

GOBIERNO DEL
ESTADO DE
TABASCO

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN EL ESTADO DE TABASCO.



SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROPECUARIO
FORESTAL Y PESCA



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro

Dr. José Francisco Juárez López

Dr. David Jesús Palma López

Dr. Rutilo López López

M.C. Benigno Rivera Hernández

M.C. Joaquín Alberto Rincón Ramírez

Ing. Ambiental Román Morales Colorado

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE PALMA DE ACEITE EN MÉXICO Y EN TABASCO	2
IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS.....	6
V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS.....	9
VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	10
VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE.....	12
7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO	13
7.1.1. División climática.....	13
7.1.2. Período de crecimiento.....	14
7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO.....	14
7.2.1. División edafológica.....	14
7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN	15
7.3.1. Información climática.....	15
7.3.2. Información edafológica	15
7.3.3. Información cartográfica.....	15
VIII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE.....	16
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
X. CONCLUSIONES	21
XI. BIBLIOGRAFÍA	22
XII. ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE PALMA DE ACEITE EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL.	3
CUADRO 2. SUPERFICIE CULTIVADA DE PALMA DE ACEITE EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL.....	3
CUADRO 3. RENDIMIENTO DE PALMA DE ACEITE EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL.	3
CUADRO 4. RENDIMIENTO DE PALMA DE ACEITE EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL.	4
CUADRO 5. SUPERFICIE CULTIVADA DE PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL, EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL.	5
CUADRO 6. RENDIMIENTO DE PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL, EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL.	5
CUADRO 7. NIVELES INDICATIVOS DE FERTILIDAD EN EL SUELO, PROPICIO PARA EL CULTIVO DE LA PALMA DE ACEITE.	9
CUADRO 8. VARIABLES SELECCIONADAS PARA DEFINIR ÁREAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO.....	12

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE PALMA DE ACEITE EN MÉXICO EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL MAS RIEGO.....	4
FIGURA 2. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE.	11
FIGURA 3. SUPERFICIE POR MUNICIPIOS CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA CULTIVO DE PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO.....	20
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE LA PALMA DE ACEITE EN TABASCO.	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE TABASCO.....	29
ANEXO 2. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (FAO, 1994).....	30
ANEXO 3. ZONAS CON POTENCIAL CLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO.....	31
ANEXO 4. ZONAS CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO.....	32
ANEXO 5. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE LA PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO.	33
ANEXO 6. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE EN EL ESTADO DE TABASCO.....	34

I. INTRODUCCIÓN

La palma de aceite es el cultivo de oleaginosas más productivo del mundo. Una hectárea del cultivo puede producir entre seis y diez veces más aceite que otras oleaginosas (Raygada, 2005). Por su gran versatilidad de usos es materia prima importante en múltiples productos comestibles y no comestibles. Los aceites de palma y de palmiste en conjunto, representan más de la tercera parte de la producción de los diecisiete aceites y grasas vegetales que se comercializan en el mundo (INDUPALMA, 2005).

El crecimiento de la demanda mundial de aceites y grasas ha venido superando la oferta en los últimos años, con una tendencia sostenida. Este incremento se explica principalmente por: a) El crecimiento de las economías del sudeste asiático, China e India, que presentan una creciente demanda de aceite de palma. b) El auge de la industria de los biocombustibles, especialmente en Europa y Estados Unidos; que genera una creciente demanda de aceites vegetales para producir biodiesel y c) El desarrollo general de la industria oleo-química la cual presenta una gran oportunidad para la utilización de los aceites de palma y de palmiste, como materia prima para la producción de muchos productos tales como: jabones, champús, cremas y cosméticos, detergentes, ceras, plásticos, cauchos, textiles, lubricantes, aditivos para grasas y agroquímicos, resinas y pinturas de superficie, entre otros (INDUPALMA, 2005).

El 84% de la producción de palma de aceite en el mundo se concentra en dos países Malasia (45%) e Indonesia (39%) los cuales también son los principales exportadores. En América, Colombia es el mayor productor y aporta el 1% a la producción mundial, aunque ocupa el cuarto lugar como país exportador. El 60% de las importaciones de palma de aceite en el mundo la realizan tres países: China (26%), India (21%) y los Países Bajos (13%) (APPS-FAO. 2004).

En México se siembra alrededor de 30,034.77 hectáreas de palma de aceite, las cuales producen alrededor de 292,499.18 toneladas, con rendimientos promedios de 12.29 t ha^{-1} , que generan \$340 millones 238 mil pesos. Tabasco ocupa el tercer lugar en superficie sembrada con 3,440.27 ha y en producción con 11,380.97 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2007).

La palma de aceite es un cultivo agroindustrial importante en la generación de empleo y divisas para el estado de Tabasco, por lo que el gobierno a través de las instituciones de enseñanza e investigación, tienen como objetivo conocer las áreas con mayor potencial para dicho cultivo, para asegurar los máximo rendimiento para incrementar la rentabilidad del cultivo.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) mediante la determinación de zonas con alta potencialidad productiva.
- ✚ Elaborar un mapa del estado de Tabasco donde se indiquen la(s) zonas con alta potencialidad productiva para el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq).

III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE PALMA DE ACEITE EN MÉXICO Y EN TABASCO

La superficie cultivada de palma de aceite en la modalidad de temporal en México, se ha visto incrementada en un 20% en el año 2007 con respecto al año 2003 (Cuadro 1). En el año 2007 a nivel nacional se sembraron 29,276.77 hectáreas, de ellas en el estado de Chiapas se concentran el 56%. En la

modalidad de riego solo se cultivan 758 hectáreas que se localizan en los estados de Campeche y Chiapas (SIAP-SAGARPA, 2008).

Cuadro 1. Superficie cultivada de palma de aceite en la modalidad de temporal por estado y a nivel nacional.

ESTADOS	Superficie en hectáreas				
	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	1,013.00	1,013.00	1,013.00	3,019.00	3,019.00
CHIAPAS	16,011.20	15,824.00	15,976.50	16,160.00	16,400.00
TABASCO	4,350.00	5,919.00	3,440.27	3,440.27	3,440.27
VERACRUZ	2,023.50	7,847.00	7,128.50	6,330.00	6,417.50
TOTAL	23,397.70	30,603.00	27,558.27	28,949.27	29,276.77

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 2. Superficie cultivada de palma de aceite en la modalidad de riego por estado y a nivel nacional.

ESTADOS	Superficie en hectáreas				
	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	4,987.00	4,987.00	4,987.00	126.00	126.00
CHIAPAS	782.00	784.00	784.00	629.00	632.00
TOTAL	5,769.00	5,771.00	5,771.00	755.00	758.00

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Los rendimientos a nivel nacional de palma de aceite en la modalidad de temporal son de 12 t ha⁻¹ (Cuadro 3) y en la modalidad de riego son de 21 t ha⁻¹ (Cuadro 4).

Cuadro 3. Rendimiento de palma de aceite en la modalidad de temporal por estado y a nivel nacional.

ESTADOS	Toneladas por hectáreas				
	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	0.00	0.00	0.00	9.76	6.62
CHIAPAS	18.72	18.00	13.28	14.86	14.50
TABASCO	11.72	4.00	8.64	9.32	5.10
VERACRUZ	4.04	4.00	7.13	13.23	9.35
PROMEDIO	16.06	13.81	11.82	13.90	12.05

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 4. Rendimiento de palma de aceite en la modalidad de riego por estado y a nivel nacional.

ESTADOS	Toneladas por hectáreas				
	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	0.00	0.00	0.00	17.98	0.00
CHIAPAS	14.77	16.38	15.03	19.18	21.15
PROMEDIO	14.77	16.39	15.03	19.16	21.15

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

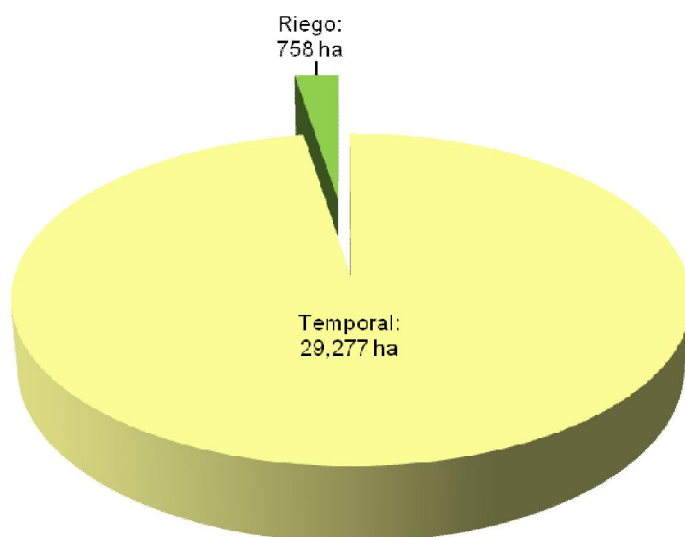


Figura 1. Superficie cultivada de palma de aceite en México en la modalidad de temporal más riego.

En el estado de Tabasco, la palma de aceite se cultiva en nueve municipios en la modalidad de temporal. En el año 2007 a nivel estatal se sembraron 3,340 hectáreas, de ellas el 45% se cultiva en el municipio de Balancán (Cuadro 5). Los rendimientos a nivel estatal son de 5.1 t ha^{-1} siendo los municipios de Macuspana y Jalapa los que reportan los mayores rendimientos con 8 t ha^{-1} y 7.4 t ha^{-1} respectivamente (Cuadro 6). En el estado de Tabasco, no se cultiva la palma de aceite con riego.

Cuadro 5. Superficie cultivada de palma de aceite en el estado de Tabasco, a nivel municipal, en la modalidad de temporal.

MUNICIPIOS	Superficie en hectáreas				
	2003	2004	2005	2006	2007
BALANCAN	802.00	2,518.50	1,559.00	1,559.00	1,559.00
CENTRO	47.00	47.00	22.10	22.10	22.10
EMILIANO ZAPATA	25.00	15.00	0.00	0.00	0.00
JALAPA	746.00	738.00	523.65	523.65	523.65
JONUTA	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00
MACUSPANA	272.00	272.00	121.20	121.20	121.20
TACOTALPA	560.00	405.00	277.31	277.31	277.31
TEAPA	39.00	39.00	16.01	16.01	16.01
TENOSIQUE	1,834.00	1,859.50	921.00	921.00	921.00
TOTAL	4,350.00	5,919.00	3,440.27	3,440.27	3,440.27

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 6. Rendimiento de palma de aceite en el estado de Tabasco, a nivel municipal, en la modalidad de temporal.

MUNICIPIOS	Toneladas por hectáreas				
	2003	2004	2005	2006	2007
BALANCAN	0.00	0.00	0.00	2.02	4.50
CENTRO	6.30	5.30	7.95	12.99	5.57
EMILIANO ZAPATA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JALAPA	12.00	5.30	15.00	16.00	7.40
JONUTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MACUSPANA	7.00	5.30	12.32	14.00	8.00
TACOTALPA	3.52	5.30	11.04	14.00	2.47
TEAPA	32.00	5.31	21.99	13.99	6.06
TENOSIQUE	0.00	1.60	1.90	2.09	4.50
PROMEDIO	11.72	4.00	8.64	9.33	5.10

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

La mayoría de las plantaciones comerciales de palma de aceite en el mundo se localizan en las regiones donde la temperatura media anual fluctúa entre 24 y 28°C. Los mayores rendimientos en racimo, se han obtenido en regiones con temperaturas medias anuales que varían entre 25 a 27°C. Por otro lado, existen comunidades de palma semi-silvestres fructificado cerca del Ecuador a elevaciones de al menos hasta 1300 m, y de acuerdo a viejas observaciones, inclusive a niveles superiores (Zeven, 1965). Esto significa que la mayor temperatura media anual que soportan las palmas puede ser cercana a los 20°C.

La diferencia entre la temperatura promedio mensual más alta en el año, menos la temperatura promedio mensual más baja, es lo que se conoce como variación anual de la temperatura u oscilación anual. Esta variación anual, es alrededor de 3.0 y 3.8°C en plantaciones comerciales de Malasia, África Occidental y Honduras respectivamente. Aunque, en comunidades semi-silvestres en Brasil, esta variación llega a valores de 5.8°C.

La diferencia entre la temperatura máxima diaria promedio de un mes, menos la temperatura mínima diaria promedio para este mes, se define como variación diaria u oscilación diaria. El promedio anual de la variación diaria en las regiones productoras de palma de aceite en el mundo varía entre 4.8 y 11.2°C. Sin embargo, el 50% de estas regiones, están en el estrecho rango entre 8 a 10°C (Hartley, 1988).

Las temperaturas máximas y mínimas absolutas anuales registradas en regiones productoras de palma de aceite del mundo son cercanas a los 38 y 8 °C respectivamente. Se ha observado en invernadero, que cuando las palmas son ocasionalmente expuestas a estas temperaturas, no pasa nada, ni presentan un daño visible. Aunque, por otro lado, palmas expuestas a temperaturas diurnas de alrededor de 17°C y nocturnas de 7°C durante 4 meses en un fitotrón, prácticamente cesan su crecimiento y se tornan muy cloróticas. Sin embargo, estas

mismas plantas se recuperan, cuando las condiciones de temperatura regresan a su normalidad (Ferwerda, 1977).

Otras observaciones en un fitotrón, muestran que cuando la temperatura por periodos prolongados, son menores a 19°C, se reduce considerablemente las tasas de crecimiento y emisión de hojas; mismas que se incrementan linealmente con la temperatura, hasta los 28°C. Cuando la temperatura baja hasta los 15°C cesa el crecimiento (Corley y Gray 1976a). Asimismo, las bajas temperaturas pueden aumentar el aborto en las inflorescencias antes de la antesis y retardar la maduración en los racimos (Ferwerda, 1977).

Diversos investigadores reportan que la temperatura promedio mensual máxima adecuada para el cultivo de la palma de aceite fluctúa entre 28 a 34°C (Ramírez, 1991 y Ochse *et al.*, 1976). Por su parte Obisesan y Tunde (1987) señalan que cuando ocurren las temperaturas altas durante el periodo seco, las hojas pueden ser un factor limitante en la fotosíntesis. En cambio, la temperatura mínima promedio mensual debe ser igual o mayor a los 17°C, ya que valores menores provocan un bloqueo en el procesos de maduración (Ochse *et al.*, 1976, Ramírez, 1991).

En cuanto a la distribución de la lluvia, estos mismos autores reportan que la cantidad óptima mensual es de 150 mm, ya que valores menores afectan notablemente los rendimientos debidos a la baja emisión foliar, bajo número y poco peso de los racimos (Ochs y Daniel, 1976, y Hartley 1988). Se considera a un mes seco, cuando su precipitación total es menor de 60 mm. El criterio propuesto por estos autores es que el número de meses secos no debe ser mayor a 3 meses consecutivos, pues los rendimientos se afectan considerablemente.

Una adecuada disponibilidad de humedad del suelo en forma constantes durante todo el ciclo del cultivo es importante, ya que la palma de aceite crece y fructifica continuamente. Se establece que existe un déficit de humedad, en cierto

periodo de tiempo, cuando la reserva de humedad del suelo, más la precipitación recibida no cubren los requerimientos de agua del cultivo, para ese periodo de tiempo escogido. Ese requerimiento de agua, se hace equivalente al valor de la evapotranspiración potencial (ETP).

Se sabe que palmas jóvenes pierden alrededor de 120mm mes^{-1} , aunque en las regiones más importantes del mundo, la ETP es cercana a los 150mm mes^{-1} y puede ser hasta de 300mm mes^{-1} en su máxima demanda (Tinker, 1976). Para un buen rendimiento, bajo condiciones de temporal, el déficit de humedad debe ser menor a los 200mm. Cuando el déficit es mayor a los 500mm se recomienda el riego (Ochse *et al.*, 1976).

La tasa de absorción de agua depende de la severidad del periodo seco. Pues mediante la absorción, los racimos se reducen a un cierto nivel, fácil de ser sostenidos por la palma de aceite (Broekmans, 1957). El riego complementario en la época de seca, es una alternativa para prevenir el abortamiento, y con ello promover mayores rendimientos.

Se considera que una adecuada humedad relativa promedio es de alrededor del 70%. Valores menores, durante la floración pueden afectarla; en cambio, valores mayores al 70% son benéficas, para la maduración del fruto. Cuando la temperatura es mayor a 30°C , con humedad relativa imperante del 65% ocasionan el cierre estomacal, afectando el proceso fotosintético y la formación de biomasa (Ochse *et al.*, 1976).

Se reporta que la cantidad adecuada de radiación global para la palma de aceite debe ser de $12\text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$. Aunque en Costa de Marfil se presentan valores promedios mensuales entre 11 a $18\text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$. En Malasia, la radiación global es superior a $17\text{ MJ m}^{-2}\text{ d}^{-1}$ (Ochse *et al.*, 1976).

V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

El suelo que este cultivo requiere es fértil (Cuadro 7), con horizonte superficial de 8 a 120cm, de textura franca y un subsuelo arcilloso, no pesado que retenga humedad. Los suelos de tipo arenosos (texturas gruesas) no se recomiendan para este cultivo ni los extremadamente arcillosos (INDUPALMA, 2005).

Deben ser suelos planos o ligeramente ondulados. En general en los trópicos se recomienda sembrar esta especie en los aluviales jóvenes asociados a vega de río; aunque igual se puede cultivar en suelos ácidos, de menor fertilidad, donde se le aplicaría el manejo necesario y aplicación de fertilizantes químicos. Es muy importante la disponibilidad de humedad del suelo en forma constante, durante todo el ciclo del cultivo, ya que la palma de aceite crece y fructifica continuamente.

Cuadro 7. Niveles indicativos de fertilidad en el suelo, propicio para el cultivo de la palma de aceite.

ELEMENTO	NIVEL INDICATIVO
Carbonó	1.00%
Nitrógeno total	0.10%
Fósforo total	300-400 ppm
Potasio disponible	0.2 meq/100g
Calcio disponible	desconocido
Magnesio disponible	0.4 meq/100g
Manganeso	200 ppm
Cobre	10 ppm
Boro	0.3 ppm
Fierro	1%
Molibdeno	0.5 ppm
Zinc	0.8 ppm

Fuente: Jaquemard (1995).

VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

Con la finalidad de proporcionar una idea general del procedimiento empleado en la zonificación, en los siguientes párrafos se explica de manera resumida el método y, para mayor información al respecto se sugiere consultar consultar “El Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de Cultivos Básicos en Condiciones de Temporal” de Tijerina *et al.*, (1990).

La producción sustentable de alimentos es determinada por un lado, por los factores ambientales (suelo y clima) y por el otro lado, por un complejo de factores socio-económicos, culturales y tecnológicos. La determinación de zonas de alta potencialidad para cultivos de palma de aceite en el presente estudio, solo analiza los factores ambientales.

Para la determinación de las zonas de alta potencialidad para cultivos se utilizó el procedimiento de Zonificación Agroecológica propuesto por la FAO (1981). En colaboración con el *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) el procedimiento expandió sus capacidades al incorporar una herramienta de ayuda en la toma de decisiones con múltiples criterios para optimizar el uso del recurso suelo, analizando diferentes escenarios en función de un objetivo (Fischer *et al.*, 1998). Derivado de ello la FAO desarrolló el programa de computo AEZWIN que integra todo lo anterior y que se puede adquirir en el portal de la FAO (www.fao.org).

En la Figura 2 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo de palma de aceite.



Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de palma de aceite.

El anterior esquema se basa en el análisis del marco biofísico (ambiental), y trata de responder las siguientes preguntas:

- ✚ ¿Existe la posibilidad de expandir o introducir con éxito un cultivo?
- ✚ ¿Dónde sembrarlo o establecerlo?
- ✚ En cultivos anuales de secano: ¿Cuándo es la época propicia para sembrarlo o establecerlo?
- ✚ ¿Cuánto rendimiento puedo esperar?

Una vez definida la zona de estudio, el procedimiento en general, comprende ocho etapas, las cuales son:

1. Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo.

2. Acopio de datos climatológicos y estimación de elementos faltantes.
3. Análisis agroclimático, para definir el inventario climático y las divisiones climáticas.
4. Análisis fisioedáfico para definir el inventario edáfico y las divisiones edafológicas.
5. Elaboración de los mapas componentes.
6. Síntesis cartográfica sucesiva.
7. Presentación de resultados.
8. Verificación de campo (cuando el cultivo existe en el campo).

VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivos en el cultivo de palma de aceite fueron: clima y suelo por la relación directa guardan con el rendimiento del cultivo, dentro de las variables climáticas se analizaron cinco elementos climáticos y ocho propiedades edafológicas (físicas y químicas) (Cuadro 8). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO (1994) en el siguiente sitio de Internet: <http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>.

Cuadro 8. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo palma de aceite en el estado de Tabasco.

Variable climáticas	Variable edáficas
Precipitación total	Profundidad
Temperatura media anual	Fertilidad
Promedio de la temperatura mínima	Textura
Promedio de la temperatura máxima.	pH
Radiación	Pendiente (%)
	Drenaje
	Salinidad
	Toxicidad por aluminio.

Como parte del proceso de selección de la información, se utilizó la base de datos del programa ERIC III (IMTA, 2003); que permitió analizar los registros diarios de temperatura y precipitación de 93 estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco, utilizando como criterios la longitud de la serie histórica y su distribución geográfica para el Estado.

De estas 93 estaciones reportadas para el estado de Tabasco, solo 35 cumplían con los requisitos anteriormente mencionados, ya que el resto mostraban información incompleta, registros cortos y/o poca representatividad geográfica.

Para complementar la información reportada por ERIC III, (IMTA, 2003), se acudió a la base de datos reportada por García (2004), para las variables de precipitación y temperaturas. De esta manera, se seleccionaron las 35 estaciones meteorológicas que se reportan en el (Anexo 1).

Se consultó información vía INTERNET, así como la documentación disponible en la Biblioteca del Colegio de Postgraduados en Cárdenas Tabasco y la biblioteca del INIFAP en Huimanguillo Tabasco. Esto con la finalidad de hacer una investigación más extensa en conocimientos edafoclimáticos del cultivo de palma de aceite.

7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO

La elaboración de un inventario climático de acuerdo a los lineamientos de la FAO (1978 y 1981) constan de dos etapas: 1) definición de las divisiones climáticas mayores, y 2) obtención de los periodos de crecimientos.

7.1.1. División climática

Las divisiones climáticas fueron definidas en base a los requerimientos térmicos de los cultivos, que limitan su distribución a escala global.

Para establecer las divisiones climáticas mayores, como primer paso se considera el efecto de la altitud, en espacio y tiempo, sobre la temperatura media. Para lo cual, las temperaturas medias mensuales a temperaturas a nivel del mar, con un gradiente altotérmico de 0.5°C/100 m de elevación, con el trazo de isolíneas. Es importante mencionar que para el estado de Tabasco no hubo problemas en la clasificación del clima porque es similar en toda la región.

7.1.2. Período de crecimiento

El periodo de crecimiento se considera como el número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y temperaturas, favorables para el desarrollo de la palma de aceite

Para calcular el inicio, final y duración en días, del periodo de crecimiento de los cultivos, de acuerdo con el método de la FAO (FAO, 1978 y 1981), se utilizó el programa AGROCLIM, (Aceves-Navarro, 2000) que realiza dicho cálculo a partir de datos mensuales de precipitación y temperatura observados y datos de evapotranspiración potencial que se estiman para cada estación meteorológica.

7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO

7.2.1. División edafológica

La segunda etapa del método consiste en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades del sistema FAO/UNESCO, las variables utilizadas fueron mencionan en el Cuadro 8. Las cuales fueron comparadas con las subunidades de suelo del estado de Tabasco de Palma *et al.*, (2007).

Posteriormente, se realizó la sobreposición de los mapas de clima y suelo para delimitar las áreas con alta potencialidad para el cultivo de la palma de aceite.

7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

7.3.1. Información climática

El presente estudio se realizó a partir de las siguientes fuentes:

Se usó el Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC) el cual, según el IMTA (2003), facilita la extracción de la información contenida en la base de datos CLICOM, el banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA). La información consiste en reportes diarios de las 35 estaciones meteorológicas del Estado.

7.3.2. Información edafológica

Se realizó en base al Plan de Uso Sustentable de los Suelos de Tabasco de la Fundación Produce Tabasco, que contiene resultados generados de los últimos 25 años, sobre el conocimiento de los suelos; aborda aspectos físicos y químicos, clasificándolos de acuerdo a la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (FAO/UNESCO).

7.3.3. Información cartográfica

La herramienta que se utilizó para la elaboración de cartografía fue el sistema de información siguiente:

Programa ArcView GIS (ESRI, 2004), que consiste en un sistema de mapeo computarizado que relaciona lugares con información agroclimática, iguales a las del cultivo de palma de aceite, las cuales se denominan áreas con alto potencial productivo.

VIII. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE

En la actualidad existen diferentes procedimientos para establecer el potencial de producción de cultivos para una zona, los cuales en general, consisten en estimar el rendimiento máximo y demeritarlo de acuerdo a los problemas ambientales o de manejo que se presenten.

Uno de esos procedimientos es el conocido como el método de Zonas Agroecológicas que fue propuesto por FAO (1978). En el presente trabajo se utilizó este procedimiento, adaptándolo y modificándolo para estimar el rendimiento potencial del cultivo de palma de aceite en Tabasco.

La estimación de rendimiento máximos propuestos en el proyecto de Zonas de Agroecológicas de la FAO (1978 y 1981), se basa en la ecuación (1)

$$Y = Bn \cdot Hi \quad (1)$$

Donde:

Y = Rendimiento máximo sin restricciones ($t \text{ ha}^{-1}$)

Bn = Producción de biomasa neta ($t \text{ ha}^{-1}$)

Hi = Índice de cosecha (adimensional)

La biomasa neta (Bn) se entiende como la materia seca total y el rendimiento (Y) como la materia seca económicamente aprovechable que pueden producir plantas sanas, con un suministro adecuado de agua y nutrientes. Siendo el índice de cosecha (Hi) por lo tanto, una parte proporcional de la biomasa neta.

La biomasa neta (Bn) para un cultivo se calcula mediante la ecuación (2).

$$Bn = (0.36 \cdot bgm \cdot L) / ((1/N) + 0.25 \cdot C_t) \text{ Expresada en } (kg \text{ ha}^{-1}). \quad (2)$$

Donde:

bgm = Tasa máxima de producción de biomasa bruta para un IAF ≥ 5 en ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) se calcula mediante la ecuación (3)

$$\text{bgm} = F \cdot b_0 + (1 - F) \cdot b_c \quad \text{Expresada en } (\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}) \quad (3)$$

Donde:

F = Fracción del día cubierta con nubes estimada con la ecuación (4).

$$F = (A_c - 0.5 \cdot R_g) / (0.80 \cdot R_g) \quad (4)$$

Donde:

A_c = Radiación fotosintéticamente activa en un día totalmente despejado ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$) (Tablas para $P_m = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{h}^{-1}$)

Los valores de (A_c) para diferentes latitudes se reportan tabulados por FAO, (1978). Asumiendo que la radiación fotosintéticamente activa de un día totalmente cubierto es el 20% de (A_c) y que la radiación fotosintéticamente activa equivale al 50% de la radiación global total de onda corta (R_g) tomada de (Peralta-Gama, 2008).

También se reportan en tablas los valores de b_c y b_0 para plantas con una fotosíntesis máxima (P_m) de $20 \text{ kg CH}_2\text{O ha}^{-1} \text{h}^{-1}$, para lo cual se requiere calcular la temperatura diurna (T_{foto}), la cual se calcula con la ecuación (5)

$$T_{\text{foto}} = T_{\text{max}} - (1/4)(T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \quad (5)$$

T_{max} = Temperatura máxima

T_{min} = Temperatura mínima

R_g = Radiación global medida ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)

bo = Tasa de fotosíntesis bruta en días completamente nublados ($kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$) ($P_m = 20\ kg\ ha^{-1}\ h^{-1}$). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

bc = Tasa fotosíntesis bruta en días completamente despejados ($kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$) ($P_m = 20\ kg\ ha^{-1}\ h^{-1}$). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

bo y bc son valores diarios y en cultivos cerrados ($IAF \geq 5$)

L = Coeficiente de tasa máxima de crecimiento, fue calculado mediante la ecuación (6)

$$L = 0.3424 + 0.9051 \cdot \log_{10}(IAF) \quad (6)$$

IAF = Índice de área foliar fue de 4.5 (Corley, 1973 y 1976c).

$\log_{10}(IAF)$ se obtiene de gráfica.

N = Duración del ciclo del cultivo 365 días.

C_t = Coeficiente de respiración (R_m) este coeficiente se calcula con la ecuación (7)

$$C_t = C_{30} \cdot (0.044 + 0.00019 \cdot T + 0.0010 \cdot T^2) \quad (7)$$

$C_{30} = 0.0108$ para cultivos como la palma de aceite que no son leguminosa.

T = Temperatura media (Celsius)

Para un mayor detalle y ejemplificación de la utilización de éste procedimiento de cálculo, se recomienda al lector consultar a Tijerina *et al.*, (1990). Así como el Boletín 73 de la FAO (FAO, 1977).

Obtenida la biomasa neta se procede a calcular el rendimiento potencial; el cual se obtiene al multiplicar la biomasa neta por el índice de cosecha (H_i) del cultivo de hule. El valor de H_i fue de 0.46 (Breure, 1985).

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables climáticas y edáficas, que más influye en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de palma de aceite (Cuadro 8) muestran los siguientes resultados.

El análisis climático (temperatura y precipitación) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie de 1,509,951 hectáreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo de palma de aceite (Anexo 8). El resto de la superficie estatal no es apta para este cultivo, ya que presenta un periodo de crecimiento menor de 280 días, que es el establecido como mínimo para este cultivo.

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, el estado de Tabasco cuenta con una superficie de 465,910 hectáreas las cuales corresponden a las subunidades de suelo: Luvisol Crómico (LVcr), Luvisol Háptico (LVha), Cambisol Crómico (CMcr) y los Cambisol Éutrico (CMeu).

El análisis de las variables climáticas y edáficas (Cuadro 8) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 324,976 hectárea para cultivar palma de aceite, que se distribuyen en trece municipios (Figura 4) de las cuales el 66% de ellas se concentran en cinco municipios que se jerarquizan continuación: Macuspana (60,032 ha); Huimanguillo (48,733 ha), Jalapa (44,832 ha), Centro (31,103 ha) y Tacotalpa (29,484 ha).

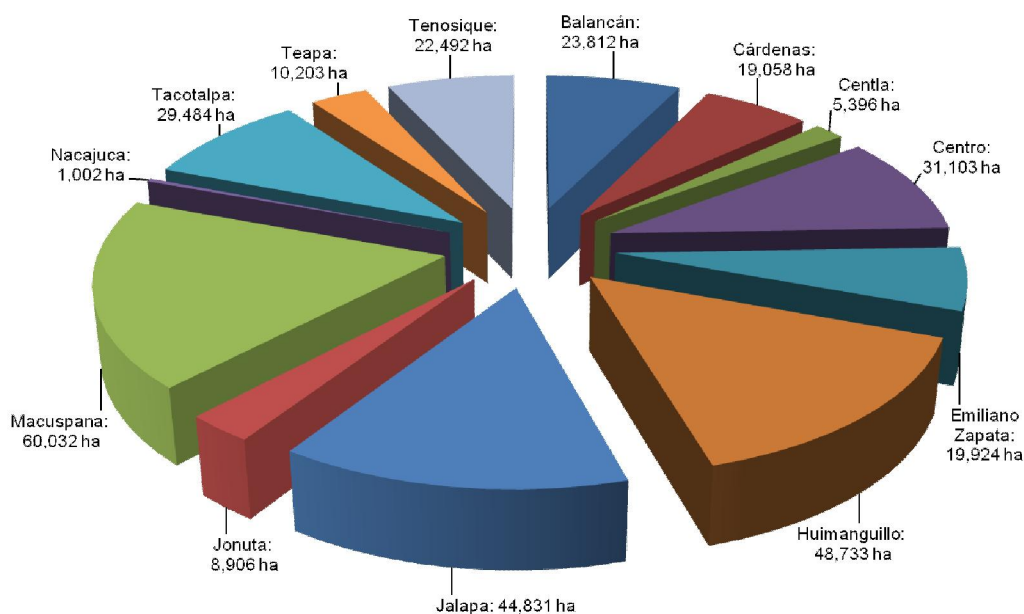


Figura 3. Superficie por municipios con alto potencial productivo para cultivo de palma de aceite en el estado de Tabasco.

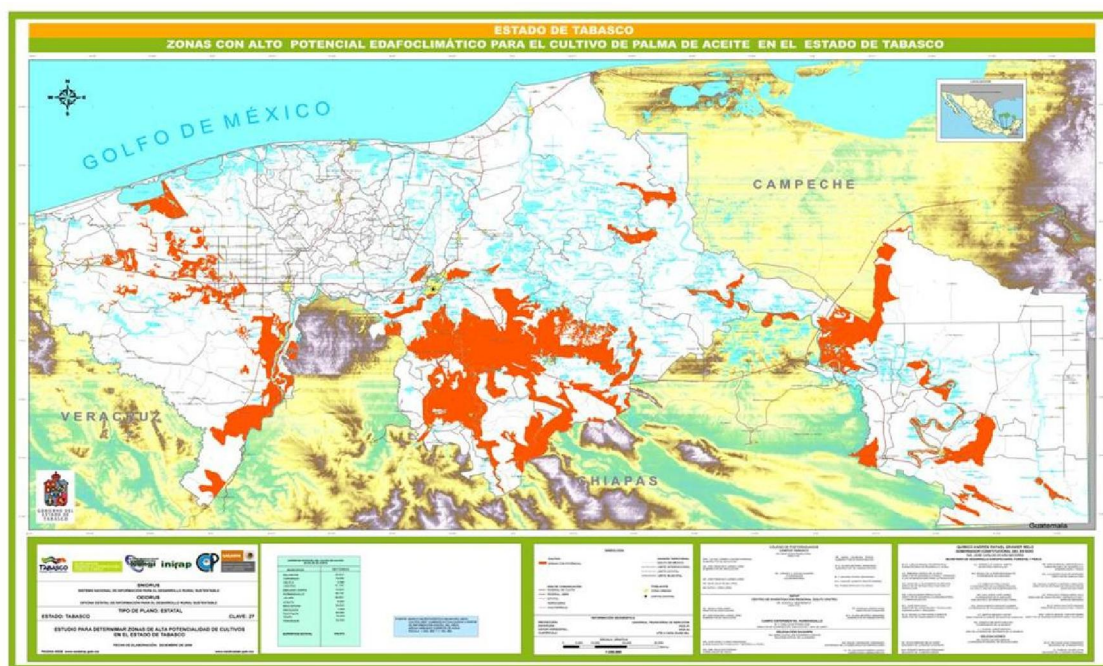


Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de la palma de aceite en Tabasco.

El rendimiento potencial para el cultivo de palma de aceite para el estado de Tabasco es de 42.87 t ha^{-1} para plantaciones con 12 año de edad (Breure, 1985) mmencionados rendimientos son muy superiores al promedio nacional en la modalidad de temporal que son de 12 t ha^{-1} , y son superiores a los reportados por el estado de Chiapas que reporta a nivel nacional los mayores de rendimiento 14.5 t ha^{-1} , es decir los rendimientos calculados para el estado de Tabasco superan en 28.37 t ha^{-1} a los reportados por el estado de Chiapas en la modalidad de temporal y en 21.87 t ha^{-1} a los reportado en la modalidad de riego (SIAP-SAGARPA, 2008). Aunque en Malacia Tarmizi (1992), reporta rendimientos de 36.8 t ha^{-1} en suelos Ultisoles.

X. CONCLUSIONES

Del presente estudio realizado, con la metodología propuesta por la FAO (1978) se desprenden las siguientes conclusiones.

- ✚ Tabasco cuenta con un potencial agroclimático de 1,509,951 hectáreas para cultivar palma de aceite.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de palma de aceite es de 465,910 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático, para cultivar palma de aceite en el estado de Tabasco es de 324,976 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de palma de aceite en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Las áreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo palma de aceite se localizan en trece municipios: Balancán, Cárdenas, Centla, Centro, Emiliano zapata, Huimanguillo, Jalapa, Jonuta, Macuspana, Nacajuca, Tacotalpa, Teapa, Tenosique.

- ✚ El 66% de la superficie con alto potencial productivo se concentran en cinco municipios: Macuspana (60,032 ha); Huimanguillo (48,733 ha), Jalapa (44,832 ha), Centro (31,103 ha) y Tacotalpa (29,484 ha).
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de cultivo palma de aceite en el estado de Tabasco son de 42.87 t ha⁻¹.
- ✚ Se recomienda planta este cultivo en las épocas de lluvias del 15 de mayo hasta 15 octubre.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Navarro, L.A.; Arrieta-Agrícola y Barbosa-Olan, J.L. 2000. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas Tabasco. 28 p.
- APPS-FAO. 2004 Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Palma Aceitera y Aceite de Palma. Disponible. In: <http://apps.fao.org/faostat>.
- Black, J. N. 1956. The distribution of solar radiation over the earth 's surface. In: Wind and Solar Energy. UNESCO. 58 p.
- Black, J. N., Bonython, C. W. and Prescott, J. A. 1954. Solar radiation and the duration of sunshine. Quart. J., Royal Meteorol. Soc., (80): 231-235.
- Breure, C.J. 1985. Relevant factors associated with crown expansion in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) Euphytica (34)161-175.
- Broekmans, A. M. 1957. Growth flowering and yields in the oil palm in Nigeria. West. Afr. Inst. Oil Palm Res. (2): 187-200.

- Corley, R. H. V. 1976a. Inflorescence abortion and sex differentiation. In: Developments in Crop Science 1. Oil Palm Research. Edited by Corley, R. H. V., Hardon, J.J. and B. J. Wood. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, The Netherlands. pp. 37-54.
- Corley, R. H. V. 1976b. Photosynthesis and productivity. In: Developments in Crop Science 1. *Oil Palm Research*. Edited by Corley, R. H. V. Hardon, J.J. and B. J. Wood. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, The Netherlands. pp. 55-76.
- Corley, R.H.V y Gray B.S. 1976. Yield and yield components. Oil palm Research (Corley, R.H.V. Harden, J.J. and Wood B.J. Eds.) Elsevier Scientific pub. C. Amsterdam. pp. 78-86.
- Corley, R.H.V.; Hew, C.K.; Tam, T.K.y Lo, K.K. 1973. Optimal spacing for oil palms. *Adv. Oil Palm Cultivation*. pp 52-71.
- Doorembos, J., and Pruitt, W. O. 1975. Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper. FAO, Rome Italy. 179 p.
- ESRI (Environmental System Research Institute). 2004. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. 2004. Sistema de información. USA.
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1977. Zonificación Agro-ecológica. Boletín de Suelos de la FAO 73.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1978. Agroecological zones project. World Soil Resources. Report Num. 48. Vol. 1, África. 158 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1981. Report on the Agro-ecological zones project. Vol. 1: Methodology and results for Africa. World soils report N0. 48. Rome, Italia.

FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.

FAOSTAT, 2006. Bases de datos estadísticos de la organización FAO. FAOSTAT-Agricultures. (En red) Disponible en: <http://www.faostat.fao.org/site/408/default.aspx>. Última modificación 24 de abril 2006.

Ferwerda, J. D. 1977. Oil Palm. In: Ecophysiology of Tropical Crops. Edited by Alvim, P. and I. T. Koslowski. Academic Press, New York. pp. 351-382.

Fischer, G.; Granat, J y Makowski, M. 1998. AEZWIN-An Interactive Multi-criteria Analysis Tool for Land Resources Appraisal. FAO-IIASA, Interim Report. IR. pp. 98-105.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, Num. 6. México D.F. 90 p.

Hartley, C. W. S. 1988. The Oil Palm. Longman, London. 706 p.

Hernández, H. E., Tejeda, M. A y Reyes, T. S. 1991. Atlas Solar de la República Mexicana. Texto Universitario. Universidad Veracruzana- Universidad de Colima. Grupo Editorial Eón. S. A. México, D.F. 154 p.

INDUPALMA. 2005. Manual del Palmicultor Asociado. Disponible In: <http://www.indupalma.com>

Obisesan, I. O. and Tunde, F. 1985. Influence of climatic factors on sex ratio and bunch quality characters in three hybrids of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). J. Niger Inst. Trop oil palm Res (7): 30-39.

- Ochs, R. y. Daniel, C. 1976. Research on techniques adapted to dry regions. In: Developments in Crop Science 1. Oil palm Research. Edited by Corley, R. H. V., Hardon, J. J. and B.J. Wood. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, The Netherlands. pp. 183-213.
- Ochse, J. J., Soule, M. J., Dijman, M.J. y Wehlburg. C. 1976. Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq. En: Cultivo y mejoramiento de plantas Tropicales y Subtropicales; Volumen II. Editorial Limusa. México. pp. 1142-1161.
- Ortíz, S. C. A. 1987. Apuntes del Curso de Agrometeorología. Depto. de Suelos, UACH, Chapingo, México. 221 p.
- Palma-López, D.J.; Cisneros, D.E.; Moreno C.E y Rincón-Ramírez, J.A. 2007. Suelos de Tabasco: su Uso y Manejo Sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FRUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Peralta-Gamas, M.; Jiménez-Jiménez, R.; Martínez-Gallardo, J.B.; Castro, F.C.R.; Bautista-Bautista, E.; Rivera-Hernández, B.; Pascual-Córdova, A.; Caraveo-Ricardez, A.C y Aceves-Navarro, L.A. 2008. Estimación de la variación espacial y temporal de la radiación solar en el estado de Tabasco, México. XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Villahermosa Tabasco. pp. 243-153.
- Ramírez, Z. R. 1991. La Palma Africana; Una Alternativa para el Trópico Húmedo. INIFAP, Folleto Misceláneo 1, Centro de Investigación Forestal y Agropecuario de Chiapas. Campo Experimental Costa de Chiapas. 51 p.

- Raygada, Z. R. 2005. Manual Técnico para el Cultivo de la Palma Aceitera. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA). Proyecto de Desarrollo Alternativo Tocache-Uchiza (PRODATU). Primera edición. Lima, Perú. 54 p.
- Rodrigo, O (s/f). Ecología de la Palma de Aceitera ASD de Costa Rica. 11 p.
- SIAP-SAGARPA. 2008. Servicio de información agroalimentaria y pesca- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible *In*: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Sparnaaij, L.D. 1960. The analysis of bunch production in the oil palm. West. Afr. Inst. Oil Palm Res. (3): 109-180.
- Sparnaaij, L. D., Rees, A. R. and Chapas, L.C. 1963. Annual yield variation in the oil palm. West. Afr. Inst. Oil Palm Res. (4): 11-125.
- Tarmizi, A.M. 1992. Maximun yield of oil palm in peninsular Malaysia: yield response and efficiency of nutrient recovery. International Society of Oil Palm Breeders and PORIM, Kuala Lumpur: pp145-153.
- Tinker, P. B. 1976. Soil requirements of the oil palm. In: Developments in Crop Science 1. Oil Palm Research. Edited by Corley, R. H. V., Hardon, J.J. and B. J. Wood. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, The Netherlands. pp. 165-181.
- William, C. N. and Hsu, Y. C. 1970. Oil Palm Cultivation in Malaya. University of Malaya Press. Kuala Lumpur, Malaysia. 26 p.

Zeven, A. C.1965. The origin of the palm (*Elaeis guineensis* Jacq). A summary. J. Nigerian Inst. Oil Palm. (4): 218-225.

XII. ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.

MUNICIPIO		ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
BALANCÁN	1	APATZINGAN	705156	1946979	65
	2	BALANCAN	655091	1969771	18
	9	EL TRIUNFO	693295	1984127	60
	27	SAN PEDRO	695219	1968096	40
CÁRDENAS	4	CAMPO EW-75	557540	1983263	8
	5	CARDENAS	459419	1990228	21
CENTLA	34	VICENTE GUERRERO	510562	2033891	8
CENTRO	18	MACULTEPEC	517627	2008633	10
	25	PUEBLO NUEVO	513608	1957983	60
	33	VILLAHERMOSA	507587	1989818	10
COMALCALCO	6	COMALCALCO	687931	2021525	20
CUNDUACÁN	7	CUNDUACAN	481482	1998492	26
	26	SAMARIA	471059	1986519	17
	32	TULIPAN	463500	2002205	16
	10	EMILIANO ZAPATA	701469	1961701	16
HUIMANGUILLO	11	FCO. RUEDA	404399	1972592	7
	16	LA VENTA	391568	2005239	20
	20	MEZCALAPA	455800	1949668	50
	21	MOSQUITERO	432846	1958952	32
	24	PAREDON	459189	1964044	12
JALPA DE MÉNDEZ	12	JALPA DE MENDEZ	493478	2009179	10
JONUTA	13	JONUTA	589944	1999612	13
MACUSPANA	14	KM662	549151	1949496	100
	19	MACUSPANA	541873	1963308	60
	31	TEPETITAN	564905	1971084	10
PARAÍSO	23	PARAISO	478849	2034453	0
TACOTALPA	8	DOS PATRIAS	521395	1947419	60
	17	LOMAS ALEGRES	533597	1946882	70
	22	OXOLOTAN	526557	1921057	210
	28	TAPIJULAPA	318383	1931626	167
TEAPA	15	LA HUASTECA	507863	1961606	16
	29	TEAPA	505129	1941876	72
TENOSIQUE	3	BOCA DEL CERRO	659848	1927016	100
	30	TENOSIQUE	667062	1932608	32
	35	FRONTERA	538702	2047388	1

Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de palma de aceite (FAO, 1994).

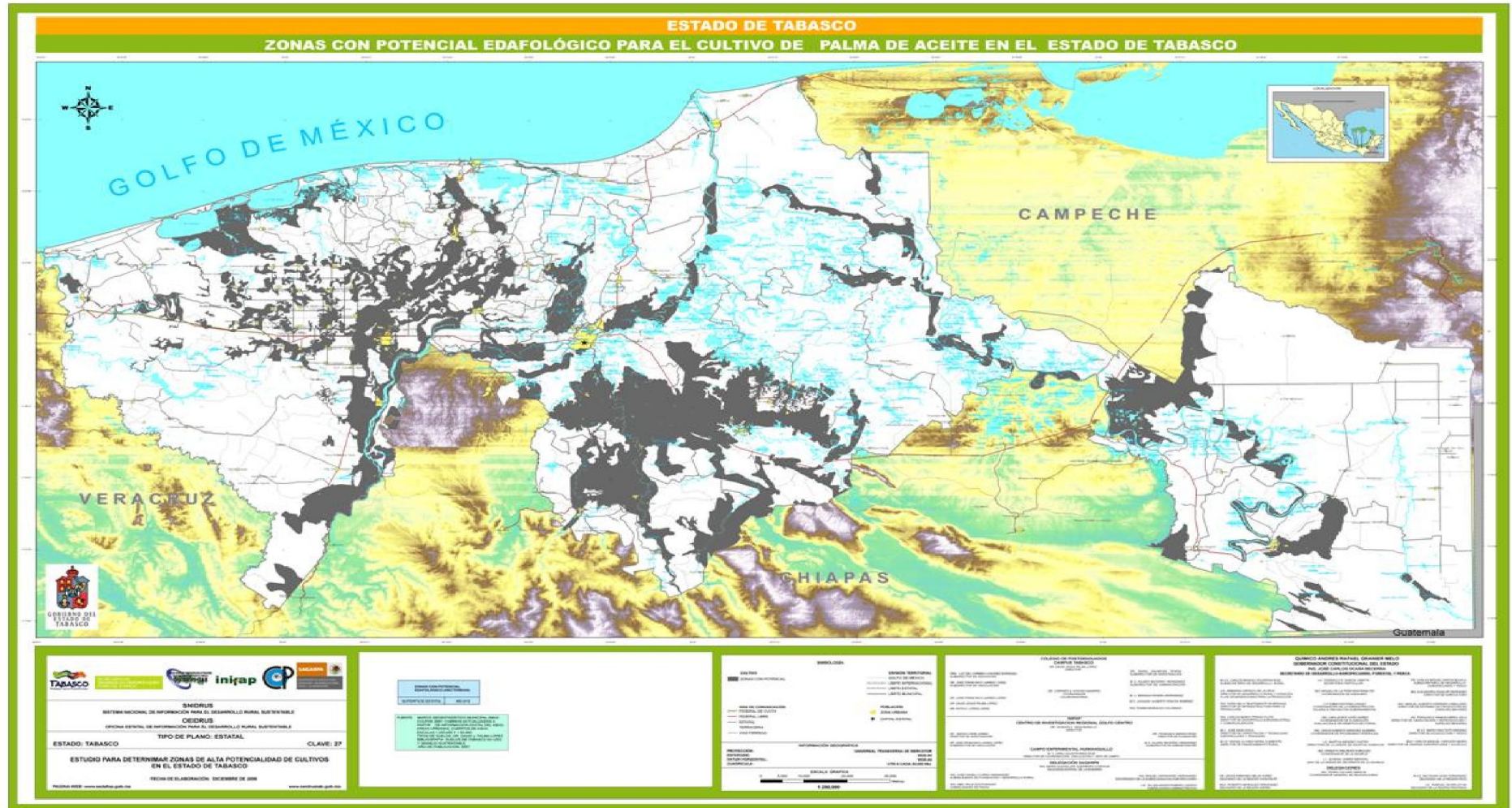
	ÓPTIMA		ABSOLUTA			ÓPTIMA	ABSOLUTA
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
REQUERIMIENTOS DE TEMP °C	20	35	12	38	PROFUNDIDAD	Profundo (> 150cm)	Somero (150cm)
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	1500	3000	1000	8000	TEXTURA	Pesada y Media	Pesada, Media, y Ligera
LATITUD			10	20	FERTILIDAD	Alta	Moderada
ALTITUD				1300	TOXICIDAD POR ALUMINIO		
pH					SALINIDAD	Baja (<4 dS/m)	Baja (<4 dS/m)
INTENSIDAD LUMINOSA	Muy brillante	Cielo despejado	Muy brillante	Sombreado ligero	DRENAJES	Moderado	

Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de la palma de aceite en el estado de Tabasco.

Anexo 3. Zonas con potencial climático para el cultivo de palma de aceite en el estado de Tabasco.

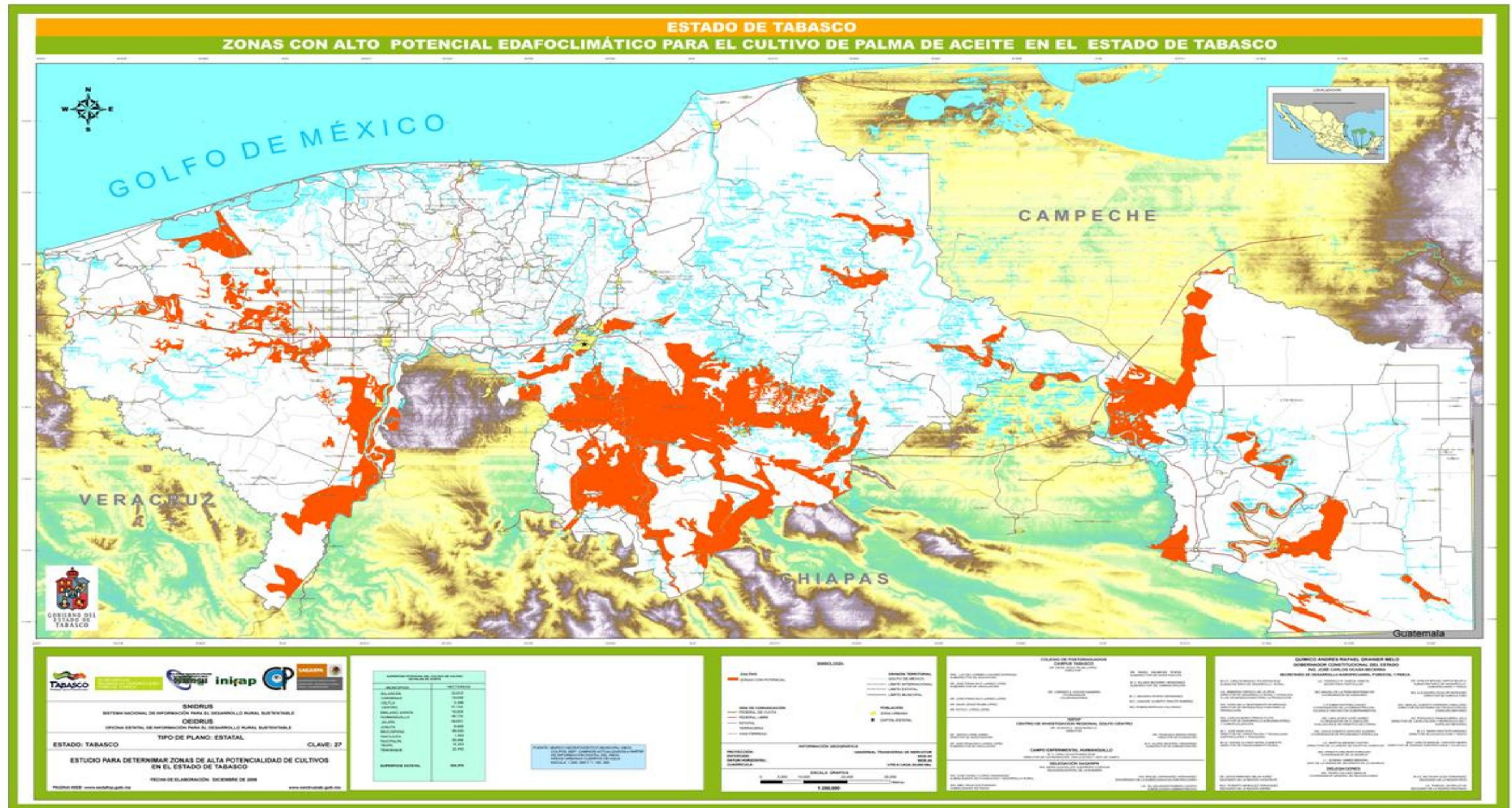


Anexo 4. Zonas con potencial edafológico para el cultivo de palma de aceite en el estado de Tabasco.



Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de la palma de aceite en el estado de Tabasco.

Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para el cultivo de la palma de aceite en el estado de Tabasco.



Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de la palma de aceite en el estado de Tabasco.

Anexo 6. Rendimiento potencial para el cultivo de palma de aceite en el estado de Tabasco.

