

ÁREAS CON ALTO POTENCIAL AGROECOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE MORINGA (*Moringa oleífera* L.) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO.

Néstor Espinosa Paz¹
M.C. Aurelio López Luna²
M.C. Jesús Martínez Sánchez³

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue delimitar las áreas con óptimo potencial agroecológico para el cultivo de **Moringa oleífera** L. La metodología consistió en las siguientes etapas; 1. Determinación de los requerimientos agroecológicos para el cultivo de Moringa. 2. Caracterización de los componentes agroecológicos del estado de Chiapas y 3. Delimitación de las áreas de potencial óptimo y subóptimo. Los resultados mostraron que existen 764 047 hectáreas con óptimo potencial. El 79% de esta superficie está ubicada en la Depresión Central del estado en el área de influencia de los Distritos de Desarrollo Rural 01 Tuxtla y 04 Villa Flores. El cultivo de la Moringa puede ser una buena alternativa para el clima cálido subhúmedo del estado, dada su amplia adaptación y sus características nutraceuticas.

Palabras claves: *Moringa oleífera*, *biocombustibles*. *Potencial agroecológico*

ABSTRACT

The objective of this research was to delineate areas with optimal agro-ecological potential for growing moringa oleifera L. The methodology consisted of the following steps; 1. Determining requirements for agro Moringa cultivation. Two. Agroecological characterization components of Chiapas and 3. Delimitation of areas of optimal and suboptimal potential. The results showed that there are 764 047 hectares with optimal potential. 79% of this area is located in the Central Depression of the state in the area of influence of the Rural Development Districts 01 and 04 Tuxtla Villa Flores. The cultivation of Moringa can be a good alternative for the warm humid climate of the state, given its wide adaptation and nutraceutical characteristics.

Keywords: *Moringa oleifera*, *biofuels*.

INTRODUCCIÓN

Los organismos de regulación internacional, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), han definido diferentes mecanismos como medidas de mitigación al cambio climático y al calentamiento de la atmósfera. Entre ellos, la producción de biocombustibles alternativos de aviación provenientes de fuentes de segunda generación, que coadyuven a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria a la atmósfera (CONACYT, 2012). En este sentido, el gobierno del estado de Chiapas, ha impulsado la producción de biocombustibles, a lo largo de toda su cadena productiva, haciendo un importante énfasis en el establecimiento de cultivos bioenergéticos de segunda generación (no usados en la dieta humana), como lo es el piñón (*Jatropha curcas* L.) el cual ha mostrado un gran potencial para la producción de biodiesel y bioqueroseno.

^{1, 2, 3.} **Investigadores del INIFAP. Chiapas. México.**

El estado de Chiapas, es uno de los 32 que conforman la República Mexicana. Está ubicado en la parte sureste del país (figura 1). Colinda al Norte con los estados de Tabasco y Veracruz, al Sur con el Océano Pacífico, al Poniente con el estado de Oaxaca y, al Este con las Repúblicas de Guatemala y Belice. Tiene una extensión de 73 311 km² (INEGI, 2010). En la actualidad, diversos estudios reportan que el aceite de la semilla de la Moringa (*Moringa oleífera* L) tiene propiedades fisicoquímicas que le permiten considerarla entre las fuentes de materia prima para la producción de bioetanol, biodiesel (Bisvas, 2008; Falasca y Bernabé, 2008) y bioqueroseno, en virtud de que su semilla contiene de 31-47% de aceite (Falasca y Bernabé, 2008)). Estudios realizados en Brasil, indicaron que el aceite de la semilla de Moringa, mostró un índice de acidez de 7.95 mg KOH/g, 7% de ácido palmítico, 2 % de palmitoleico, 4% de esteárico, 78% de oleico, 1% de linoleico, 4% de araquídico y 4% de behénico (Serra *et al.*, 2007). Ese alto contenido de ácido oleico significa que ese aceite es adecuado para obtención de biodiesel, con un bajo riesgo de insaturación. Ello indica su buena calidad por su estabilidad a la oxidación, facilitando el transporte y almacenamiento. El aceite además, puede ser empleado para consumo humano, fabricación de jabones, cosméticos, como lubricante de relojes (Ramachandran *et al.*, 1980). La torta se puede emplear como fertilizante por su alto contenido de nitrógeno. Las flores y las raíces contienen pterigospermina, un antibiótico efectivo en la lucha contra el cólera (Lizzy *et al.*, 1968). El árbol de moringa, durante los dos primeros años produce poca semilla, pero a partir del tercer año un solo árbol puede producir de 600 a 1600 kg de frutos por año (Parrota, 2003). El rendimiento obtenido por hectárea es de 3000 kg de semilla equivalente a 900 kg de aceite por hectárea, comparable con la soya que también rinde 3000 kg de grano por hectárea, pero sólo el 20% de aceite (Mohammed *et al.*, 2003). Otras características importantes para usar el aceite obtenido de la *Moringa oleífera* en la obtención de biodiesel son que posee un índice de cetano elevado, asegurando de esta manera una ignición retrasada que permite una combustión de alta calidad y que posee un índice de yodo alto, logrando una estabilidad en el combustible (Falasca y Bernabé, 2008).

La empresa Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México, convocaron en el 2012 a desarrollar el proyecto: Estudio de prefactibilidad para el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de una planta para la producción sustentable de bioqueroseno en el estado de Chiapas, mismo que fue desarrollado por el Instituto de Energías Renovables (IER) del estado de Chiapas. Uno de los objetivos de este proyecto, consistió en delimitar las áreas con alto potencial agroecológico para el cultivo Moringa.

Por todas las características favorables antes señaladas, la moringa cumple con los estándares necesarios para ser considerado como un árbol apto para la obtención de biodiesel (Biswas, 2008). Sin embargo, antes de invertir en la siembra de esta especie en el estado de Chiapas y, consecuentemente la posible construcción de una planta para la producción sustentable de bioqueroseno, fue necesario identificar y delimitar las áreas con alto potencial agroecológico para el cultivo de esta especie, con la finalidad de sugerir a las autoridades de planeación, donde y que superficie sembrar de Moringa.

Por lo tanto, para atender esta necesidad de información, el Instituto de Energías Renovables (IER) del Gobierno del estado de Chiapas y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), realizaron durante 2013, este estudio.

OBJETIVO

Delimitar las áreas con alto potencial agroecológicas para el cultivo de Moringa (*Moringa oleífera* L.) en el estado de Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante 2013 y 2014 a nivel estado de Chiapas, mismo que comprendió las siguientes etapas, sugeridas por Reynoso *et al.*,(2012):

Primera. Determinación de los requerimientos agroecológicos de moringa.

Consistió en identificar los rangos de requerimientos agroclimáticos que determinan el óptimo crecimiento y desarrollo; mediante la revisión de literatura, consultas electrónicas, entrevistas con especialistas y recorridos de campo en las parcelas sembradas de irregular con esta especie y basados en los conocimientos sobre el efecto de los elementos del clima, como la precipitación, la temperatura, la humedad ambiental y la luminosidad o radiación solar, entre otros (Subirós, 2000; Vered y Praveen, 2009).

Segunda. Caracterización de los componentes agroclimáticos del estado de Chiapas.

Clima

Se utilizó primeramente la información disponible en la base de datos del Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA) del INIFAP en el periodo 1961-2003 de las 92 estaciones climatológicas que cubren el estado de Chiapas (Serrano *et al.*, 2006; López *et al.*, 2009). Fue conveniente la actualización de los datos hasta el 2012, recabando información de la base de datos del INIFAP, del SMN a través de la Comisión Nacional del Agua y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); así como la base de datos de estaciones ubicadas en límites de los estados vecinos al estado de Chiapas.

Mediante el uso de las herramientas del Sistema de Información Geográfica Arc Gis 9.2, se generó la interpolación de valores con mayor ajuste en las imágenes ráster, clasificación de valores y la generación de imágenes shape mensuales para la temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación y cálculo de evapotranspiración con el método del tanque Tipo A.

Edáfica.

Se hizo uso de la información digitalizada de las cartas edáficas y unidades de suelos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI; 1993), para delimitar las unidades de suelos con vocación agrícola y forestal; considerando las características físicas favorables y limitantes, para Moringa. Entre las variables que se consideraron destacan: Las unidades de suelo agrícola y/o forestal, profundidad y textura. Complementariamente se realizó un muestreo de suelos en las parcelas donde existen plantas de moringa para su análisis físico y químico..

Topográfica.

Para la determinación de los mapas de altitud (msnm) y pendiente (%) del terreno para el estado, en formato ráster, se usó el Modelo Digital de Elevación del INEGI.

Tercera. Delimitación de áreas con potencial agroecológico

Una vez ya generadas las imágenes temáticas de requerimientos de la especie (clima y suelo), se hicieron la sobreposición imágenes ráster y shape de zonas potenciales por variables climáticas y edáficas, y con la clasificación de áreas óptimas, sub-óptimas y marginales. y la delimitación de áreas con categorías potenciales agroecológicos. Sobre este producto final se usó la carta de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000 Serie III del INEGI, para descartar áreas con uso forestal, zonas urbanas, asentamientos humanos y cuerpos de agua, para quedarse con áreas de potencial.

De las interacciones de las variables climáticas y edáficas, se obtuvo el mapa de área con potencial agroecológico con las categorías óptimas, sub-óptimas y marginales a nivel estado, y en especial para los DDRs 01 Tuxtla Gutiérrez y 04 Villaflores de la SAGARPA, porque en éstos se registraron las mayores superficies potenciales y para cada uno de los municipios que comprenden estos DDRs.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Requerimientos agroecológicos para el cultivo de Moringa (*Moringa oleífera* L.)

En el cuadro 1, se presentan los valores óptimos, subóptimos y marginales de las variables agroecológicas para el cultivo de Moringa, mismos que fueron usados para la elaboración de los mapas temáticos y, finalmente, para la elaboración de los mapas de áreas potenciales para esta especie. La distribución de los cultivos en el mundo está determinada por los factores climáticos y edáficos. El agua afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas ya que actúa como constituyente, solvente, responsable de la turgencia celular y reguladora de su temperatura celular. Según la información del cuadro 1, la moringa se adapta a altitudes que varían de siete a 800 metros sobre el nivel del mar (Falasca y Bernabé, 2008). Requiere al menos de 700 mm anuales de lluvia (Nautiyal and Venhataraman, 1987), aunque hay reporte de lugares del pacifico como Nicaragua donde con 300 mm crece muy bien, pero tolera una precipitación anual de 500 a 1,500 mm de lluvia anuales (Reyes, 2004). Respecto a sus temperaturas óptimas, estas varían de 24 a 32 °C (cuadro 1) observándose que esta especie es de climas cálidos subhúmedos (Troup,1921). Se puede cultivar sin problemas en terrenos con pendientes de hasta 15%, en terrenos con mayores pendientes el arbusto puede caer, en virtud de que su sistema radical no es muy profundo. De preferencia debe sembrarse en suelos luvisoles y/o feozem (Falasca y Bernabé, 2008) cuyas características son profundos y con buen contenido de materia orgánica.

Cada especie vegetal se halla asociada a una determinada combinación de elementos climáticos que son los más favorables para su crecimiento, así como ciertos extremos de calor, frío o sequía más allá de los cuales el vegetal no puede sobrevivir (Köeppen, 1918), razón por la cual, en este estudio solo son de interés las áreas con valores óptimos de cada factor agroecológico consideradas como zonas de alto potencial Sin embargo, en su hábitat natural las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones. Durante los meses más fríos soporta temperaturas entre -1°C y 3°C, mientras que en los meses más cálidos de 38°C a 48°C (Troup,1921). La precipitación anual en esa región oscila entre 750 mm a 2200 mm (Nautiyal and Venhataraman, 1987; Troup, 1921). Es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del E, donde las precipitaciones alcanzan sólo los 300 mm anuales, donde muy probablemente incluyan algún tipo de riego artificial (Both and Wickens, 1988; Ramachandran et al., 1980). Otros reportes indican

que crece con precipitaciones anuales de 480 a 4030 mm y una temperatura media anual de 18.0 a 28.5 °C (Duke. 1983). Si bien esta especie es resistente a la sequía, tiene tendencia a perder las hojas en períodos de estrés hídrico. Normalmente florece cuando el árbol ha perdido sus hojas (Espinosa-Paz, observación personal). En varios estados de la República se tienen condiciones de temperatura y precipitación extremas; por lo que, esta especie cobra mucho interés para su cultivo en el estado de Chiapas.

Cuadro 1. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de *Moringa oleifera* L.

Variable	Requerimientos agroclimáticos		
	Óptimo	Subóptimo	Marginal
Altitud (msnm)	7 a 800	800 a 1200	< 7 y > 1200
Temperatura (°C)	24 a 32	22-24 a 30-32	< 24 y > 32
Precipitación (mm)	700 a 1500	500 a 700 y 1500 a 2200	< 500 y > 2200
Humedad relativa (%)	60 a 70	50 a 60 y 70 a 80	< 50 y > 80
Pendiente (%)	2 - 15	2 a 15 y 30 a 50	> 50
Tipos de suelos	Luvisol, Feozem, Regosol,	Cambisol, Vertisol,	Litosol

Fuentes: Falasca y Bernabé (2008); Both and Wickens (1988); Troup (1921); Ramachandran *et al.*,(1980); Nautiyal and Venhataraman (1987).

Caracterización agroclimática del estado de Chiapas

Temperatura

Las temperaturas óptimas se registran en las regiones del Soconusco, Costa, Depresión Central y en la parte norte del estado, en los límites con el estado de Tabasco. Las temperaturas fluctúan de 24 a 32 °C de acuerdo con la literatura revisada: Falasca y Bernabé (2008); Both and Wickens (1988); Troup (1921); Ramachandran *et al.*,(1980); Nautiyal and Venhataraman (1987). La temperatura, la altitud y la precipitación son los parámetros agroecológicos que determinan el tipo de vegetación de un lugar y, en este caso la adaptación de *Moringa*. En el estado existen bastantes áreas que tienen estas temperaturas óptimas y, no se considera un factor limitante en cuanto a superficie para el cultivo de esta especie. En las regiones de la Sierra Sur y Los Altos, las temperaturas son bajas y la *Moringa* no prospera.

Precipitación

La precipitación óptima para el cultivo de *Moringa* varía de 700 a 1500 milímetros (cuadro 1). En la Depresión Central del estado, es donde se registran estas precipitaciones. La planta de *Moringa*, presenta gran resistencia a la sequía, por lo que se puede sembrar en gran superficie del estado, sin embargo, en la Depresión Central es la región con mayor superficie. Por su alto

rango se adaptación a la sequía, en muchos países con climas secos se utiliza para reforestar. Durante los recorridos de campo, se observó en el estado de Chiapas, hay poca superficie (no pasa de 30 hectáreas) sembradas con esta especie en diferentes condiciones de humedad en el suelo. Sin embargo, deben utilizarse las áreas secas para su cultivo, donde el maíz presenta problemas por sequía.

Altitud

La altitud óptima para el cultivo de Moringa es de 7 a 800 metros sobre el nivel del mar (cuadro 1) y su distribución espacial se muestra en la figura 3. Observándose que las regiones del Soconusco, Costa, Depresión Central y la parte norte del estado, es donde la altitud es óptima para su cultivo.

Pendiente

La planta de Moringa puede prosperar terrenos con pendientes pronunciadas, sin embargo es preferible sembrarla en terrenos con pendientes de 7 a 15% (cuadro 1), debido a que su sistema radical no es muy profundo (Espinosa-Paz, observación personal) y puede acamarse en las área donde los vientos son fuertes en los meses de febrero y marzo. En la figura 4, se muestra la distribución de las topografía del estado de Chiapas, observándose que ésta es muy variada. Por el contrario, si el suelo es inundable y de textura arcillosa (vertisol). La planta de moringa, no prospera. Esta tienen mejor respuesta en suelos bien drenados, con pendientes hasta del 15% y de textura arenosa (Perez, 2012).

La pendiente óptima varía de 2 a 15% (cuadro 1) y generalmente estas se presentan en la Depresión Central del estado, Meseta Comiteca y la parte norte del estado. Debido a que la orografía del estado es muy diversa, la Depresión central del estado presenta pendientes óptimas para el cultivo de Moringa.

Edáfica

La Moringa crece en todo tipo de suelos, duros o pesados, ácidos hasta alcalinos (pH 4.5-8), con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica, no obstante, la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto por todo el año; incluso, tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados (Pérez y Sánchez, 2012).

Según la información del cuadro 1, los tipos de suelo óptimos para el cultivo de la Moringa son: Regosol, Fluvisol y Feozem. Estos se encuentran distribuidos en todo el estado, sin embargo, la región de la Depresión Central del estado, que corresponde a los Distritos de Desarrollo Rural (DDRS) Tuxtla y Villa Flores tiene estos tipos de suelos.

De acuerdo a todos los parámetros agroecológicos, se puede decir que la Moringa es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se puede adaptar a diferentes condiciones de temperatura, precipitación altitud, pendiente y suelo (Pérez y Sánchez, 2010), por lo que no presenta problemas para su cultivo en varias regiones del estado de Chiapas. No está reportado, como estos factores afectan la calidad de aceite que la planta de Moringa produce bajo esta diversidad de ambientes..

Delimitación de las áreas con potencial agroecológico

En el estado existe una superficie de 764 067 hectáreas con óptimo y 1 829 401 con potencial subóptimo. En esta misma figura, se observa que la superficie de óptimo potencial, en su mayoría se registra en los DDRs 01Tuxtla y 04 Villa Flores de la SAGARPA. La superficie total de óptimo potencial de ambos DDRs es de 595 795 hectáreas y representa el 79% del total que tiene el estado.

El DDR 01 Tuxtla tiene una superficie de 377 341 hectáreas, mientras que el DDR 04 Villa Flores tiene 218 454 hectáreas. La superficie de óptimo potencial del DDR 01 Tuxtla, representa el 50% de la superficie del estado, mientras que la del DDR Villa Flores representa el 29%. En el DDR 01 Tuxtla los municipios de Acala, Cintalapa, Jiquipilas, Chiapa de Corzo y Ocozocoautla, presentan la mayor superficie con óptimo potencial para el cultivo de Moringa. Mientras que en el DDR 04 Villa Flores, son los municipios que presentan mayor superficie con alto potencial son: La Concordia, Villa Corzo y Villa Flores, mientras que el municipio de Monte Cristo, solo presenta superficie de mediano potencial.

Los resultados muestran que en el estado de Chiapas, se tienen las condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de Moringa en superficies considerables, principalmente en la Depresión Central del estado. Se observa que estas superficies se localizan, en mayor cantidad, en el área de influencia de los DDRs 01 Tuxtla y 04 Villa Flores. De preferencia deben usarse aquellos suelos donde el cultivo de maíz, no prospera bien por problemas causados por la mala distribución de las lluvias durante el ciclo del cultivo, causando sequías con diferente grado de intensidad y, finalmente, baja producción de grano. La importancia de este estudio, radica en que las siembras de esta especie, pueden concentrarse en algunos municipios de estos dos DDRs y facilitar el acopio de la semilla e inclusive la instalación de una planta extractora de aceite en el estado, para la producción de biocombustibles.

La especie de Moringa es utilizada a nivel mundial principalmente como una hortaliza perenne. La calidad nutritiva de sus semillas, tallos y flores comestibles es impresionante. Se está revelando a nivel mundial como un recurso de primer orden y con un bajo costo de producción por hectárea (Espinosa, 2014). Puede considerarse como una alternativa para prevenir la desnutrición y múltiples patologías, como la ceguera infantil, asociada a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta (Falasca y Bernabé, 2008).

Las pequeñas plantaciones que existen en el estado de Chiapas, es para fines medicinales y forrajeros, principalmente, debido a que las hojas frescas contienen gramo por gramo: 10 veces más vitamina A que las zanahorias y de la cantidad de vitamina C que tienen las naranjas; 17 veces más calcio que la leche; 15 veces más potasio que los bananos; 25 veces más hierro que la espinaca; 9 veces más proteína que el yogur (Gopalan *et al.*, 1971).

No hay interés por los productores por la producción de biocombustibles en el estado de Chiapas. No se conoce mucho sobre las prácticas agronómicas para su cultivo, por lo que, esta debe ser la primer línea de investigación que debe abordarse para generar tecnología para la producción de materia prima para cualquier uso.

CONCLUSIONES

1. El estado de Chiapas tiene 764 047 hectáreas con óptimo potencial para establecer el cultivo de Moringa, para la producción de biocombustibles y, dadas sus características nutraceuticas, puede ser usada en la alimentación y medicina humana y forraje para todo tipo de animal.
2. En la región de la Depresión Central del estado, existe una superficie de 595 795 hectáreas con óptimas condiciones agroecológicas para el cultivo de Moringa. Esta superficie, representa el 78% de la superficie total que el estado de Chiapas tiene en óptimas condiciones agroecológicas.
3. Los municipios del estado con mayor superficie con alto potencial agroecológico son: Acala, Chiapa de Corzo, Cintalapa, Jiquipilas, Ocozocoautla, Venustiano Carranza, Tepactán, Villa Flores, Villa Corzo y La Concordia, por lo éstos deben considerarse en prioridad para establecer plantaciones de Moringa.
4. Este trabajo contribuyó a delimitar las áreas con óptimo potencial agroecológico, para que las autoridades encargadas de planear proyectos, implementen el cultivo de Moringa como una alternativa más de producción en las zonas rurales.

SUGERENCIAS

1. Experimentar el cultivo de Moringa en su forma perenne y/o anual, en las áreas de óptimo potencial agroecológico con propósito de: alimentación humana, alimentación animal y producción de aceite para obtener biocombustibles.
2. Estudiar la producción de biomasa sembrando esta especie en altas densidades de población. Castillo (2007) estudió las propiedades de la moringa y sus posibilidades de obtención de biodiesel y bioetanol. Él considera que un millón de plantas por hectárea produce 600 toneladas de biomasa en 8 cortes, pudiéndose hacer el primer corte a los 60 días. Sostiene que a partir de esa biomasa podrían obtenerse 20000 l/ha de bioetanol.
3. Generar el paquete tecnológico para el cultivo de Moringa en la Depresión Central de Chiapas, así como estudiar su rentabilidad y sustentabilidad.
4. Debe analizarse el impacto social que puede generar el cultivo de la Moringa en el estado de Chiapas ya que en las zonas rurales existe pobreza, desnutrición y enfermedades.
5. Finalmente, usar esta especie en los programas estatales de reforestación para la captura de carbono y, disminuir los efectos del cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Both, F. and Wickena, G.E. 1988. Non-timber uses of selected arid zone trees and shrubs in Africa. FAO Conservation Guide 19. Rome: Food and Agriculture Organization. 176 pp.

CONACYT, 2011. Demandas del sector, convocatoria 2021, fondo sectorial de investigación para el desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea

Duke, J.A. 1983. Handbook of Energy Crops. (unpublished).

Köeppen, W. 1918. A Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag and Jahreslauf. *PetermannsGeogr. Mitt.* 64:193-203.

López L., A; A.D. Báez G; J A. Ruiz C y G. Medina G. 2009. Caracterización climática y Edáfica del área de abastecimiento del ingenio Pujilic, Chiapas. 1ra. Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Campo Experimental Centro de Chiapas. Publicación Especial Numero 1 México. 48 PP.

Mohammed, A.S; Lai, O.M; Muhammad, S.K.S; Long, K. and Ghazali, H.M. 2003. Moringa oleifera, Potentially a New Source of Oleic Acyd-type oil for Malaysia. Investing in Innovation. V3. Bioscience and Biotechnology. Universiti Putra Malaysia. 137-140.

Nautiyal, B.P and Venhataraman, K.G. 1987. Moringa an ideal tree for social forestry. 1: Growing conditions and uses.

Parrota, J. 2003. *Moringa oleifera* Lam. Resedá, horseradish tree. SO-ITF-SM-61. New Orleans, LA: US. Department of Agricultural. Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 pp.

Ramanchandran, C; Peter, K.V; and Gopalakrishman, P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable . *Economic Botany*, 34 (3) 276-283.

Serra, T.M; da Silva, J. P; dos Santos, I. C, Meneghetti, M; Meneghetti, S.M; Wolf, C; e Gossmann, M. 2007. Obtenção do Biodiesel metílico a partir de óleo de Moringa oleifera em presença de catalisador básico e ácido. *Anais. 30 ° Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Química*.

Reynoso S., R; López L., A.; López B., W.; y Ruiz C., J, A. (2012) áreas potenciales para el cultivo del Agave (*Agave americana* L.) en la Meseta Comiteca, Chiapas. INIFAP, CIRPAS, CECECH. Folleto técnico No. 13.

Serrano A., S.V; G. Díaz P.; A. López L.,A; M. A. Cano G; A. D. Báez G y E. R. Garrido R. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chiapas (Periodo 1961-2003). Libro técnico No. 1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro Chiapas. México. 186. P.