

GOBIERNO DEL
ESTADO DE
TABASCO

SAGARPA



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

ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DEL LIMÓN PERSA (*Citrus latifoliata* Tan.) 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

Lic. en Biología Rocío Hernández Alvarado

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE LIMÓN PERSA EN MÉXICO Y EN TABASCO	2
IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS	6
V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS	7
VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	8
VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE LIMÓN PERSA	10
7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO	11
7.1.1. División climática	12
7.1.2. Período de crecimiento	12
7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO	12
7.2.1. División edafológica	12
7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	13
7.3.1. Información climática	13
7.3.2. Información edafológica.....	13
7.3.3. Información cartográfica	13
VIII. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA	13
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
X. CONCLUSIONES	20
XI. BIBLIOGRAFÍA	21
XII. ANEXOS.....	24

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL, EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL.....	4
CUADRO 2. SUPERFICIE CULTIVADA DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL EN LA MODALIDAD DE RIEGO.	4
CUADRO 3. RENDIMIENTO DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL.	5
CUADRO 4. RENDIMIENTO DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL, EN LA MODALIDAD DE RIEGO.	5
CUADRO 5. VARIABLES SELECCIONADAS PARA DEFINIR ÁREAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	11

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE LIMÓN PERSA EN MÉXICO EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL MAS RIEGO.....	3
FIGURA 2. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA.....	9
FIGURA 3. SUPERFICIE POR MUNICIPIOS CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA CULTIVAR LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	188
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA EN TABASCO.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE LIMÓN PERSA EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL	25
ANEXO 4. RENDIMIENTO DE LIMÓN PERSA EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL.....	28
ANEXO 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE TABASCO.....	29
ANEXO 6. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL LIMÓN PERSA (FAO, 1994).	30
ANEXO 7. ZONAS CON POTENCIAL CLIMATICO PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	31
ANEXO 8. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO.	32
ANEXO 9. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO	33
ANEXO 10. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	34

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka), también conocido comúnmente con los nombres de: *Persian Lime*, *Tahiti Lime* y *Bears Lime*, tanto en los mercados de Norte América como de Europa. Se considera como un híbrido desarrollado entre *Citrus Aurantifolia* (Christm) con algún otra especie de *Citrus*, los cual se desarrollan en áreas tropicales y subtropicales (Quijada, 2002).

Esta fruta cítrica tiene excelente calidad y uniformidad, es una variedad con árboles vigorosos de abundante producción que crece desde el nivel del mar hasta los 2200 msnm de altitud. El fruto es ligeramente ovalado, de 5-7 centímetros de largo y de 4-6 centímetros de diámetro. La fruta de este tamaño tiene un peso mínimo de 55 gramos y máximo de 75 gramos, es de cáscara fina y la pulpa no presenta semillas. Esta variedad en estado maduro presenta un color verde oscuro y se torna amarilla cuando está sobre madura.

La importancia del Limón Persa radica en su valor nutritivo, medicinal y en la cantidad de valiosos productos y subproductos que se obtienen en el proceso de industrialización. Dentro de los diferentes usos que se le confieren al limón persa se tienen: Fabricación de ácido cítrico a partir del jugo del limón, jugo concentrado congelado, fruta fresca, fabricación de pectina, pasta para alimentación de ganado, extracción de aceites esenciales utilizados en la fabricación de bebidas carbonatadas, en repostería, perfumería, en la industria de jabones y detergentes (Méndez, 2003).

En México se cultivan 151,267.23 hectáreas de limón persa en 24 entidades federativas, las cuales producen 1,922,592 toneladas. En Tabasco se siembran 5,014.52 hectáreas que producen 60,483 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2008).

II. OBJETIVOS

- Realizar la zonificación del cultivo de limón persa (*Citrus latifoliata* Tan) 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 limón persa (*Citrus latifoliata* Tan).

III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE LIMÓN PERSA EN MÉXICO Y EN TABASCO

La superficie cultivada de limón en la modalidad de temporal en México, se ha visto incrementada en un 11.86% en el año 2007 con respecto al año 2002 (Anexo 1). En el año 2007 a nivel nacional se sembraron 59,046.79 hectárea, de ellas en cinco estados se concentra el 91.77% que se jerarquizan a continuación: Veracruz (27,373.50 ha), Oaxaca (13,215.00 ha), Guerrero (6,278.50 ha), Puebla (3,395.00 ha) y Tabasco (3, 927.52 ha) (SIAP-SAGARPA, 2008).

La superficie cultivada de limón en la modalidad de riego en México, en los últimos seis años se ha visto incrementada 9% (Anexo 2). En el año 2007 a nivel nacional se sembraron 92,220.44 hectárea, de ellas en dos estados se concentró el 73% que se jerarquizan a continuación: Michoacán (36,962.56 ha) y Colima (30, 376.16 ha) el estado de Tabasco en el mismo año reportó 1,087.00 ha, lo que equivale a 1.17% del total nacional (SIAP-SAGARPA, 2008).

Los rendimientos a nivel nacional de limón en la modalidad de temporal en los últimos seis años son del orden del 10.56 a 10.44 t ha⁻¹, (Anexo 3) y en la modalidad de riego son de 15.57 a 15.33 t ha⁻¹ (Anexo 4).

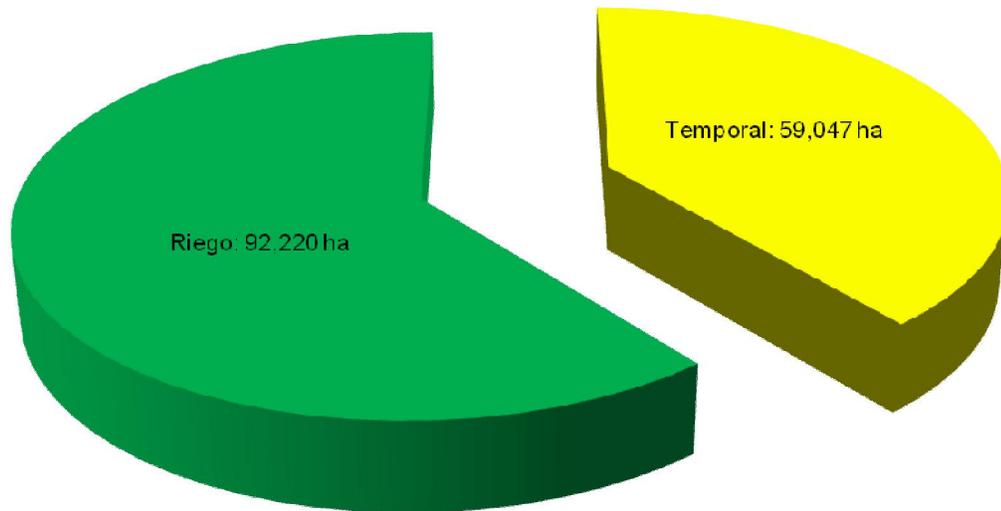


Figura 1. Superficie cultivada de limón persa en México en la modalidad de temporal más riego.

El cultivo de limón hasta el año 2002 se cultivaba en 16 municipios del estado en su modalidad de temporal. A partir del año 2004 el cultivo solo es cultivado en tres municipios (Cuadro 1). Por lo que del año 2002 al 2007 se perdió más del 52% de la superficie que era cultivada, como fue mencionado anteriormente en la entidad se sembraron 3, 927.52 ha en el año 2007 (SIAP-SAGARPA, 2008) de ellas el 99.22% se concentran en el municipio de Huimanguillo (Cuadro 1). La superficie cultivada de limón en su modalidad de riego, en Tabasco se ha incrementado en los últimos seis años en 54.18% (Cuadro 2).

Cuadro 1. Superficie cultivada de limón persa en el estado de Tabasco, a nivel municipal, en la modalidad de temporal en hectáreas.

MUNICIPIOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BALANCAN	44.00	44.00	44.00	0.00	0.00	0.00
CARDENAS	31.00	40.00	40.00	33.00	32.00	28.00
CENTLA	37.00	38.00	38.00	2.52	2.52	2.52
CENTRO	6.00	7.00	7.00	0.00	0.00	0.00
COMALCALCO	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00
CUNDUACAN	26.00	35.00	35.00	0.00	0.00	0.00
EMILIANO ZAPATA	21.00	21.00	21.00	0.00	0.00	0.00
HUIMANGUILLO	7,222.00	7,222.00	7,222.00	4,044.00	4,367.00	3,897.00
JALAPA	47.00	47.00	47.00	0.00	0.00	0.00
JALPA DE MENDEZ	3.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
JONUTA	25.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00
MACUSPANA	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
NACAJUCA	26.00	26.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PARAISO	13.00	12.00	12.00	0.00	0.00	0.00
TACOTALPA	20.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00
TENOSIQUE	76.00	76.00	76.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	7,611.00	7,629.00	7,629.00	4,079.52	4,401.52	3,927.52

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 2. Superficie cultivada de limón persa en el estado de Tabasco, a nivel municipal en la modalidad de riego en hectáreas.

MUNICIPIOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CARDENAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
HUIMANGUILLO	498.00	597.00	692.00	936.00	613.00	1,083.00
TOTAL	498.00	597.00	692.00	936.00	613.00	1,087.00

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Los rendimientos de limón a nivel estatal fluctúan entre 9.97 y las 10.01 t ha⁻¹, en los últimos seis años en su modalidad de temporal (Cuadro 3), siendo el municipio de Centla que reporta los mayores rendimiento con 12.3 t ha⁻¹. Los rendimientos en la modalidad de riego son del orden de 19.48 t ha⁻¹ los cuales se alcanzan en el municipio de Huimanguillo (Cuadro 4).

Cuadro 3. Rendimiento de limón persa en el estado de Tabasco, a nivel municipal en la modalidad de temporal (t ha⁻¹).

MUNICIPIOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BALANCAN	4.00	4.00	7.50	0.00	0.00	0.00
CARDENAS	9.00	10.00	11.00	9.46	11.06	6.50
CENTLA	12.92	12.00	8.00	13.49	13.89	12.30
CENTRO	14.67	13.17	15.00	0.00	0.00	0.00
COMALCALCO	9.00	9.50	11.00	0.00	0.00	0.00
CUNDUACAN	9.00	10.00	11.00	0.00	0.00	0.00
EMILIANO ZAPATA	7.00	7.50	7.00	0.00	0.00	0.00
HUIMANGUILLO	10.04	10.30	10.80	12.32	10.76	10.03
JALAPA	11.00	11.92	11.17	0.00	0.00	0.00
JALPA DE MENDEZ	10.00	9.50	11.00	0.00	0.00	0.00
JONUTA	7.00	7.00	7.00	0.00	0.00	0.00
MACUSPANA	6.00	3.00	5.00	0.00	0.00	0.00
NACAJUCA	8.50	9.50	10.81	0.00	0.00	0.00
PARAISO	9.00	9.50	10.00	0.00	0.00	0.00
TACOTALPA	8.00	6.50	8.25	0.00	0.00	0.00
TENOSIQUE	8.00	7.00	7.04	0.00	0.00	0.00
PROMEDIO	9.97	10.22	10.71	12.29	10.77	10.01

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 4. Rendimiento de limón persa en el estado de Tabasco, a nivel municipal, en la modalidad de riego (t ha⁻¹).

MUNICIPIOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CARDENAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.5
HUIMANGUILLO	21.5	27.61	23.97	25.49	19.27	19.48
PROMEDIO	21.5	27.61	23.97	25.49	19.27	19.48

Fuente: SIAP-SAGARPA, 2008

IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

Las temperaturas inferiores a 13°C afectan el desarrollo del cultivo de limón y las mayores de 36°C deterioran los frutos. Dependiendo de la especie y variedad, los cítricos se adaptan desde el nivel del mar hasta los 2,900 msnm, pero en general exigen climas cálidos, subcálidos y templados (Anónimo, 2009).

La temperatura tiene un carácter de factor limitante para el cultivo de los cítricos, ya que influye en el crecimiento vegetativo u en la producción o desarrollo de la fruta. El crecimiento vegetativo se da con temperatura superior a los 13°C, con límite inferior a los 39°C. La naranja trifoliada es la especie más resistente al frío, mientras que el pomelo lo es al calor, en general las temperaturas óptimas se encuentran entre los 20 y 30°C. La luminosidad es importante para los cultivos, la luz permite realizar una buena fotosíntesis, desarrollo de un buen color y brillo en los frutos, los cítricos requieren de 1,600 a 2,000 horas de luz solar por año (Amórtegui, 2001).

Las necesidades de agua para el limón es muy indispensable para el buen desarrollo del mismo, a su vez requiere de precipitaciones entre 1200 a 1500 mm/año. La disponibilidad de lluvia es importante para la producción de los cítricos, pero no se debe tomar en consideración únicamente la cantidad total que se dispone anualmente sino también la intensidad y distribución de la lluvia durante el año. Los periodos más críticos de deficiencia de humedad para los cítricos corresponden a la fase de crecimiento vegetativo, cuajamiento de frutos y desarrollo de los mismos, por lo que requieren de entre 900 y 1,200mm de lluvia anual bien distribuidos (Amórtegui, 2001). Aunque Larcher, (2000) reporta de 1000 mm a 1200 mm de agua distribuidas en 8 a 10 meses.

Una alta humedad relativa de 80 a 90% es ventajosa para el crecimiento de los cítricos, porque se disminuye la tasa de transpiración y el consumo de agua es menor comparado con las zonas de baja humedad relativa. Además, una alta humedad relativa y alta temperatura determinan la buena calidad de la fruta. Sin

embargo, la alta humedad relativa tiene también desventajas, por la presencia de enfermedades fungosas que causan daños a las frutas y a los árboles.

En las zonas donde existe viento, la pérdida de agua es grande por la rápida evaporación que se produce en la superficie del suelo. Los vientos fuertes ejercen una acción mecánica, destruyen la vegetación, arrancan las hojas, flores y frutos; producen el manchado de los frutos, deteriorando su calidad. El daño es variable, según la especie o variedad 15 a 20 kilómetro por hora (Amórtegui, 2001).

V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

Teóricamente, todos los suelos pueden ser aptos para el cultivo de los cítricos, pero hay que evitar suelos arcillosos con problemas de drenaje, por lo que es necesario y conveniente la búsqueda de tierras, con textura franca, franco arenoso, estructura permeable y de fácil drenaje. El pH óptimo va de 5.5 a 6.5, valores más altos o más bajos (Anónimo, 2009).

En los suelos arcillosos la resistencia que presentan las arcilla a la penetración de las raíces, afectan el desarrollo radicular de la planta, llegando hacer menos denso y fibrosos, generando árboles de menor porte, que producen fruta de menor tamaño, de corteza más gruesa y menos suaves, poco jugosas pero con mayor cantidad de sólido solubles, tendiendo a predominar la acidez sobre el azúcar. La maduración de la fruta es más tardía, ya que al tener baja la relación azúcar/acidez demora más tiempo en alcanzar la relación adecuada o índice de madurez.

Los cítricos requieren suelos de permeabilidad media, es decir que tengan una penetración de frente húmedo de 10 a 20 cm/hora. Se debe evitar sembrar en suelo con infiltración menor a 5 cm /hora o que sobre pasen los 30 cm /hora. Con topografía ligeramente inclinada o plana. La profundidad mínima requerida es de 1.5 metros (Amórtegui, 2001).

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 “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 limón persa en el presente estudio, solo analiza los factores ambientales.

Para la determinación de las zonas de alta potencialidad para el cultivo 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 limón persa.



Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de limón persa.

El esquema de la Figura 2, 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 LIMÓN PERSA

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivos en el cultivo de limón persa 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 5). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO en el siguiente sitio de Internet: *<http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>*.

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.

Cuadro 5. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo limón persa 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.

De estas 93 estaciones reportadas para el estado de Tabasco, solo 35 cumplían con los requisitos anteriores, 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, buscando que cubriesen de manera regular al estado de Tabasco. De esta manera, se seleccionaron las 35 estaciones meteorológicas que se reportan en el (Anexo 5).

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 limón persa.

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 del cultivo, 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 se convirtieron a temperaturas a nivel del mar, con un gradiente altotérmico de 0.5 °C/100 m de elevación, con el trazo de isólineas. 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 del limón persa.

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 5. 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 aptas para el cultivo de limón persa.

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) (IMTA, 2003), el cual, 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, 2005). La información consiste en reportes diarios de 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 limón persa, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

VIII. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE LIMÓN PERSA

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 limón persa en Tabasco.

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

$$Y = B_n \cdot H_i \quad (1)$$

Donde:

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

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

H_i = Índice de cosecha (adimensional)

La biomasa neta (B_n) 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 (H_i) por lo tanto, una parte proporcional de la biomasa neta.

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

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

Donde:

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

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

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 *et al.*, 2008).

También se reportan en tablas los valores de b_c y b_o 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, 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 ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)

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

b_c = Tasa fotosíntesis bruta en días completamente despejados ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) ($P_m = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{h}^{-1}$). 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 6 (Sivertsem y Lloyd, 1994).

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

N = Duración del ciclo del cultivo 356 días.

Ct = Coeficiente de respiración (Rm) 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 el cultivo como el limón que no son leguminosas.

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 (Hi) del cultivo de limón que fue de 0.068. El valor de Hi fue calculado con los datos reportados por Helena *et al.*, (2002) y Duran, (2003).

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables climáticas y edáficas, que más influye en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de limón persa, se mencionan en la ficha técnica (Anexo 6).

Desde el punto de vista agroclimático el estado de Tabasco, cuenta con una superficie de 1,509,951 hectáreas con alto potencial productivo para producir limón persa, el resto de la superficie del estado no es apta para éste cultivo, ya que presentan un periodo de crecimiento menor a los 200 días (Anexo 7).

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, Tabasco cuenta con una superficie de 497,446 hectáreas, las cuales corresponden a las subunidades de suelo: Fluvisol Éútrico (FLeu), Fluvisol Éútri-Gléyico (FLeugl), Acrisol Húmico (AChu), Alsol Húmico (ALhu), Acrisol Férrico (ACfr), Alisol Férrico (ALfr), Luvisol Crómico (LVcr), Acrisol Plíntico+Acrisol Gléyico (ACpl+ACgl) (Anexo 8).

El resto de la superficie de la entidad, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo los suelos Plíntoles Éútricos (PTeu) y Plíntoles Úmbrico (PTum) que representan 1.6% (40111.6 ha) de la superficie estatal, los factores de demerito para este grupo de suelo están ligado al pH, drenaje imperfecto y pendiente.

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestran que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 365,024 hectárea para cultivar limón persa, que se distribuyen en trece municipios (Figura 3), de las cuales el 65% de ellas se concentran en cuatro municipios que se jerarquizan a continuación: Huimanguillo (107,139ha), Macuspana (54,056 ha), Jalapa (44,832 ha) y Centro (30,249 ha). En la figura 3 se ilustran de color rosado las zonas con alto potencial productivo para el limón persa, para el estado de Tabasco.

Estudios para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del limón persa en el Estado de Tabasco.

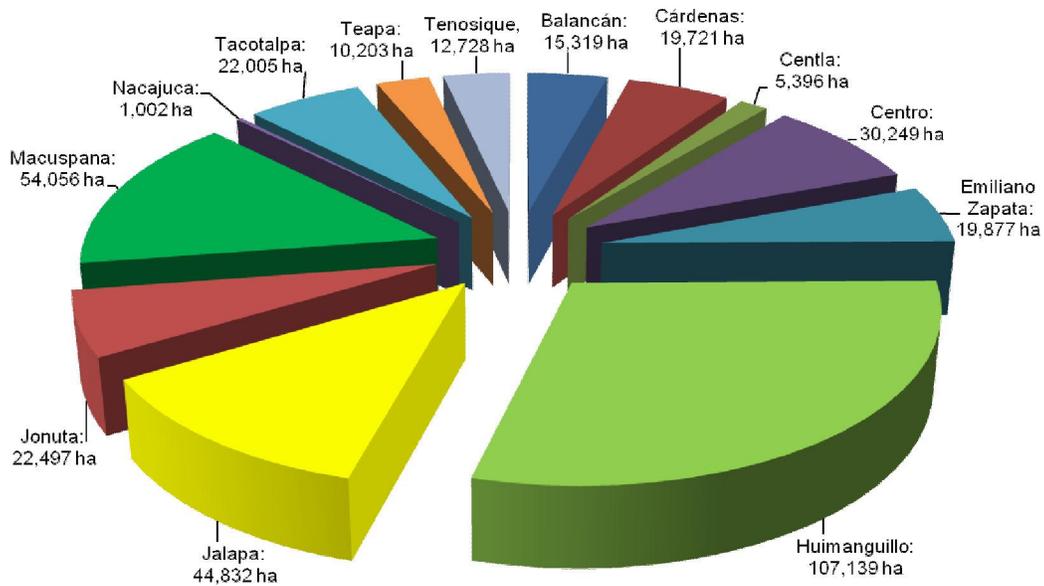


Figura 3. Superficie por municipios con alto potencial productivo para cultivar limón persa en el estado de Tabasco.

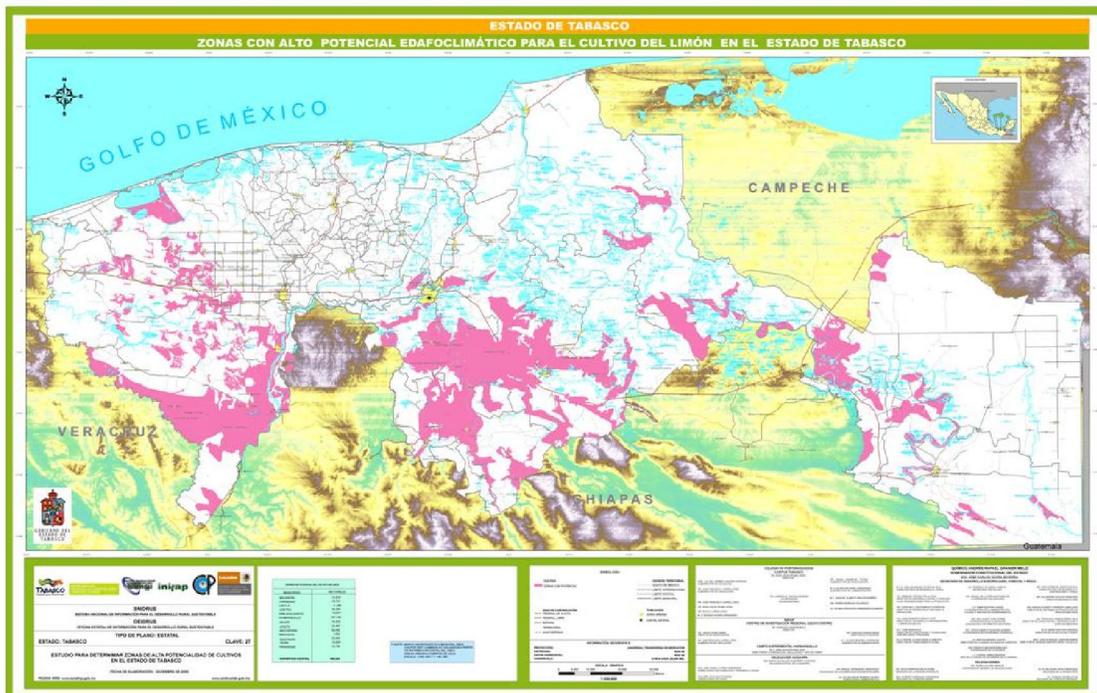


Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de limón persa en Tabasco.

El rendimiento potencial del cultivo de limón para el estado de Tabasco es de 26.28 t ha^{-1} , los cuales corresponden a una plantación de 12 año de edad. Mencionados rendimientos son superiores al promedio nacional en su modalidad de temporal que son de 10.44 t ha^{-1} . Las entidades federativas que reportan los mayores rendimientos en mencionada modalidad son: Colima, Guerrero y Puebla con 11.24 t ha^{-1} , 11.19 t ha^{-1} y 11.6 t ha^{-1} respectivamente, es decir los rendimientos potenciales estimados para el estado de Tabasco superan en 15 t ha^{-1} , a los reportados por éstas entidades (SIAP-SAGARPA, 2008) (Anexo 4).

Los rendimientos promedios a nivel nacional en la modalidad de riego son de 15.33 t ha^{-1} por lo que, mencionados rendimientos potenciales de 26.28 t ha^{-1} para Tabasco supera en 11 t ha^{-1} a los en la modalidad de riego a nivel nacional. Así mismo, los estados de Yucatán y Colima reportan los mayores rendimientos en mencionada modalidad con 22.81 t ha^{-1} y 20.27 t ha^{-1} .

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 limón persa.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para cultivar limón persa es de 497,446 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático, para cultivar limón persa en el estado de Tabasco es de 365,024 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de limón persa en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Las áreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo limón persa se localizan en trece municipios: Balancán, Cárdenas, Centla, Centro, Emiliano Zapata, Huimanguillo, Jalapa, Jonuta, Macuspana, Nacajuca, Tacotalpa, Teapa y Tenosique.
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de limón persa en el estado de Tabasco son de 26.28 t ha⁻¹.
- ✚ El 65% de la superficie con alto potencial edafoclimático para el cultivo de limón persa se concentran en cuatro municipios: Huimanguillo (107,139 ha), Macuspana (54,056 ha), Jalapa (44,832 ha) y Centro (30,249 ha).
- ✚ Se recomienda sembrar el cultivo de limón persa en las épocas de lluvias principalmente del 15 de junio a 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.

Amórtegui, I.; Capera, D.E y Godoy, A.J.V. 2001. El Cultivo de los Cítricos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa Nacional de Transferência de Tecnologia Agropecuária. PRONATTA. 45 p.

Anónimo, 2009.http://www.iica.int.ni/GuiasTecnicas/Cultivo_Limon.pdf

Duenhas, L.H.; Villas, B. R.L.; De Souza, C.M.E.; Alves, R.C.R y Theodoro, B.L. 2002. Fertigation with different doses of npk and its effect on fruit yield and quality of valencia orange (*Citrus sinensis* Osbeck).Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal (24) 214-218.

Duran, L. 2003. Los citricos y los patrones adecuados. In: <http://www.Lamalina.edu.pc/facultad/agronomia/horticultura>.

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.

Estudios para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del limón persa en el Estado de Tabasco.

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 No. 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.

Fischer, G.; Granat, J y Makowski, M. 1998. AEZWIN – An Interactive Multi-criteria Analysis Tool for Land Resources Appraisal. FAO – IIASA, Interim Report. IR – 98-051.

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

IMTA. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). ERIC. 2003. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0.

Méndez, J. 2003. Perfil de Mercado y Productivo del Limón Persa. Elaborado para: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/ Guatemala 1a Calle 7-66 Zona 9 Guatemala 010009. Abt Associates Inc. Suite 600 4800 Montgomery Lane Bethesda, MD 20814-5341.

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. 243-253.
- Quijada,O.; Jiménez,O.; Matheus, M y Monteverde, E. 2002. Evaluación del limero Tahiti sobre 10 portainjertos en la planicie de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). (19)173-184.
- 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 // <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Silvertsem, J.P.; Lloyd, J.J. 1994. Citrus. In: Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol.II. Sub-Tropical and Tropical Crops. Edited by Bruce Schaffer y Andersen , D.C. pp 65-71.
- Tijerina-Chávez L.; Ortiz-Solorio C.; Pájaro-Huertas D.; Ojeda T. E.; Aceves-Navarro L y Villalpando-Barriga O. 1990. Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de los Cultivos Básicos, en Condiciones de Temporal. Colegio de Postgraduados. Programas de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 113 p.

XII. ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Superficie cultivada de limón persa en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BAJA CALIFORNIA	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAMPECHE	225.00	193.00	389.00	389.00	399.00	418.00
CHIAPAS	458.25	447.25	543.75	558.50	483.70	458.70
COLIMA	339.00	296.50	318.50	322.59	372.09	374.84
DURANGO	156.00	156.00	156.00	156.00	201.00	263.00
GUERRERO	6,144.00	6,040.00	6,103.00	6,210.00	6,307.00	6,278.50
HIDALGO	418.00	422.00	445.50	449.50	449.50	441.50
JALISCO	200.50	186.50	196.50	183.75	174.50	214.25
MEXICO	79.00	53.00	89.00	68.00	68.00	64.00
MICHOACAN	1.00	3.00	4.00	1.00	4.00	4.00
MORELOS	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00
NAYARIT	825.25	735.80	638.00	939.50	983.75	1,382.10
OAXACA	12,675.00	11,732.00	12,660.00	13,105.00	13,205.00	13,215.00
PUEBLA	3,395.00	3,465.00	3,395.00	3,395.00	3,395.00	3,395.00
QUINTANA ROO	46.00	47.00	91.00	182.00	87.00	346.00
SAN LUIS POTOSI	554.00	554.00	396.00	397.00	378.00	378.00
SINALOA	82.00	82.00	107.00	182.00	231.5.00	176.00
TABASCO	7,611.00	7,629.00	7,629.00	4,079.52	4,401.52	3,927.52
TAMAULIPAS	123.30	141.80	146.80	146.80	146.80	146.80
VERACRUZ	18,498.50	20,819.75	21,990.44	22,177.39	23,008.64	27,373.50
YUCATAN	202.36	197.86	197.86	202.86	182.58	190.08
TOTAL	52,043.16	53,201.46	55,498.35	53,147.41	54,478.58	59,046.79

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Anexo 2. Superficie cultivada de limón persa en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BAJA CALIFORNIA	285.00	280.00	239.00	265.00	0.00	313.50
BAJA CALIFORNIA SUR	13.00	14.50	24.50	40.50	28.50	37.00
CAMPECHE	691.50	680.00	680.00	670.00	655.50	484.50
CHIAPAS	74.00	26.50	105.50	107.50	97.55	115.05
COLIMA	28,954.25	28,747.48	30,031.50	28,988.23	29,978.35	30,376.16
GUANAJUATO	2.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00
GUERRERO	1,161.50	1,046.50	1,069.50	894.5	928.25	915.75
HIDALGO	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50
JALISCO	1,510.75	1,586.05	1,653.75	1,697.45	2,020.15	2,175.15
MEXICO	112.00	82.00	80.00	80.00	83.50	80.00
MICHOACAN	34,649.68	34,370.54	37,429.77	37,011.75	37,025.56	36,962.56
MORELOS	386.50	266.40	252.90	250.20	344.40	359.90
NAYARIT	269.75	268.25	346.25	372.00	501.00	591.30
NUEVO LEON	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
OAXACA	4,574.00	4,274.00	4,650.00	4,753.00	4,577.00	4,668.50
PUEBLA	179.00	179.00	204.00	186.00	46.00	46.00
QUERETARO	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.00
QUINTANA ROO	7.00	7.00	12.00	17.00	36.00	36.00
SAN LUIS POTOSI	1,221.00	1,221.00	1,821.00	1,821.00	2,021.00	1,825.00
SINALOA	231.50	200.50	229.50	203.50	206.50	178.00
SONORA	54.00	54.00	39.00	59.00	61.00	118.00
TABASCO	498.00	597.00	692.00	936.00	613.00	1,087.00
TAMAULIPAS	2,067.10	2,851.80	3,170.51	3,170.51	3,167.51	3,220.51
VERACRUZ	3,561.00	4,096.00	3,811.26	4,182.26	4,371.76	4,208.20
YUCATAN	3,306.71	3,491.71	3,721.71	3,828.20	4,391.09	4,362.86
ZACATECAS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
TOTAL	83,866.74	84,407.73	90,330.15	89,598.10	91,525.62	92,220.44

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Anexo 3. Rendimiento de limón persa en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional (t ha⁻¹)

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	6.43	5.57	4.97	5.97	6.63	6.13
CHIAPAS	6.49	6.42	6.41	6.38	6.42	6.44
COLIMA	7.46	7.12	7.86	6.87	9.23	11.22
DURANGO	2.00	2.94	2.60	2.00	2.49	2.67
GUERRERO	8.17	9.88	9.64	9.48	10.49	11.19
HIDALGO	8.68	9.62	9.55	8.38	8.61	8.63
JALISCO	9.28	8.71	8.77	7.88	10.18	5.91
MEXICO	5.24	6.35	6.06	6.15	5.96	5.49
MICHOACAN	4.00	3.83	7.50	3.00	7.25	7.00
MORELOS	0.00	0.00	6.00	4.00	0.00	0.00
NAYARIT	6.23	4.77	5.03	4.93	6.64	7.21
OAXACA	10.83	10.3	10.33	10.79	11.02	10.76
PUEBLA	11.55	11.86	14.00	12.26	11.36	11.6
QUINTANA ROO	6.92	9.17	7.94	7.17	9.06	9.25
SAN LUIS POTOSI	7.61	5.93	9.54	10.69	7.8	7.16
SINALOA	7.01	6.82	4.68	6.63	7.2	5.12
TABASCO	9.97	10.22	10.71	12.29	10.77	10.01
TAMAULIPAS	7.21	7.98	11.07	11.09	8.98	8.81
VERACRUZ	11.87	12.50	14.44	11.7	10.84	10.57
YUCATAN	5.41	4.52	7.25	7.32	6.08	6.48
PROMEDIO	10.56	10.96	12.01	10.94	10.61	10.44

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Anexo 4. Rendimiento de limón persa en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional (t ha⁻¹)

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BAJA CALIFORNIA	14.37	13.90	13.70	14.87	0.00	15.37
BAJA CALIFORNIA SUR	2.42	2.70	4.43	3.46	3.79	4.55
CAMPECHE	7.5	12.64	7.81	5.77	6.80	11.16
CHIAPAS	5.99	8.27	10.10	6.54	7.18	6.83
COLIMA	20.52	18.93	19.66	18.06	20.97	20.27
GUANAJUATO	5.25	3.25	6.89	6.94	8.29	4.40
GUERRERO	7.24	9.41	9.35	10.43	12.63	12.99
HIDALGO	8.54	8.76	8.50	8.64	8.52	8.04
JALISCO	10.40	9.81	9.76	11.88	12.68	11.08
MEXICO	8.88	11.90	11.97	11.97	11.66	11.38
MICHOACAN	11.98	11.69	11.19	11.82	11.84	11.47
MORELOS	9.70	10.28	8.68	12.19	10.88	9.04
NAYARIT	9.50	7.07	8.75	7.67	12.94	8.53
NUEVO LEON	3.50	2.80	3.50	0.00	0.00	0.00
OAXACA	13.54	13.13	12.73	12.46	12.36	12.17
PUEBLA	9.65	7.70	8.24	8.40	10.04	9.5
QUERETARO	4.79	3.64	4.36	4.94	3.71	4.12
QUINTANA ROO	8.00	10.00	12.00	10.68	8.43	10.62
SAN LUIS POTOSI	4.70	4.59	4.07	4.64	5.24	5.74
SINALOA	7.42	7.03	6.94	6.07	5.87	6.04
SONORA	15.40	12.56	15.00	14.00	14.39	13.95
TABASCO	21.50	27.61	23.97	25.49	19.27	19.48
TAMAULIPAS	9.24	11.61	11.46	12.73	14.22	16.89
VERACRUZ	18.12	17.96	17.22	16.47	9.01	15.66
YUCATAN	24.58	21.59	22.39	24.31	21.79	22.81
ZACATECAS	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00
PROMEDIO	15.57	15.09	14.81	14.57	15.14	15.33

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Anexo 5. 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 6. Requerimientos bioclimáticos del cultivo del limón persa (FAO, 1994).

	ÓPTIMA		ABSOLUTA			ÓPTIMA	ABSOLUTA
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
					PROFUNDIDAD	Profundo (>150cm)	Mediana (50-150cm)
REQUERIMIENTOS DE TEMP °C	20	30	13	38	TEXTURA	Media, ligera	Pesada, Media, y Ligera
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	1200	2000	450	2700	FERTILIDAD	Moderado	Baja
LATITUD			40	40	TOXICIDAD POR ALUMINIO		
ALTITUD				2100	SALINIDAD	Baja (<4 dS/m)	Alta (>4 dS/m)
pH	5	6	4	8.3	DRENAJES	Moderado	
INTENSIDAD LUMINOSA	Muy brillante	Muy brillante	Muy brillante	Sombreado ligero			

Estudios para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del limón persa en el Estado de Tabasco.

Anexo 9. Zonas con alto potencial edafoclimático para el cultivo de limón persa en el estado de Tabasco

