pakistan Journal of nutrition* , 10(3), 264 -268. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/269913545_Determination_of_Chemical_Composition_and_Nutritional_Values_of_Moringa_oleifera_Leaves
- Zamora, E. (2016 a). *Serie Guías - Producción de Hortalizas, el Cultivo del Ajo*. Recuperado de <http://www.dagus.uson.mx/Zamora/AJO-DAG-HORT-014.pdf>
- Zamora, E. (2016 b). *Serie Guías - Producción de Hortalizas, el Cultivo del Repollo*. Recuperado de <http://www.dagus.uson.mx/Zamora/COL%20O%20REPOLLO-DAG-HORT-011.pdf>
- Zarate P. S. (1987). Taxonomic identity of *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit, with a new combination. *Phytologia*, 63(4), 304-306. Recuperado de <http://biostor.org/reference/63641>
- Zavaleta-Mejía, E. (1999). Alternativas de Manejo de las Enfermedades de las Plantas. *TERRA*, 17(3), 201-207. [Recuperado de https://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art201-207.pdf](https://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art201-207.pdf)

