

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 HABANERO (*Capsicum chinense* 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

Lic. en Biología Rocío Hernández Alvarado

Ing. Araceli Martínez Sánchez

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. RENDIMIENTO DE CHILE HABANERO POR ESTADOS Y ANIVEL NACIONAL .....	2
IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS .....	4
V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS .....	5
VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	6
VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVOS DE CHILE HABANERO .....	8
7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO.....	9
7.1.1. División climática.....	9
7.1.2. Período de crecimiento .....	10
7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO .....	10
7.2.1. División edafológica .....	10
7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN .....	10
7.3.1. Información climática.....	10
7.3.2. Información edafológica .....	11
7.3.3. Información cartográfica.....	11
VIII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL EN EL CULTIVO DE CHILE HABANERO .....	11
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
X. CONCLUSIONES .....	19
XI. BIBLIOGRAFÍA .....	20
XII. ANEXOS.....	24

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CHILE EN EL MUNDO EN EL AÑO 2005. ....	2
CUADRO 2. PRODUCCIÓN, RENDIMIENTOS Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN A NIVEL NACIONAL DE CHILE HABANERO. ....	3
CUADRO 3. SUPERFICIE CULTIVADA, PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO POR ESTADOS 2004. ....	3
CUADRO 4. VARIABLES SELECCIONADAS PARA DEFINIR ÁREAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO. ....	8

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO DE CHILE HABANERO. ....	7
FIGURA 2. SUPERFICIE POR MUNICIPIOS CON ALTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN CICLO PRIMAVERA-VERANO. ....	16
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE CHILE HABANERO EN TABASCO EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO. ....	16
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE CHILE HABANERO EN TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO. ....	16
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE CHILE HABANERO EN TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO. ....	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE TABASCO.....	25
ANEXO 2. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CHILE HABANERO (FAO, 1994).....	26
ANEXO 3. ZONAS CON POTENCIAL CLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO.....	27
ANEXO 4. ZONAS CON POTENCIAL CLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO. ....	28
ANEXO 5. ZONAS CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO.....	29
ANEXO 6. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO.....	30
ANEXO 7. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO.....	31
ANEXO 8. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO.....	32
ANEXO 9. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO EN EL ESTADO DE TABASCO EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO. ....	32

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de los cultivos hortícolas el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) ocupa el segundo lugar en importancia en el estado de Tabasco. Es una planta de ciclo anual, su altura varía entre 75 y 120cm (Prado, 2001). Su potencial productivo en condiciones de riego está determinado principalmente por la clase de suelo y la temperatura media anual (Tun, 2001).

En Tabasco se cultivan en forma comercial 1,041 hectáreas, de ellas 240 hectáreas son de chile habanero, 611 hectáreas de chile seco y 190 ha chile verde. Se estima que existen 595 productores dedicados a esta actividad, que generan el 7.9% del valor de la producción de los cultivos de ciclo corto y el 1.1% del valor total de la producción agrícola del estado.

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) no sólo es comestible; en virtud de la capsicina que contiene, también puede emplearse en la elaboración de cosméticos, pomadas "calientes", gas lacrimógeno, recubrimiento de sistemas de riego o eléctricos para protección contra roedores, y por su alta capacidad anticorrosiva, como componente en pintura para barcos.

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor por su alto contenido de capsicina (200,000 a 500,000 unidades "Scoville"), por lo que es muy apreciado en el mundo. Esto lo demuestra su creciente demanda en Estados Unidos, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá. Sin embargo, los únicos países exportadores son Belice y México, (Ramírez *et al.*, 2005)

Siendo el cultivo de chile habanero una parte importante en el desarrollo económico para la entidad, el gobierno del estado de Tabasco a través de las instituciones mencionadas en la hoja de presentación, tiene como objetivo identificar las zonas con mayor potencia agroclimático para el cultivo del chile habanero.

## II. OBJETIVOS

- Realizar la zonificación del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* 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 del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq).

## III. RENDIMIENTO DE CHILE HABANERO POR ESTADOS Y ANIVEL NACIONAL

México en el año 2005 a nivel mundial ocupó el tercer lugar en superficie cultivada con chile (*Capsicum spp*), con 144, 000 hectáreas, después de China e Indonesia con 612,800 y 173,817 hectáreas respectivamente; y ocupó el segundo lugar en producción con 1,950,000 toneladas después de china con 12,531,000 toneladas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales países productores de chile en el mundo en el año 2005.

Países	Superficie cultivada (ha)	Producción (t)	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>
China	612,800	12,531,000	20.44
Indonesia	173,817	871,080	5.01
México	144, 000	1,950,000	13.54
Nigeria	91,000	720,000	7.91
Turquía	88,000	1,745,000	19.83
Ghana	75,000	270,000	3.60
República de Corea	70,000	240,000	6.00

Fuente: FAOSTAT 2006

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) es un cultivo tradicional en el sureste de México. En los últimos años, se ha incrementado la superficie

sembrada y la producción. En el año 2004, se sembraron 955.59 hectáreas, con una producción de 5,183.17 toneladas. El Cuadro 2 se muestra la producción de chile habanero en los últimos cinco años a nivel nacional.

**Cuadro 2. Producción, rendimientos y valor de la producción a nivel nacional de chile habanero.**

Años	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimientos (t ha <sup>-1</sup> )	Valor de la producción (\$)
2000	94.20	534.66	10.29	6,019,499.95
2001	216.36	1409.28	9.10	17,036,693.01
2002	854.40	2602.98	6.68	21,533,461.68
2003	680.48	4589.57	7.22	33,569,036.00
2004	955.59	5183.17	7.82	54,190,556.00

Fuente: SIAP, 2007

El estado de Yucatán, es el principal productor de chile habanero con una superficie sembrada 708.43 ha, con un volumen de producción 3295.17 toneladas, seguido por el estado de Tabasco, Campeche, Quintana Roo con: 143 ha; 51.18 ha; 36.48 ha y 1,101 t; 358.2 t; 376.85 t respectivamente (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Superficie cultivada, producción, rendimiento y valor de la producción de chile habanero por estados 2004.**

Estados	Superficie cultivada	Producción (t)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Valor de la producción (\$)
Yucatán	708.43	3,295.17	5.33	35,037,830
Tabasco	143.00	1,101.00	7.69	13,611,00
Campeche	57.18	358.20	7.06	2,355,800
Quintana Roo	36.48	376.85	10.93	2,750,330
Sonora	8.00	80.00	10.00	400,000
Veracruz	7.00	43.95	6.28	351,600
Chiapas	3.00	45.00	15.00	200,000
Baja California Sur	1.50	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>964.59</b>	<b>5,300.17</b>	<b>5.88</b>	<b>54,706,560</b>

Fuente: SAGARPA 2005

#### IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

Es muy importante tener en cuenta, que los factores climáticos, a diferencia de los edáficos son inmodificables, delimitando directa o indirectamente zonas aptas para el desarrollo de cualquier cultivo, dado que sus componentes, como la temperatura, precipitación, humedad ambiental y el brillo solar permiten el establecimiento y desarrollo del cultivo, o bien afectan la incidencia de plagas o enfermedades.

Es por ello, que el mejor desarrollo del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) seda en zonas templadas, subtropicales y tropicales (Aragón, 1995; FAO, 1994).

Las altitudes donde se cultiva esta hortaliza oscilan entre 0 y 2700msnm y se desarrolla en un rango de precipitación óptima de 600 a 1250mm (FAO, 1994). Sin embargo, estos valores varían en base a la variedad que se vaya a cultivar y la adaptabilidad que está presenta.

El rango térmico para el desarrollo del chile habanero según la FAO, (1994) y Ramírez *et al.*, (2006), es de 17 a 29°C, con un óptimo alrededor de los 18°C, considerando a su vez que la temperaturas óptimas oscilan entre 24 y 28°C, y que las temperaturas menores de 15°C y mayores a 35°C limitan el desarrollo de este cultivo.

La incidencia de luz por la duración del día, es muy importante en la diferenciación o desarrollo del primordio floral, puesto que la duración del día controla la incidencia del primordio, dado que las plantas tienden a preferir un fotoperiodo intermedio Vince-Prue, citado por Rylski, (1985).

Prospera en condiciones de iluminación de intensa a moderada (FAO, 1994). Su ciclo vegetativo es de 75-130 días (Baradas, 1994). Aunque Benacchio,



(1982) reporta de 95-100 días después del trasplante y Doorenbos y Kassam, (1979) reportan ciclo vegetativo de 120 a 150 días.

El cultivo de chile habanero requiere precipitaciones pluviales promedio 750 a 1000mm, como favorables para obtener altos rendimientos, precipitaciones menores a 30mm mensuales afectan los rendimientos los cuales se ven disminuidos (Ramírez *et al.*, 2006).

## V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

Los suelos más favorables para el desarrollo del chile habanero, son aquellos bien drenados y con buena retención de humedad. En el estado de Yucatán, los suelos apropiados para el desarrollo del cultivo, son los Luvisoles, según la clasificación FAO/UNESCO (Ramírez *et al.*, 2006). Estos suelos son propicios para la mecanización, presentan muy buen drenaje, contienen de baja a mediano contenido de materia orgánica y retienen poca humedad.

Según Tun (2001) y Ramírez *et al.*, (2006) en este estado de Yucatán se consideran óptimos sólo el 10% de las asociaciones de Luvisoles, con Rendzinas y Cambisoles; mientras el otro 90% es considerado como subóptimo por su pedregosidad. Los Vertisoles, Regosoles y Gleysoles, así como sus asociaciones son considerados no aptos.

Los terrenos favorables para el buen desarrollo de este cultivo son los planos o ligeramente ondulados. Pendientes inferiores al 5% son consideradas optimas y subóptimas de 5 a 10%; y no aptas las mayores de 10% (Ramírez *et al.*, 2006).

Sin embargo, también se desarrolla en suelos de textura ligera a media, con profundidad moderada (FAO, 1994). La profundidad efectiva mínima es de 35 a 50cm (Aragón, 1995).

Es moderadamente tolerante o tolerante a la salinidad (FAO, 1994 y Aragón 1995) y puede desarrollarse adecuadamente en un pH de 4.3 y 8.3 siendo su óptimo alrededor de 6.3 (FAO, 1994). Esta especie tolera la acidez del suelo (Aragón, 1995). Se sugiere evitar encharcamientos, por los problemas de enfermedades fungosas, por lo que el chile requiere de suelos bien drenados (FAO, 1994).

## 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 chile habanero 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](http://www.fao.org)).

En la Figura 1 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el chile habanero.

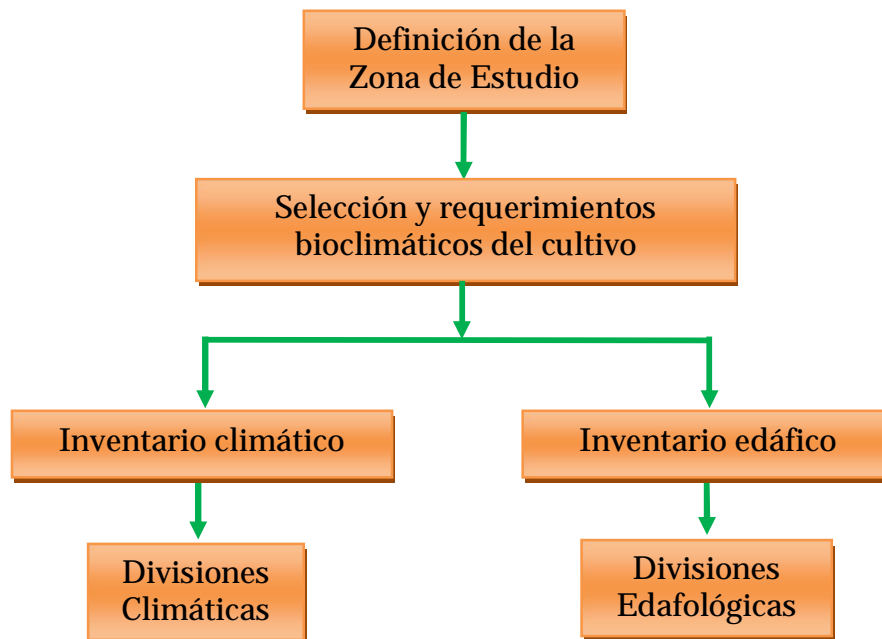


Figura 1. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de chile habanero.

Mencionado 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 CULTIVOS DE CHILE HABANERO

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivos en el cultivo de chile habanero 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 4).

**Cuadro 4. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo chile habanero 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 habanero.

## **7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO**

La elaboración de un inventario climático de acuerdo a los lineamientos de la FAO (1978) 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 chile habanero.

Para calcular el inicio, final y duración en días, del periodo de crecimiento de los cultivos, de acuerdo con el método de la FAO (1978 y 1981), se utilizó el programa AGROCLIM, (Aceves-Navarro *et al.*, 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 4. 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 chile habanero.

### **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). De las cuales se seleccionaron 35 estaciones meteorológicas que cumplieran con los requisitos mencionados en el apartado cuatro.

### **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 la siguiente:

Programa ArcView GIS (Sistema de Información Geográfica, por sus siglas en inglés) que consiste en un sistema de mapeo computarizado que relaciona lugares con información agroclimática, iguales a las del cultivo chile habanero, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

## **VIII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL EN EL CULTIVO DE CHILE HABANERO**

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 chile habanero 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)

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

Donde:

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

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

$H_i$  = 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).

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

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)

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

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  $b_o$  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 ( $T_{\text{foto}}$ ), la cual se calcula con la ecuación (5)

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

$T_{\text{max}}$  = Temperatura máxima

$T_{\text{min}}$  = 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.

$b_o$  y  $b_c$  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 fue de 4.3 (Zuñiga, 2003)

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

N = Duración del ciclo del cultivo (130)

Ct = Coeficiente de respiración (Rm) este coeficiente se calcula con la ecuación (7)

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

$C_{30} = 0.0283$  para leguminosas

$C_{30} = 0.0108$  para no 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 ( $H_i$ ) del cultivo de chile habanero. El valor de  $H_i$  del cultivo de chile habanero utilizado fue de 0.40 el cual fue calculado a partir de los datos de Zuñiga (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 chile habanero, se mencionan en la ficha técnica (Anexo 2).

Desde el punto de vista climático el estado de Tabasco, cuenta con un superficie de 2,457,002 hectáreas con alto potencial productivo para cultivar chile habanero en el ciclo primavera verano, es decir que para este ciclo todo el estado

de Tabasco es apto para sembrar esta hortaliza (Anexo 3). En el ciclo otoño invierno el estado de Tabasco solo cuenta con 594,430 hectárea para establecer el cultivo chile habanero, el resto de la superficie del estado no es apta para éste cultivo, ya que presenta un periodo de crecimiento menor al requerido por esta hortaliza (Anexo 4).

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, Tabasco cuenta con una superficie de 256,070.39 hectáreas, las cuales corresponden a las subunidades de suelo: Fluvisol Dístri-Gléyico (FLdygl), Fluvisol Éútrico (FLeu), Fluvisol Éútrico+Vertisol Crómico (Fleu-VReu) y Fluvisol Éutri-Gléyico (Fleugl) (Anexo 5).

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

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 255,982 hectáreas para cultivar chile habanero, en el ciclo primavera verano, que se distribuyen en todo el estado de Tabasco (Figura 2), de las cuales el 41.3% de ellas se concentran en cuatro municipios que se jerarquizan a continuación: Cárdenas (44,432 ha), Huimanguillo (38,536 ha), Cunduacán (26,227 ha) y Tacotalpa (22,001 ha). En la Figura 3, se ilustra de color verde las áreas con alto potencial productivo en el estado de Tabasco.

Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

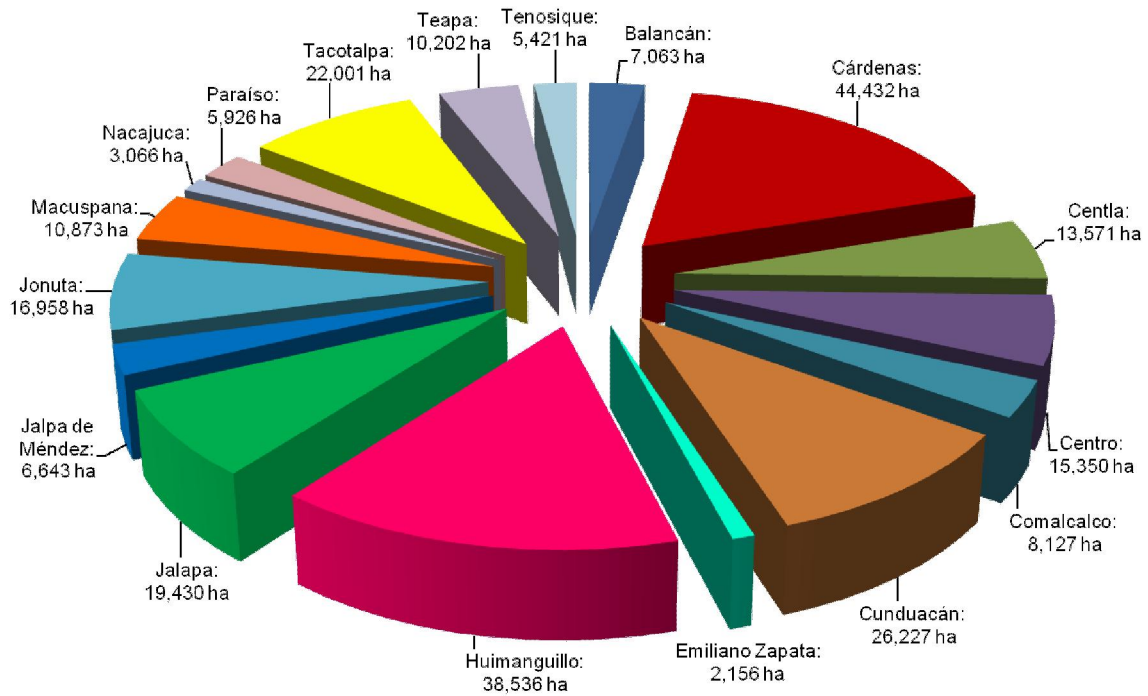


Figura 2. Superficie por municipios con alto potencial para cultivar chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo primavera- verano.

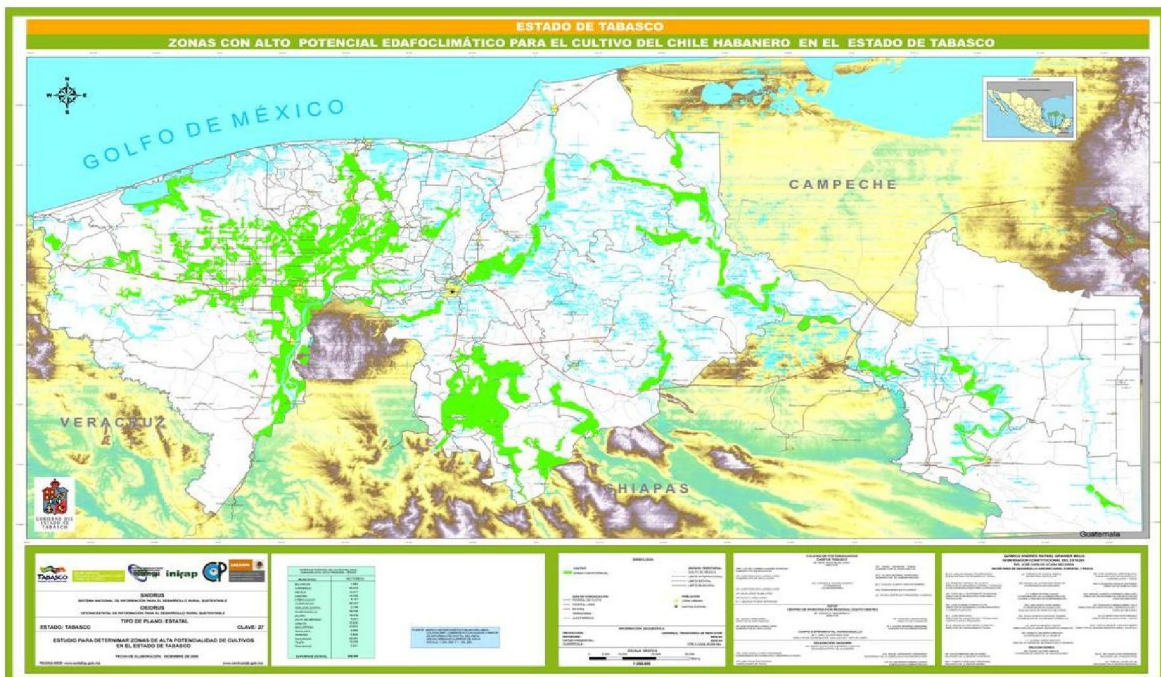


Figura 3. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo del chile habanero en Tabasco, para el ciclo primavera-verano.

## Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

Para el ciclo otoño invierno el análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 65,816 hectáreas que se distribuyen en siete municipios del estado (Figura 4), de las cuales el 33% de ellas se concentran en el Tacotalpa (21,809 ha). En la Figura 5, se ilustra de color verde las áreas con alto potencial productivo en el estado de Tabasco.

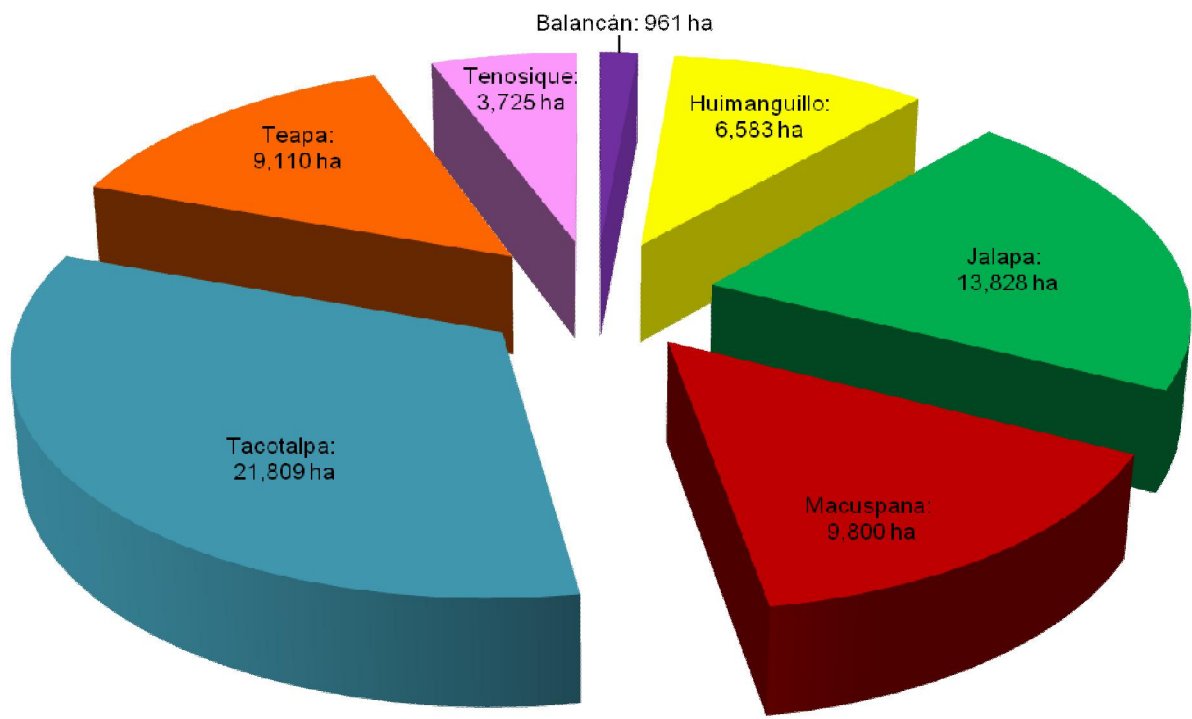


Figura 4. Superficie por municipios con alto potencial para cultivar chile habanero en el estado de Tabasco, en el ciclo otoño- invierno.

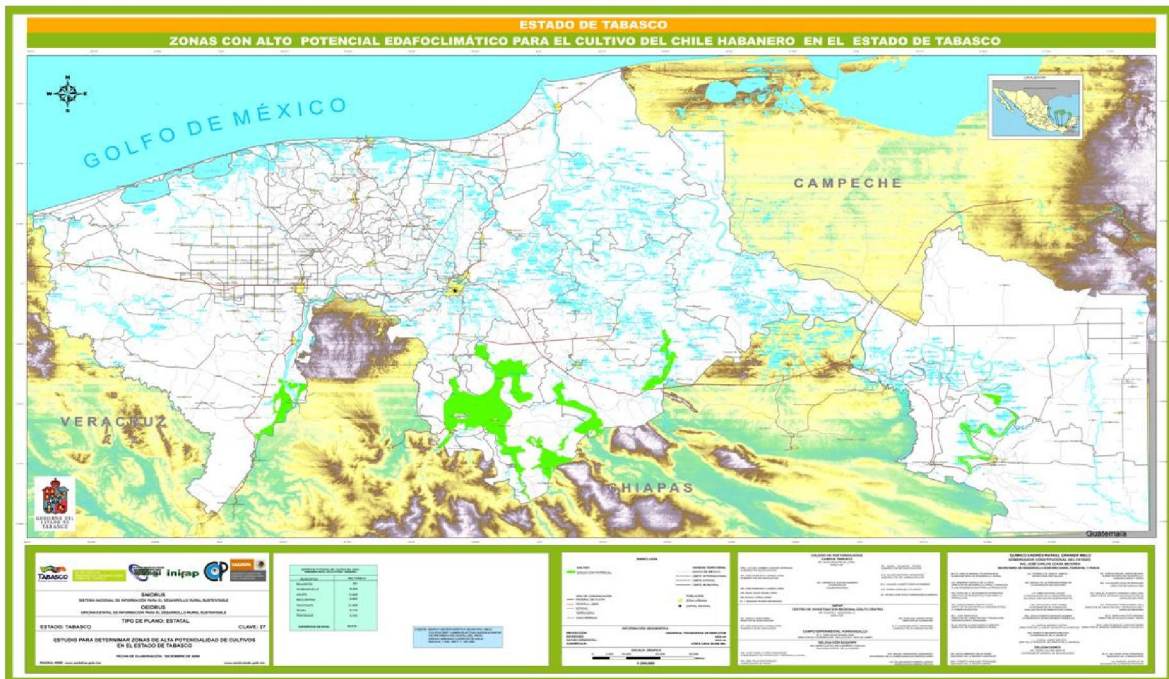


Figura 5. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo del chile habanero en Tabasco, para el ciclo otoño-invierno.

El rendimiento potencial del chile habanero para el estado de Tabasco en el ciclo primavera verano es de  $29.5 \text{ t ha}^{-1}$ , y para el ciclo otoño invierno de  $31.2 \text{ t ha}^{-1}$  (Anexo 6). Mencionados rendimientos son superiores el promedio nacional de  $7.82 \text{ t ha}^{-1}$ . Así mismo, son superiores a lo reportados por el estado de Chiapas, quien reportó los rendimiento más alto en el años 2004 con  $15 \text{ t ha}^{-1}$  (SIAP-SAGARPA, 2008).

Sin embargo, en el estado de Tabasco a nivel experimental López y Mirafuentes (2004) reportan en el municipio de Balancán rendimientos de  $27.5 \text{ t ha}^{-1}$ , los cuales se obtuvieron con una densidad de población de 22,300 plantas por hectáreas, utilizando acolchado plástico y aplicado fertirrigación.



## X. 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 2,457,002 hectáreas en el ciclo primavera-verano y 594,430 hectáreas para el ciclo otoño-invierno para cultivar chile habanero.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de chile habanero es de 256,070.39 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático para cultivar chile habanero en el estado de Tabasco, en el ciclo primavera-verano es de 255,982 hectáreas y para el ciclo otoño-invierno es de 65,816 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de chile habanero en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ En el ciclo primavera-verano el cultivo de chile habanero, se puede cultivar en todo el estado, siempre que se siembre en las zonas con alto potencial productivo de color verde.
- ✚ En el ciclo otoño-invierno el cultivo de chile habanero, se puede cultivar en seis municipios: Balancán, Huimanguillo, Macuspana, Tacotalpa, Teapa y Tenosique, siempre que se siembre en las zonas de alto potencial productivo de color verde.
- ✚ El 41.3% del áreas con alto potencial producto en el ciclo primavera- verano se localizan en cuatro municipios: Cárdenas (44,432 ha), Huimanguillo (38,536 ha), Cunduacán (26,227 ha) y Tacotalpa (22,001 ha).

- ✚ El 33% de la superficie con alto potencial productivo en el ciclo otoño-invierno se localizan en el municipio de Tacotalpa (21,809 ha).
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo primavera-verano es de 29.5 t ha<sup>-1</sup> y 30.2 t ha<sup>-1</sup> para el ciclo otoño-invierno respectivamente.
- ✚ La fecha de siembra del chile habanero para el ciclo primavera-verano es del 1 de junio al 15 de septiembre. Para el ciclo otoño-invierno es del 15 de octubre al 31 de diciembre.

## 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.
- Aragón P. De L., L.H. 1995. Factibilidades Agrícolas y Forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México, D.F. 177 p.
- Baradas, M.W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of Agricultural Meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford University Press. New York. USA. pp. 189-202.
- Benacchio, S.S. 1982. Algunas Exigencias Agroecológicas en 58 Especies de Cultivo con Potencial de Producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nacional de Investigación Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela. 202 p.
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1979. Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 33. FAO. Roma. Italia. 212p.



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. Agro-ecological Zones Project. Methodology and Results for Africa. Rome. Report NO. 48. Vol. 1. 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.

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

- López, L.R y Mirafuentes, H.F. 2004. Sistema de fertirrigación y acolchado plástico en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* jacq.).IN: Primera Convención Mundial de Chile. pp. 223-229
- 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.
- Prado, U.G. 2001. Tecnología de Producción Comercial de Chile Habanero (*Capsicum chinense*, Jacq). Instituto para el Desarrollo de Sistemas Reproducción del Trópico Húmedo de Tabasco, Tabasco, México. 30 p.
- Ramírez, J., G., S. Góngora, G., L. A. Pérez, M., R. Dzib, E. R., C. Leyva, M. y I. R. Islas, F. 2005. Síntesis de oportunidades e información estratégica para fijar prioridades de investigación y transferencia de tecnología en Chile habanero (*Capsicum chinense*, Jacq). *En*. Estudio Estratégico de la Cadena Agroindustrial: Chile Habanero. INIFAP, SAGARPA, ASERCA, CIATEJ, UNACH, CICY, OTTRAS. Mérida, Yucatán, México. 23 p.

Ramírez, J.G.; Avilés, B.W.; Dzib, E.R. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicum chinense*, Jacq) en el Estado de Yucatán. *In*. Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS Y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, México. 66 p.

Rylski, I., 1985. Capsicum. In: Halevy, H.A. (Ed.), CRC Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 140–146.

SIAP-SAGARAPA. 2004. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca. [www.siap.gob.mx/](http://www.siap.gob.mx/)

Tijerina-Chávez L.; Ortiz-Solorio C.; Pájaro-Huertas D.; Ojeda-Trejo. E.; Aceves-Navarro L. A. 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.

Tun, D.J.C. 2001. Chile habanero, características y tecnología de producción. Centro de Investigación Regional del Sureste, INIFAP., SAGARPA., Tabasco, México. p 18-24.

Zuñiga, E.L.2003. Producción de chile jalapeño en un Vertisol mediante la técnica de fertigación (Riego por microgoteo). Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados Montecillos estdo de MÉXICO. 170 p.

## XII. ANEXOS

# ANEXOS

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

MUNICIPIO	No	ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
BALANCÁN	1	APATZINGAN	705156	1946979	65
	2	BALANCAN	655091	1969771	18
CÁRDENAS	27	SAN PEDRO	695219	1968096	40
	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
EMILIANOZAPATA	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	29	TEAPA	505129	1941876	72
TENOSIQUE	3	BOCA DEL CERRO	659848	1927016	100
	30	TENOSIQUE	667062	1932608	32
FRONTERA	35	FRONTERA	538702	2047388	1

Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de chile habanero para estado de Tabasco (FAO, 1994).

	ÓPTIMA		ABSOLUTA			ÓPTIMA	ABSOLUTA
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
					<b>PROFUNDIDAD</b>	Media (50-150cm)	Media (20-50cm)
<b>REQUERIMIENTOS DE TEMP °C</b>	20	26	15	32	<b>TEXTURA</b>	Pesada Media	Pesada Media y Ligera
<b>PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)</b>	600	1250	500	1500	<b>FERTILIDAD</b>	Alta	Moderada
<b>LATITUD</b>	20	20	30	30	<b>TOXICIDAD POR ALUMINIO</b>		
<b>ALTITUD</b>					<b>SALINIDAD</b>	Baja (<4 dS/m)	Baja (<4 dS/m)
<b>pH</b>	6	6.5	5.3	7	<b>DRENAJES</b>	Moderado	Moderado
<b>INTENSIDAD LUMINOSA</b>	Muy brillante	Muy brillante	Muy brillante	Nublado			

Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

Anexo 3. Zonas con potencial climático para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo primavera-verano.





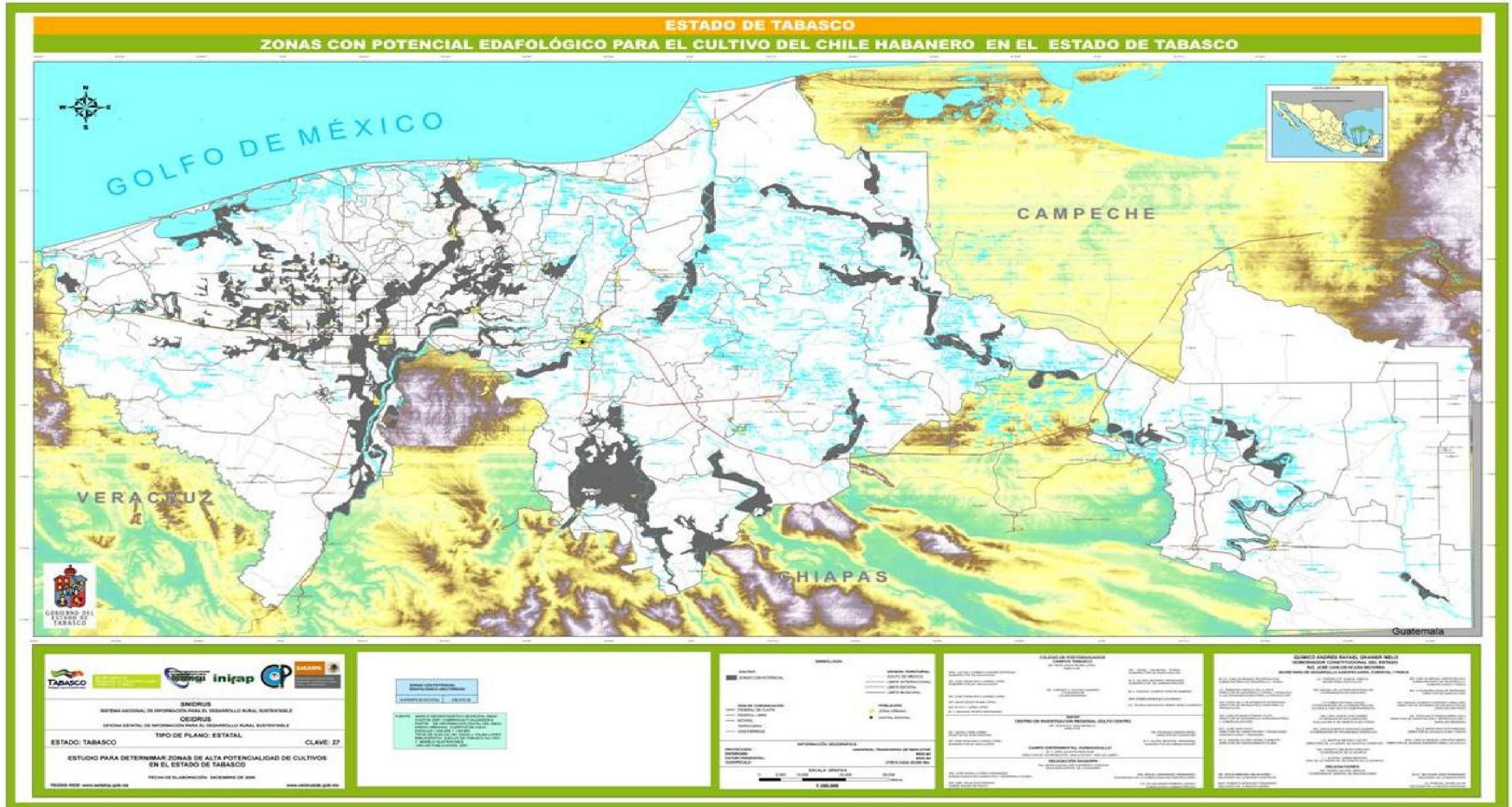
# Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

## Anexo 4. Zonas con potencial climático para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo otoño-invierno.





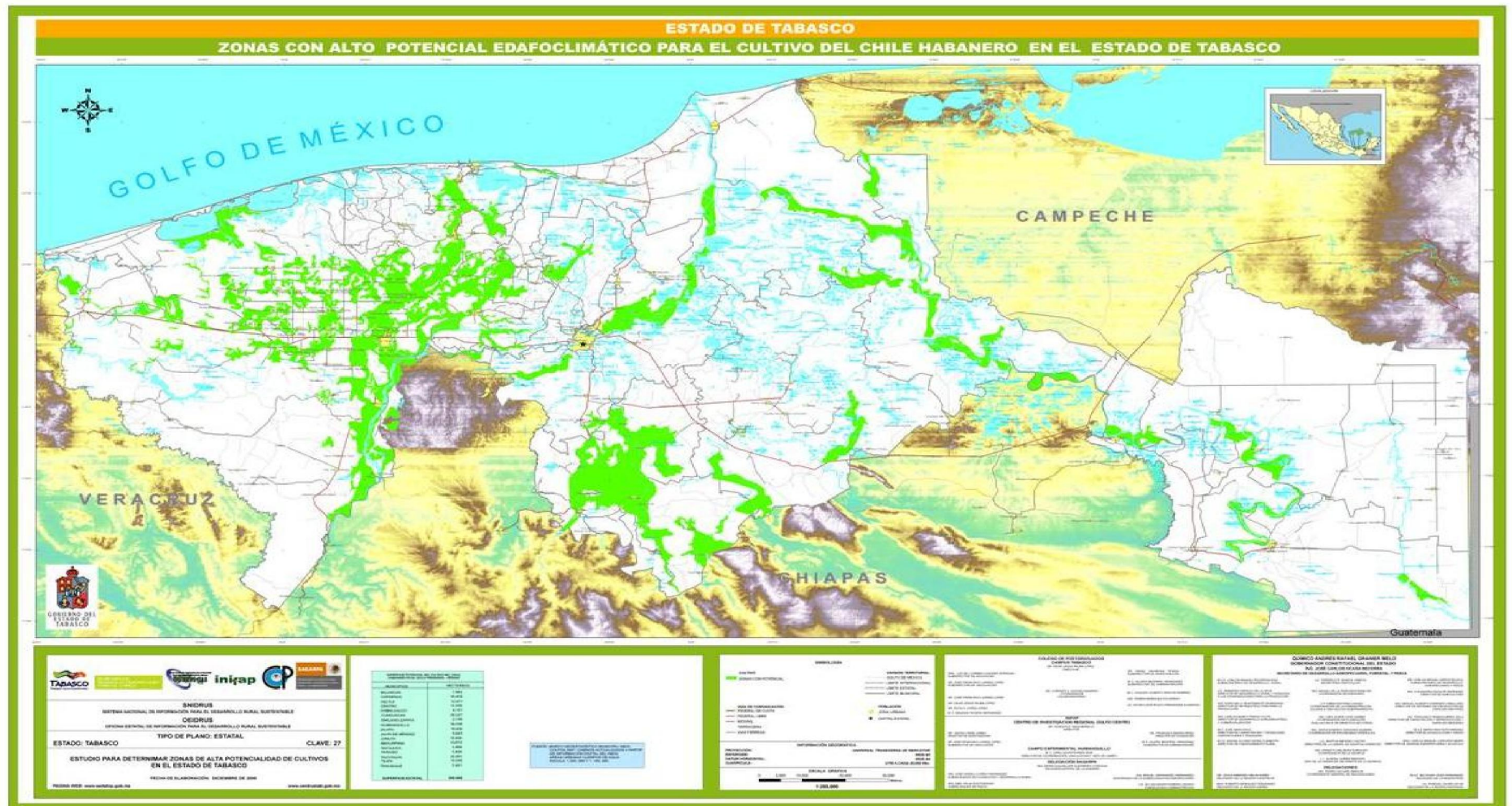
Anexo 5. Zonas con potencial edafológico para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco.





# Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

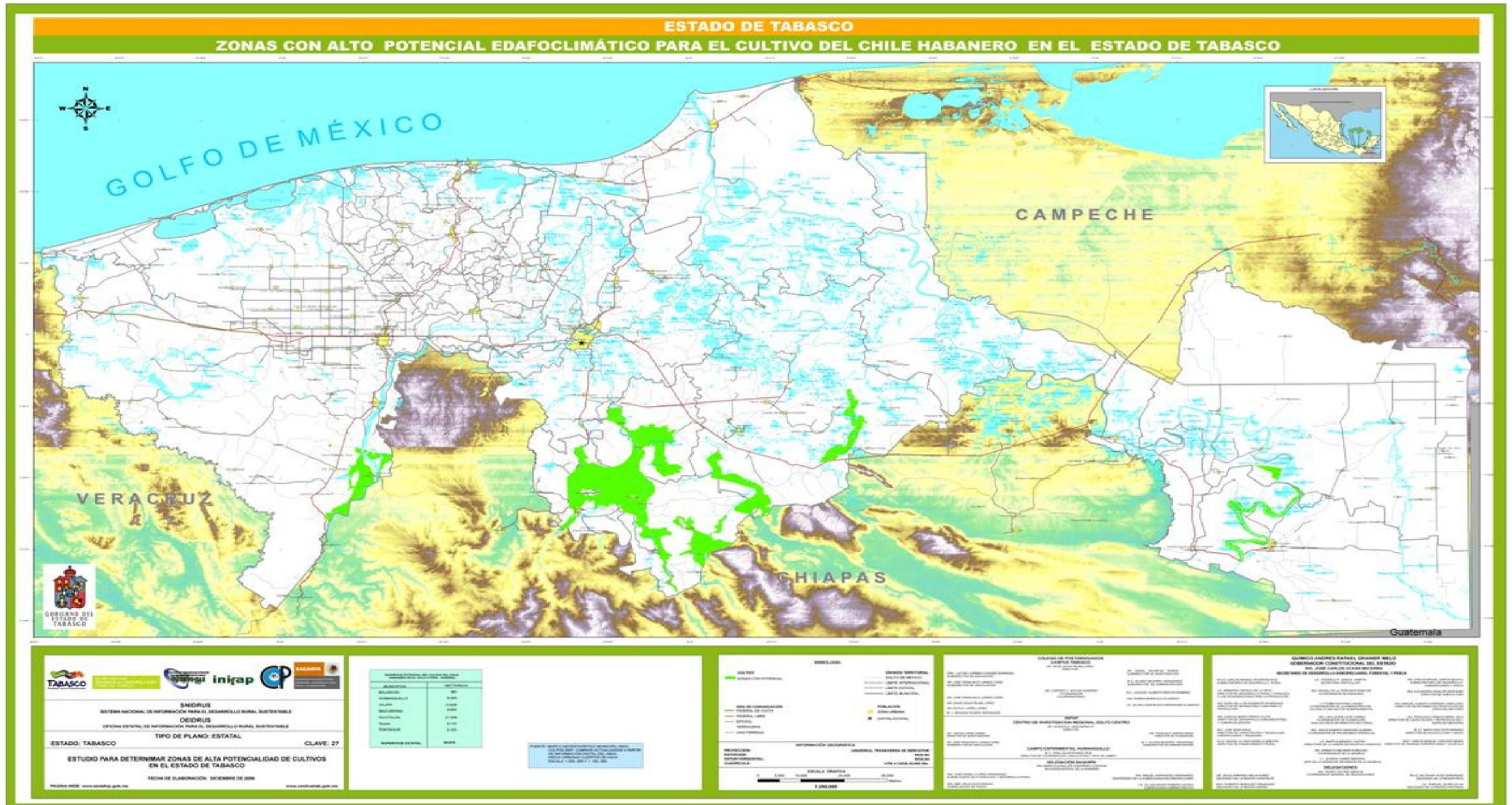
## Anexo 6. Zonas con alto potencial edafoclimático para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo primavera-verano.





Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

Anexo 7. Zonas con alto potencial edafoclimático para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo otoño-invierno.



Estudio para determinar zonas con alta potencialidad del chile habanero en Tabasco

Anexo 8. Rendimiento potencial para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo primavera-verano.





Anexo 9. Rendimiento potencial para el cultivo del chile habanero en el estado de Tabasco en el ciclo otoño-invierno.

