



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 CHILE TABAQUERO (*Capsicum spp.*) 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

Ing. Araceli Martínez Sánchez

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS.....	2
VI. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS	3
V. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	4
VI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO.....	6
6.1. INVENTARIO CLIMÁTICO.....	8
6.1.1. División climática.....	8
6.1.2. PERÍODO DE CRECIMIENTO	8
6.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO	9
6.2.1. División edafológica	9
6.3. FUENTES DE INFORMACIÓN	9
6.3.1. Información climática.....	9
6.3.2. Información edafológica	9
6.3.3. Información cartográfica.....	9
VII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO.....	10
XIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
IX. CONCLUSIONES	16
X. BIBLIOGRAFÍA	17
XI. ANEXOS	21

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. VARIABLES SELECCIONADAS PARA DEFINIR ÁREAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO.....	7
--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO.	5
FIGURA 2. SUPERFICIE POR MUNICIPIOS CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO.....	14
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO.	15

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE TABASCO.	22
ANEXO 2. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO (FAO, 1994).	23
ANEXO 3. ZONAS CON POTENCIAL CLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO....	24
ANEXO 4. ZONAS CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO.....	25
ANEXO 5. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO.....	26
ANEXO 6. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DEL CHILE TABAQUERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO	27

I. INTRODUCCIÓN

El chile es una herencia prehispánica muy arraigada en México. Las antiguas culturas lo utilizaban para condimentar los alimentos. Su fruto de sabor picante pertenece a la familia de las Solanáceas, que comprenden aproximadamente 450 géneros, Su origen es muy inciertos aunque se reporta que México, Centro y Sudamérica, son el centro de origen, ya que existen cientos de tipos de tamaños, colores y formas de esta hortaliza (Andrew, 1984).

Los pimientos, chiles o ajíes, constituyen uno de los primeros grupos de plantas domesticadas por el hombre. Cristóbal Colon lo descubrió en su primer viaje y lo introdujo a España; a la llegada de los españoles, le llamaron ají, axi, pimiento y pimienta de la India; estos nombres fueron dados al chile debido a que los españoles desconocían este fruto y su sabor picante, lo relacionaban con el de la pimienta y trataban de darle nombre castellano a todo lo que a su paso encontraban.

Los nativos americanos comían especies como el chile hace unos 9000 años y los empezaron a cultiva desde hace unos 7000 años, tal como lo muestran los grifos de Monte Albán o ilustraciones y explicaciones de los códices de Saghún y Florentino (Andrew, 1984).

Los frutos muy picantes son empleados como condimento y a menudo provienen de planta silvestres. Además actualmente se emplean en la medicina popular como estimulante en problemas estomacales, así como para contrarrestar los efectos de la gripa. En la cocina se utiliza en fresco, seco deshidratado, ahumado o en escabeche (Nuez, 1996).

En estado de Tabasco el cultivo de chile tabaquero representa una actividad económica importante. Sin embargo, en los últimos años (2000 al 2003) la producción de esta hortaliza se ha visto disminuida en un 72%. (SIAP-SAGARPA, 2008). Por lo que el gobierno del estado, a través de las instituciones de enseñanza

e investigación tiene como objetivo identificar las zonas con mayor potencial productivo para el establecimiento de cultivo de chile tabaquero.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de chile tabaquero (*Capsicum spp.*) 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 chile tabaquero (*Capsicum spp.*)

III. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

La planta de chile se distingue por sus altos requerimientos de temperatura y humedad edáfica, para crecer y desarrollarse bien requiere que la temperatura del aire esté arriba de 15°C, a temperaturas de 13°C el crecimiento y desarrollo se retardan y la planta tira sus flores, botones y frutos jóvenes, temperaturas de 10°C la planta detiene por completo su crecimiento. En el período de producción de frutos reacciona menos a un decremento en la temperatura del aire, siempre y cuando cuente con adecuado nivel de humedad edáfica. Desde el trasplante hasta el inicio de la floración el chile jalapeño tiene un requerimiento térmico entre 2500 a 2800°C con una temperatura base de 15°C (Bozhko, 1979).

El rango de temperatura óptima para el desarrollo adecuado de la planta de chile es de 21 a 30°C, Bakker y Uffelen (1988), señalan que para el crecimiento vegetativo del chile la temperatura óptima está entre 21 y 23°C. Cuando la temperatura se eleva a más de 32°C, y bajas humedades atmosféricas, causan la caída de las yemas florales y flores, provocan la formación de frutos fuera de tiempo y reducen considerablemente la producción de semilla (Ware y McCollum 1962; Rendón, 1971; Arcos *et al.*, 1998).

Para la formación de flores, requiere de una temperatura de 22°C, ya que temperaturas superiores a 27°C causan malformaciones de fruto, y mayores de 32°C provocan la caída de flores; en el otro extremo, temperaturas de 4 a 6°C detienen la actividad y crecimiento de las plantas (Contreras, 1982).

El chile jalapeño se desarrolla adecuadamente en altitudes desde cero hasta los 800 metros sobre el nivel del mar, aunque su límite óptimo es hasta los 600 metros, requiere una cantidad de lluvia entre 500 y 600mm bien distribuidos, durante su ciclo productivo (Arcos *et al.*, 1998).

Aloni *et al.*, (1992), señalan que fluctuaciones diurnas/nocturnas de la temperatura entre 35/25°C inmediatamente después del trasplante inhiben severamente el crecimiento de las plántulas, reduciendo a casi la mitad el peso fresco final de la raíz y parte aérea.

En semilleros, la temperatura óptima del suelo para la germinación del chile jalapeño es de 25°C, obteniéndose un 100% de germinación. A temperaturas de 40°C la germinación es nula (Coon *et al.*, 1989).

VI. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

El cultivo de chile tabaquero se desarrolla en muchos tipos de suelos, desde arenosos hasta arcillosos. Sin embargo es deseable tener suelos de migajón a migajón arenosos, profundos y bien drenados con un pH óptimo de 6.3 (Contreras, 1978) aunque Zapata et al., (1992) mencionan que el pH, óptimo para su desarrollo se ubica entre los 6.5 y 7.0 (Arcos *et al.*, 1998) con profundidades de 40cm como mínimo

Se produce bien en suelos con diferente topografía, ya sean planos como los de la región de la Mixtequilla, Veracruz, o de lomerío o ladera como Papantla, Veracruz y Loma Bonita, Oaxaca. Se puede cultivar en suelos de textura franca y

en general es necesario que el suelo sea profundo, poco arcilloso y con buen drenaje, para el desarrollo de las raíces.

El cultivo del chile es muy sensible en las variaciones de humedad del suelo, ya que excesos de agua pueden propiciar la incidencia de enfermedades fungosas sobre el cultivo, mientras que con déficit de humedad se afecta también el desarrollo normal del cultivo.

Específicamente en la zona de la Chontalpa, la siembra de chile se recomienda realizarla de noviembre a enero, aunque esto se puede ampliar de octubre a febrero seleccionando en este último caso terrenos bien drenados y altos (Hernández, 1982). Ver Anexo 2 Ficha técnica del cultivo de chile tabaquero.

V. 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 chile tabaquero 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 1 se esquematiza de manera sucinta la metodología empleada para la zonificación agroecológica (FAO, 1981) para el cultivo de chile tabaquero.

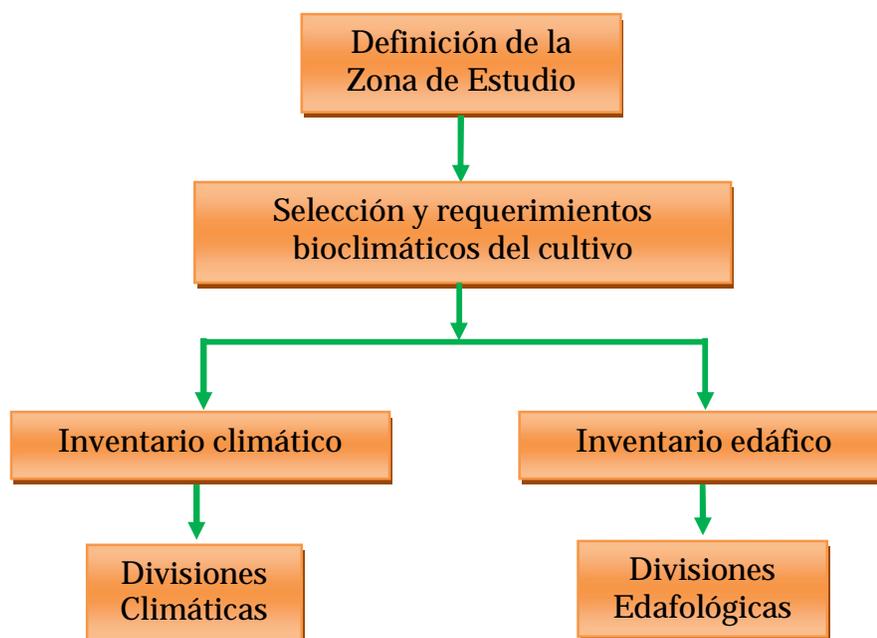


Figura 1. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de chile tabaquero.

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).

VI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivos en el cultivo del chile tabaquero 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 1). 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>.

Cuadro 1. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo de chile tabaquero 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 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 I).

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 chile tabaquero.

6.1. 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.

6.1.1. 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.

6.1.2. 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 chile tabaquero.

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.

6.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO

6.2.1. 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 1. 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 chile tabaquero.

6.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

6.3.1. 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.

6.3.2. 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 físico y químico, clasificándolos de acuerdo a la organización de la naciones unidad para la agricultura y la alimentación y organización de la naciones unidad para la educación, Ciencia y la Cultura (FAO/UNESCO).

6.3.3. 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 chile tabaquero las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

VII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CHILE TABAQUERO

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 chile tabaquero 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)

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

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

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

Donde:

b_{gm} = 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)

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

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

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

bo = 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.

bc = 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 ($\text{IAF} \geq 5$)

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

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

IAF = Índice de área foliar utiliza fu de 4.3 (Azofeita y Moreira, 2004)

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

N = Duración del ciclo del cultivo 145 días.

Ct = 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 cultivo como el tabaquero 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 del cultivo de chile tabaquero que fue de 0.49 (Azofeifa, y Moreira, 2004).

XIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables climáticas y edáficas, que más influye en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de chile jalapeño se mencionan en la ficha técnica (Anexo 2).

Desde el punto de vista climático el estado de Tabasco, cuenta con una superficie de 594,430 hectáreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo chile tabaquero en el ciclo otoño-invierno, el resto de la superficie del estado no es apta para éste cultivo (Anexo 3).

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, Tabasco cuenta con una superficie de 213,169 hectáreas las cuales corresponden a las subunidades de suelo: Fluvisol Éútrico (FLeu) y Fluvisol Éútrico+Vertisol Crómico (Fleu+VReu) (Anexo 4).

El resto de la superficie de la entidad, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo los suelos Gleysoles Éútricos+Gleysoles Mólico+Histosol Sápricos (GLEu+ GLmo+HSsa) que representan 12.2% (301,27.69 ha) de la superficie estatal, los factores de demerito para este grupo de suelo están ligado con la inundación, el manto freático elevado y régimen de humedad ácuico (Palma *et al.*, 2007).

El análisis de las variables climáticas y edáficas (Cuadro 1) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 30,762 hectárea para cultivar chile seco, que se distribuyen en cinco municipios (Figura 2), de las cuales el 33.4% se concentran en el municipio de Tacotalpa(10,273 ha). En la Figura 3,

se ilustran de color verde limón la superficie con alto potencial productivo en el estado de Tabasco.

Aunque Mirafuentes (2005) menciona que el chile tabaquero se cultiva en la región de los ríos en los municipios de Macuspana, Jonuta y Balancán, en la figura 3, se observa que solo el municipio de Macuspana tiene alto potencial edafoclimático (clima y suelo). No obstante, los dos municipios restantes presenta potencial climático pero no edafológico, por lo cual el establecimiento de este cultivo en dichos municipios, tendrían que hacer mejoras al sistema suelo para alcanzar los máximos rendimiento, lo cual elevaría el nivel de inversión, motivo por el cual estas áreas no son remendadas, dado que este estudio se basa en detectar zonas de alta potencialidad, utilizando el mínimo nivel de inversión.

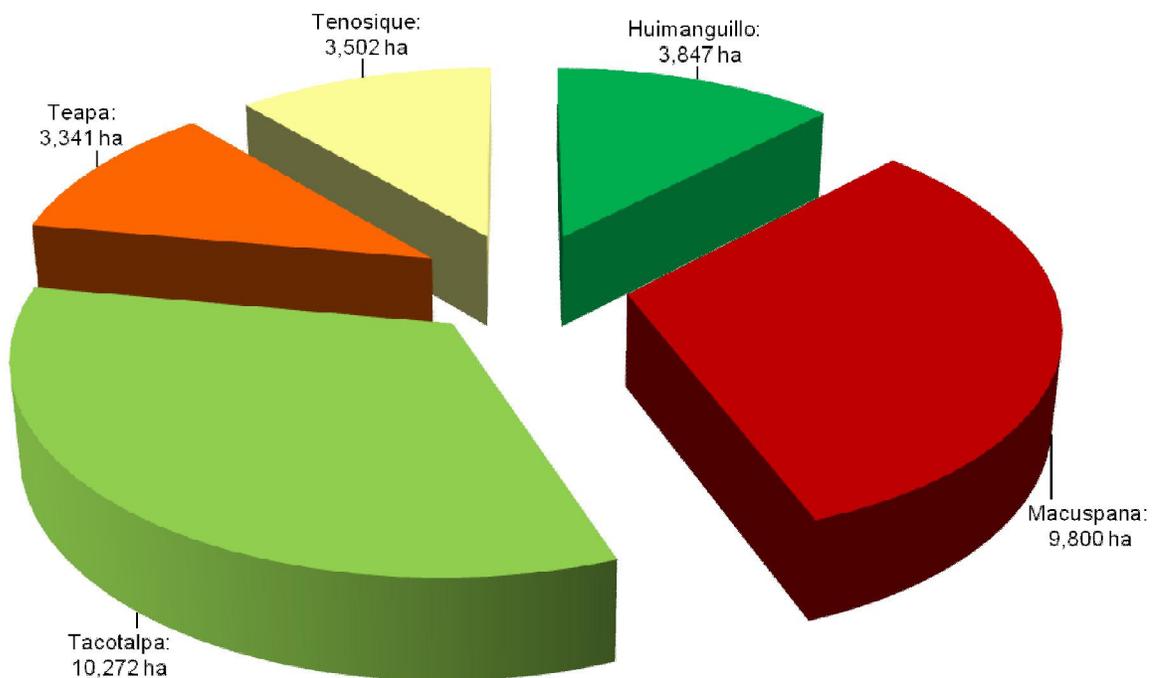


Figura 2. Superficie por municipios con alto potencial productivo para el cultivo de chile tabaquero en el estado de Tabasco en el ciclo otoño-invierno.



Figura 3. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de chile tabaquero en el estado de Tabasco en el ciclo otoño-invierno.

El rendimiento potencial para el estado de Tabasco es de 5.2 t ha^{-1} de chile tabaquero “chile seco” (Anexo 6) para el ciclo otoño-invierno, mencionados rendimientos son superiores a los reportados por Cabaña *et al.*, (2006) en cultivares de chile seco variedad Marisol INIFAP Zacatecas que fue de 4.76 t ha^{-1} . En evaluaciones en campo Mirafuentes (2005), reporta rendimientos de 1.3 t ha^{-1} de chile tabaquero y 3.12 t ha^{-1} de chile Ocal respectivamente. Lo cual indica, que los rendimientos potenciales estimados para Tabasco, pueden verse alcanzado conforme se incrementa el nivel de tecnología y se cultive en las zonas con alto potencial.

IX. CONCLUSIONES

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

- ✚ El estado de Tabasco cuenta con un potencial climático de 594,430 hectáreas para cultivar chile tabaquero.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de chile tabaquero es de 213,169 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático, para cultivar chile tabaquero en el estado de Tabasco es de 30,762 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de chile tabaquero en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Las áreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo de chile tabaquero, se localizan en los municipios de: Teapa, Tenosique, Tacotalpa, Huimanguillo y Macuspana.
- ✚ El 33.4% de la superficie con alto potencial edafoclimático se lo caliza en el municipio de Tacotalpa (10,273 ha).
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de chile tabaquero en el estado de Tabasco son de 5.2 t ha⁻¹.
- ✚ La fecha de siembra recomendada para el cultivo de chile tabaquero en el estado de Tabasco son del 15 octubre al 15 de enero.

X. 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.
- Aloni B, Pashkar T, Karni L. 1992. Partitioning of [14]-C sucrose and acid invertase activity in reproductive organs of pepper plants in relation to their abscission under heat stress. *Annals of Botany* 67: 371-377.
- Andrew, J. 1984. Peppers, The Domesticated *Capsicum*. University of Texas. Press, Austin. USA.
- Arcos, C.G.; Hernández, H.J.; Uriza, A.D.E.; Pozo, C.O y Olivera, S.A. 1998. Tecnología para Producir Chile Jalapeño en la Planicie Costera del Golfo de México. INIFAP. Folleto Técnico No. 24.
- Azofeifa, A y Moreira, M. A. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* l. cv. hot), en Alajuela, Aosta Rica¹. *Agronomía Costarricense* 28(1): 57-67.
- Bakker J.D y Uffelen, J.A.M. 1988. The effects of different diurnal temperature regimes on growth and yield of glasshouse sweet pepper. *Netherland Journals of Agricultural Science*. (36):201-208
- Bozhko, L.E. 1979. Effect of air temperature on yield of sweet pepper. *Soviet Meteorology and Hydrology*. (6): 69-72.

Cabañas, C.B.; Galindo, G.G.; Reveles, H.M. y Bravo, L.A. 2006. Selección, producción y conservación de semillas de cultivares de chile seco. In: Tecnología de Producción de Chile Seco. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacateca. Libro No. 5. Zacateca México.

Contreras G., J. 1978. El Cultivo de los Chiles Jalapeño y Serrano en el Centro de Veracruz. SARH. INIA. CIAGOC. CAECOT. Circular # 63. Cotaxtla, Veracruz.

Coon, J. M. *et al.* 1989. Seed germination of seven cultivars at constant or alternating high temperatures. Journal of Horticultural Science 64 (6): 705-710.

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, 1978. Agroecological Zones Project. World Soil Resources. Report Num. 48. Vol. 1, Africa. 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 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, Interin 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.

Hernández H., J., G. Arcos C., R. Rodríguez M. E I. Torres P. 1992. Manual para producir chile jalapeño en los Distritos de Desarrollo Rural de Tuxpan y Martínez de la Torre, Veracruz. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Papantla, Veracruz, México.p.34

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

Mirafuentes, H, F. 2005. Comparación de tecnologías para producir chiles secos en Tabasco. Produce Tabasco. Fundación Produce Tabasco A.C. (3) 5-9.

Nuez, V.F., Gil, O.R., Costa G,J. 1996. El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajís Editorial Mundi-Prensa. México.

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.

Rendón P. E. 1971. Chiles dulces. Novedades Hortícolas. SAG. INIA. Folleto Misceláneo Vol. XVI (1-4): 21-27.

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.

Ware G., M. y MacCollum J., P. 1962. Raising Vegetables. The Interstate Printed and Publishers Inc. Danville, Illinois. USA. 460 pp.

Zapata, M.; Bañon, S y Cabrera, P. 1992. El Pimiento para Pimentón. Agrogias. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 240 p.

XI. 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 chile tabaquero (FAO, 1994).

	ÓPTIMA		ABSOLUTA			ÓPTIMA	ABSOLUTA
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		Media (50-150cm)	Media (50-150cm)
REQUERIMIENTOS DE TEMP °C	17	30	8	35	PROFUNDIDAD		
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	600	1250	500	1700	TEXTURA	Media	Media y Ligera
LATITUD			50	50	FERTILIDAD	Moderada	Moderada
ALTITUD				3000	TOXICIDAD POR ALUMINIO		
pH	5.5	6.8	4.5	7	SALINIDAD	Baja (<4 dS/m)	Media (4-10 dS/m)
INTENSIDAD LUMINOSA	Muy brillante	Muy brillante	Muy brillante	Nublado	DRENAJES	Moderado	Moderado

Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para el cultivo de chile tabaquero en el estado de Tabasco.

