

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 TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 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

Ing. Araceli Martínez Sánchez

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| II. OBJETIVOS.....  | 2  |
| III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE TOMATE EN MÉXICO<br>Y EN TABASCO ..... | 2  |
| IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS .....   | 5  |
| V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS .....  | 6  |
| VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....                                    | 6  |
| VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO<br>DE TOMATE. ....      | 8  |
| 7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO.....  | 10 |
| 7.1.1. División climática.....  | 10 |
| 7.1.2. Período de crecimiento .....   | 10 |
| 7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO .....   | 11 |
| 7.2.1. División edafológica .....   | 11 |
| 7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN .....   | 11 |
| 7.3.1. Información climática.....   | 11 |
| 7.3.2. Información edafológica .....  | 11 |
| 7.3.3. Información cartográfica.....  | 12 |
| VIII. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE<br>TOMATE .....      | 12 |
| IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 15 |
| X. CONCLUSIONES .....   | 18 |
| XI. BIBLIOGRAFÍA .....  | 19 |
| XII. ANEXOS.....  | 22 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |   |
|---|---|
| CUADRO 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL. ....           | 3 |
| CUADRO 2. RENDIMIENTO DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL. ....                    | 4 |
| CUADRO 3. SUPERFICIE CULTIVA DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE RIEGO EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL ....                 | 4 |
| CUADRO 4. VARIABLES SELECCIONADAS PARA DEFINIR ÁREAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO DE TOMATE EN EL ESTADO DE TABASCO. . | 9 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE TOMATE EN MÉXICO EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL MAS RIEGO .....                             | 3  |
| FIGURA 2. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO DE TOMATE. ....                        | 7  |
| FIGURA 3. SUPERFICIE POR MUNICIPIOS CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE TOMATE EN EL ESTADO DE TABASCO .....  | 16 |
| FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE TOMATE EN TABASCO..... | 17 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| ANEXO 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL.....   | 23 |
| ANEXO 2. SUPERFICIE CULTIVADA DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL.....      | 24 |
| ANEXO 3. RENDIMIENTO DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL.....            | 25 |
| ANEXO 4. RENDIMIENTO DE TOMATE EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL. ....              | 26 |
| ANEXO 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE TABASCO.....               | 27 |
| ANEXO 6. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL TOMATE (FAO, 1994). ....                            | 28 |
| ANEXO 7. ZONAS CON POTENCIAL CLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DEL TOMATE EN EL ESTADO DE TABASCO.....            | 29 |
| ANEXO 8. ZONAS CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO PARA EL CULTIVO DEL TOMATE EN EL ESTADO DE TABASCO. ....         | 30 |
| ANEXO 9. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DEL TOMATE EN EL ESTADO DE TABASCO. .... | 31 |
| ANEXO 10. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DEL TOMATE EN EL ESTADO DE TABASCO.....                   | 32 |

## I. INTRODUCCIÓN

El jitomate o "tomate rojo" es originario de América del Sur, aunque se considera a México como centro de su domesticación (Maroto, 1983). Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo; con su comercialización y difusión lograda, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo.

El jitomate o "tomate rojo" es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, sólo superada por el ganado vacuno (Anónimo 2009)

El tomate es una planta de la familia de las Solanáceas, cuya especie se denomina científicamente *Lycopersicon esculentum* Mill. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas). El tomate se cultiva en todas las zonas medias y cálidas de nuestro país, con diferencias notables en cuanto a los sistemas de cultivo empleados por los agricultores (Hebbar *et al.*, 2004).

Esta especie contiene un agradable gusto y color, que lo popularizó, además de su notable riqueza en vitaminas. A nivel mundial China ocupa el primer lugar en producción con 31,644.04 (en miles de toneladas) seguida por Estados unido 11,043.30 y Turquía con 9,700.00 (en miles de toneladas) respectivamente. México ocupa el décimo lugar en producción. Aunque ocupa el cuarto lugar como país exportados solo detrás de China, Italia y España (FAOSTAT, 2006)

## II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) 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 tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

## III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE TOMATE EN MÉXICO Y EN TABASCO

La superficie cultivada de tomate en la modalidad de temporal a nivel nacional en los últimos dos años (2006-2007) se ha mantenido constante (Anexo 1). En el año 2007, se sembraron en México en esta modalidad 9,639ha, siendo el estado de Morelos la entidad federativa que mas cultiva esta hortaliza con 2,344ha, seguido muy de cerca por tres estados: Veracruz (1,350ha); Michoacán; (1,719ha) y (Nayarit 1.574ha). Tabasco a nivel nacional sembró 35.75 ha lo que represento solo el 0.37% de la superficie cultivada nivel nacional. Los rendimientos promedio en la modalidad de temporal a nivel nacional para el año 2007, fue de 22.03 t ha<sup>-1</sup> (Anexo 3) (SIAP-SAGARPA, 2008).

La superficie cultivada de tomate en la modalidad de riego, a nivel nacional en los últimos cinco años (2003-2007) se ha mantenido constante (Anexo 2). En el año 2007, se sembraron en México en mencionada modalidad 56,996ha, siendo el estado de Sinaloa la entidad federativa que mas cultiva esta hortaliza con 19,548ha. Tabasco a nivel nacional sembró 76.5ha, lo que represento solo el 0.13% de la superficie cultivada nivel nacional. El rendimiento promedio a nivel nacional en la modalidad de riego para el mismo año fue de 40.1 t ha<sup>-1</sup> (Anexo 4) (SIAP-SAGARPA, 2008).

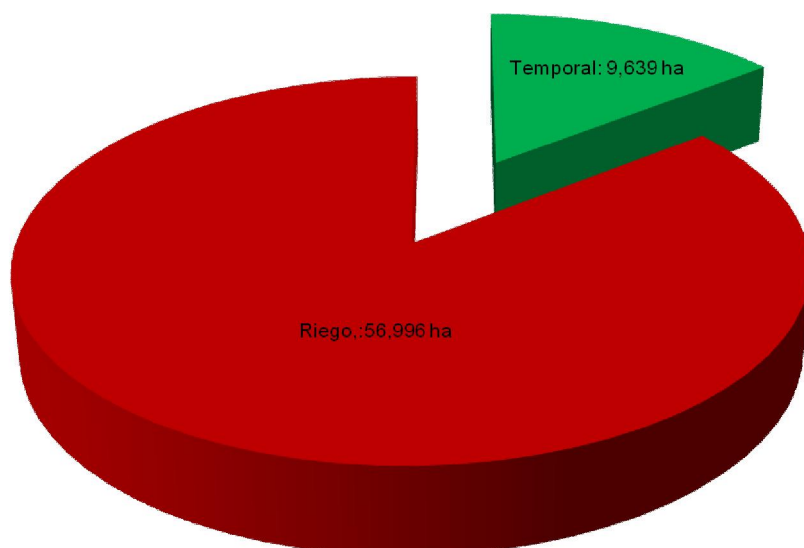


Figura 1. Superficie cultivada de tomate en México en la modalidad de temporal más riego.

En Tabasco el cultivo de tomate en su modalidad de temporal es cultivado en ocho municipios (Cuadro 1), Siendo el municipio de Tenosique el que siembra, la mayor superficie con 13 hectárea, seguido muy de cerca por el municipio de Cunduacán con 9.25 hectárea. Los rendimientos a nivel estatal son de  $9.8 \text{ t ha}^{-1}$  (Cuadro 2) lo que produjo una producción de  $350.5 \text{ t ha}^{-1}$  (SIAP-SAGARPA, 2008).

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

| MUNICIPIOS      | Superficie hectáreas |              |              |              |              |
|-----------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 2003                 | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         |
| BALANCAN        | 0.00                 | 5.00         | 12.00        | 11.75        | 5.00         |
| CARDENAS        | 0.00                 | 0.00         | 5.00         | 0.50         | 0.50         |
| CENTLA          | 8.00                 | 7.00         | 3.00         | 4.00         | 1.00         |
| CENTRO          | 5.00                 | 5.00         | 5.00         | 3.00         | 0.00         |
| CUNDUACAN       | 8.00                 | 0.00         | 0.00         | 2.00         | 9.25         |
| EMILIANO ZAPATA | 5.00                 | 5.00         | 8.00         | 3.00         | 3.00         |
| TACOTALPA       | 0.00                 | 0.00         | 1.00         | 0.00         | 0.00         |
| JALPA DE MENDEZ | 5.00                 | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 2.00         |
| JONUTA          | 4.00                 | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 2.00         |
| TEAPA           | 2.00                 | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.00         |
| TENOSIQUE       | 10.00                | 1.00         | 16.00        | 19.00        | 13.00        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>47.00</b>         | <b>23.00</b> | <b>50.00</b> | <b>43.25</b> | <b>35.75</b> |

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

**Cuadro 2. Rendimiento de tomate en la modalidad de temporal en el estado de Tabasco, a nivel municipal.**

| MUNICIPIOS      | Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) |             |             |              |             |
|-----------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
|                 | 2003                              | 2004        | 2005        | 2006         | 2007        |
| BALANCAN        | 0.00                              | 6.00        | 6.10        | 14.97        | 8.00        |
| CARDENAS        | 0.00                              | 0.00        | 6.20        | 0.60         | 6.00        |
| CENTLA          | 7.00                              | 8.57        | 8.00        | 8.00         | 7.00        |
| CENTRO          | 8.00                              | 8.00        | 4.00        | 8.00         | 0.00        |
| CUNDUACAN       | 5.00                              | 0.00        | 0.00        | 15.00        | 10.00       |
| EMILIANO ZAPATA | 5.40                              | 8.00        | 11.75       | 10.33        | 10.00       |
| TACOTALPA       | 0.00                              | 0.00        | 3.00        | 0.00         | 0.00        |
| JALPA DE MENDEZ | 5.00                              | 0.00        | 0.00        | 0.00         | 18.00       |
| JONUTA          | 5.00                              | 0.00        | 0.00        | 0.00         | 6.00        |
| TEAPA           | 4.00                              | 0.00        | 0.00        | 0.00         | 0.00        |
| TENOSIQUE       | 4.00                              | 0           | 0           | 10.00        | 10.00       |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>5.45</b>                       | <b>7.73</b> | <b>7.28</b> | <b>10.89</b> | <b>9.80</b> |

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

En Tabasco el cultivo de tomate en su modalidad de riego es cultivado en tres municipios (Cuadro 3), Siendo el municipio de Tenosique el que siembra, la mayor superficie con 66 hectárea. El rendimiento promedio en mencionada modalidad es de 19.86 t ha<sup>-1</sup> lo que produjo una producción de 1,390 t ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA, 2008).

**Cuadro 3. Superficie cultivada de tomate en la modalidad de riego en el estado de Tabasco, a nivel municipal.**

| MUNICIPIOS      | Superficie hectáreas |             |             |              |              |
|-----------------|----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                 | 2003                 | 2004        | 2005        | 2006         | 2007         |
| CARDENAS        | 0.00                 | 0.00        | 0.00        | 0.00         | 0.50         |
| EMILIANO ZAPATA | 3.00                 | 6.00        | 0.00        | 3.00         | 10.00        |
| TENOSIQUE       | 0.00                 | 0.00        | 0.00        | 39.00        | 66.00        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>3.00</b>          | <b>6.00</b> | <b>0.00</b> | <b>42.00</b> | <b>76.50</b> |

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).



#### IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

La maduración del fruto de tomate está muy influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad, como en la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas en los frutos, es importante mencionar que además existen otros parámetros climáticos que influyen en el desarrollo de tomate (Anónimo, 2002)

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y planta en general; así como en el sistema radicular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. (Maroto, 1983)

Las temperaturas superiores a los 35°C impactan negativamente sobre el desarrollo de los óvulos fecundados y, por ende, afectan el crecimiento de los frutos. Por otro lado, las temperaturas inferiores a 12°C afectan adversamente el crecimiento de la planta, especialmente influyen durante el período de floración, ya que por encima de los 25°C o por debajo de los 12°C la fecundación no se produce. En el proceso de fructificación este factor climático influye sobre el desarrollo de los frutos, acelerando la maduración a medida que se incrementan las temperaturas.

La humedad relativa óptima, para el cultivo del tomate oscila entre un 60% y un 80%, en lugares con humedad relativa por arriba de la mencionada favorecen al desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Maroto,1983)

La luminosidad puede incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, y fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta (durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura

diurna y nocturna y la luminosidad). Una buena luminosidad es importante porque se obtienen colores intensos, pared delgada del pericarpio y alto contenido de sólidos solubles. Por ello las zonas productoras deben tener de 1.000 a 1.500 horas luz al año. Los vientos secos y calientes inducen la abscisión de las flores (Sawhney, 1988 y He et al., 1999).

## V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

El tomate se adapta a casi todos los tipos de suelos mientras que exista un buen drenaje; el cual tiene que ser excelente ya que no soporta el anegamiento. No obstante, prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica.

Para una producción temprana de fruta de buena calidad, los suelos livianos son los más apropiados. Para una época de producción prolongada y alto rendimiento por área, los suelos francos y franco-arcillosos son los más indicados ya que poseen una mayor capacidad de retención de humedad. Las mejores producciones se obtienen en suelos con buen contenido de materia orgánica y minerales. La acidez que la planta puede resistir aumenta cuando la materia orgánica es abundante. El pH óptimo es entre 5.5-7.0 (Maroto, 1983).

## 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 tomate 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 cultivo de tomate.



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

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

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

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

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

## **VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE TOMATE.**

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivos en el cultivo de tomate 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). 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 4. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo de tomate 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 1).

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

## **7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO**

La elaboración de un inventario climático de acuerdo a los lineamientos de la FAO (1979, 1980 y 1985) 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  $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  de elevación, con el trazo de isolíneas. Es importante mencionar que para el estado de Tabasco no hubo problemas en la clasificación del clima porque es similar en toda la región.

### **7.1.2. Período de crecimiento**

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

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 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 tomate.

## **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 Unidad para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la Naciones Unidad 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 tomate, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

## VIII. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE TOMATE

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 tomate en Tabasco.

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

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

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).

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

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)

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

Donde:

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

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

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 bc y bo para plantas con una fotosíntesis máxima (Pm) de 20 kg CH<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para lo cual se requiere calcular la temperatura diurna (T<sub>foto</sub>), 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<sub>max</sub> = Temperatura máxima

T<sub>min</sub> = Temperatura mínima

Rg = Radiación global medida (cal cm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>)

bo = Tasa de fotosíntesis bruta en días completamente nublados (kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (Pm = 20 kg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

bc = Tasa fotosíntesis bruta en días completamente despejados (kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (Pm = 20 kg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). 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 ≥ 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 (Heuvelink *et al.*, 1989)

log<sub>10</sub>(IAF) se obtiene de gráfica.

N = Duración del ciclo del cultivo (130)

C<sub>t</sub> = 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<sub>30</sub> = 0.0108 para cultivos como el tomate 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 tomate que fue de 0.40 (Scholberg *et al.*, 2000).

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Desde el punto de vista agroclimático el estado de Tabasco, cuenta con un superficie de 2,333,401 hectáreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo tomate en el ciclo otoño-invierno, 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 7).

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, Tabasco cuenta con una superficie de 254,591 hectáreas, las cuales corresponden a las subunidades de suelo: Fluvisol Éutrico (FLeu) y Fluvisol Éutri-Gléyico (FLugl) y Fluvisol Dístrico (FLdy) (Anexo 8).

El resto de la superficie de la entidad, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo los suelos Plintoles Éutricos (PTeu) y Plintoles Úmbricos (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 (Palma *et al.*, 2007).

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 250,710 hectáreas para cultivar tomate, que se distribuyen en todo el estado de Tabasco (Figura 3), de las cuales el 57.6% de ellas se concentran en los municipios de: Cárdenas (42,221 ha), Huimanguillo (38,289 ha), Cunduacán (22,552 ha), Tacotalpa (22,001 ha) y Jalapa (19,430 ha). En la Figura 4 se ilustran las zonas de color rojo con alto potencial productivo en para el estado de Tabasco (Anexo 9).

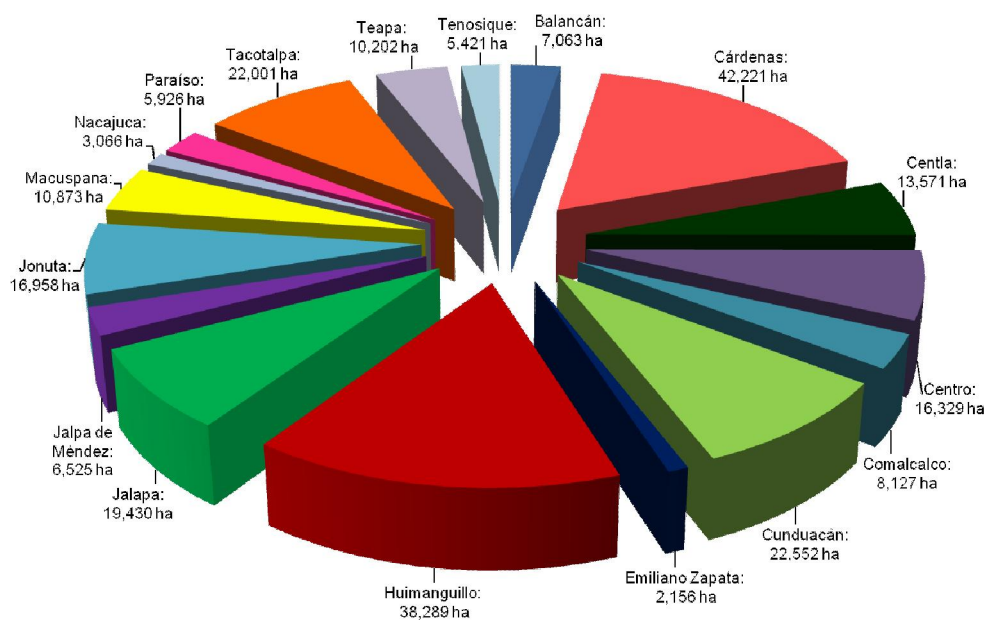


Figura 3. Superficie por municipios con alto potencial productivo para el cultivo de tomate en el estado de Tabasco.

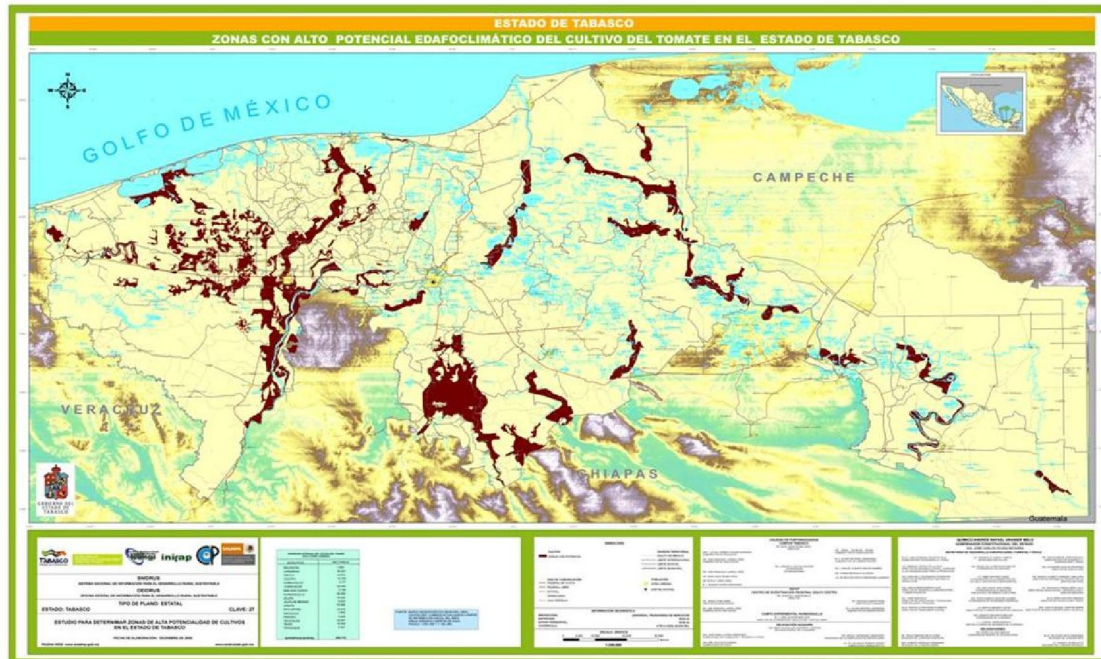


Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de tomate en Tabasco.

El rendimiento potencial del cultivo de tomate para el estado de Tabasco es de  $48 \text{ t ha}^{-1}$ , (Anexo 10) dicho rendimiento es superior al promedio nacional en la modalidad de temporal que son de  $22.3 \text{ t ha}^{-1}$  (SIAP-SAGARPA, 2007). Asimismo, superan a los rendimientos alcanzados en la modalidad de temporal por los estados de Chiapas y Campeche que reportan  $38.85 \text{ t ha}^{-1}$  y  $33.84 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente en el año 2007. Aunque son muy inferiores a los reportados en la modalidad de riego por el estado de México con  $116 \text{ t ha}^{-1}$ (SIAP-SAGARPA, 2008).

En Tabasco los máximo rendimiento de tomate lo reporta el municipio de Jalpa de Méndez con  $18.39 \text{ t ha}^{-1}$ , es decir  $31.2 \text{ t ha}^{-1}$  potencialmente se están dejando de producir. Sin embargo Gilbeto, (1982) en estudios realizado en la región de la Chontal a nivel experimental reporto rendimientos de  $25.48 \text{ t ha}^{-1}$ .

## 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 2,333,401 hectáreas para cultivar tomate.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de tomate es de 254,591 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático, para cultivar tomate en el estado de Tabasco es de 250,710 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de tomate en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ El cultivo de tomate se puede cultivar en todo el estado de Tabasco, siempre se que establezca en las zonas de alto potencial edafoclimático, de color rojo.
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de tomate en el estado de Tabasco son de 48 t ha<sup>-1</sup>.
- ✚ El 57.6% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentran en los municipios de: Cárdenas (42,221 ha), Huimanguillo (38,289 ha), Cunduacán (22,552 ha), Tacotalpa (22,001 ha) y Jalapa (19,430 ha).
- ✚ La fecha de siembra del cultivo de tomate es del 15 septiembre al 1 de noviembre

## 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.

Anónimo. 2009. Monografía del Tomate. Gobierno de Veracruz Disponible In-: <http://www.sra.gob.mx>

Anónimo. 2002. Manual Del Cultivo De Tomate. Disponible en: [http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/Manual\\_del\\_Cutivo\\_de\\_Tomate](http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/Manual_del_Cutivo_de_Tomate)

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, Italy.

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

FAOSTAT, 2006a. 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.

FAOSTAF, 2006b: Disponible In: <http://faostat.fao.org> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Tomate.

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

Gilbert, D.L.C. 1982. Evaluación del rendimiento de 9 variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en la Chontal Tabasco. Tesis ingeniero agrónomo especialista en agronomía tropical. H, Cárdenas Tabasco, México. 92 p.

He, Y. Q., J. Yang, C. G. Xu, Z. G. Zhang and Q. Zhang. 1999. Genetic bases of instability of male-sterility and fertility reversibility in photoperiod-sensitive genic male-sterile rice. Theor. Appl. Gen. 99: 683–693.

Hebbar S.S.; Ramachandrapa B.K.; Nanjappa H.V y Prabhakar M. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Europ. J. Agronomy 21: 117–1.

Heuvelink, E y Marcelis, LF.M. 1989. Dry matter distribution in tomato and cucumber. Acta Horticulturae (260) 149-157.

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

Maroto B., 1983. Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundi-Prensa, Castello, 37 Madrid, España.



- 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.
- 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>
- Sawhney, V. K. 1983. Temperature control of male sterility in a tomato mutant. J. Hered. 74: 51–54.
- Scholberg, J.; McNeal, B.L.; Jones, J.W.; Boote, K.J.; Stanley, C.D y Obreza, T.A. 2000. Growth and Canopy Characteristics of Field-Grown Tomato. Agron. J. 92:152–159
- 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.

## XII. ANEXOS

# ANEXOS

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

| ESTADOS         | AÑOS             |                 |                  |                 |                 |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                 | 2003             | 2004            | 2005             | 2006            | 2007            |
| CAMPECHE        | 0.00             | 0.00            | 10.00            | 0.00            | 86.00           |
| CHIAPAS         | 523.00           | 560.00          | 585.25           | 627.50          | 690.00          |
| COLIMA          | 5.50             | 27.00           | 35.50            | 29.00           | 47.00           |
| GUERRERO        | 682.00           | 695.60          | 631.00           | 675.00          | 684.80          |
| JALISCO         | 1,019.00         | 321.50          | 365.50           | 205.00          | 12.00           |
| MEXICO          | 415.00           | 583.00          | 665.00           | 566.50          | 683.20          |
| MICHOACAN       | 1,658.67         | 1,205.93        | 1,784.00         | 1,395.00        | 1,719.00        |
| MORELOS         | 3,184.50         | 2,543.00        | 2,653.00         | 2,927.00        | 2,344.00        |
| NAYARIT         | 1,694.00         | 1,335.00        | 1,439.50         | 1,368.00        | 1,574.00        |
| OAXACA          | 82.00            | 61.00           | 69.00            | 125.00          | 123.50          |
| PUEBLA          | 60.00            | 40.00           | 40.00            | 80.00           | 40.00           |
| QUINTANA ROO    | 17.00            | 6.00            | 6.00             | 16.00           | 25.00           |
| SAN LUIS POTOSI | 0.00             | 0.00            | 0.00             | 0.00            | 68.00           |
| SINALOA         | 0.00             | 32.50           | 185.00           | 185.00          | 0.00            |
| SONORA          | 0.00             | 0.00            | 0.00             | 12.00           | 10.00           |
| TABASCO         | 48.00            | 26.50           | 50.00            | 43.25           | 35.75           |
| TAMAULIPAS      | 83.50            | 186.50          | 430.50           | 129.00          | 89.00           |
| VERACRUZ        | 901.25           | 1,071.00        | 1,037.75         | 895.5           | 1,350.00        |
| YUCATAN         | 59.50            | 50.00           | 74.00            | 61.74           | 57.76           |
| <b>TOTAL</b>    | <b>10,432.92</b> | <b>8,744.53</b> | <b>10,061.00</b> | <b>9,340.49</b> | <b>9,639.01</b> |

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

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

| ESTADOS             | AÑOS             |                  |                  |                  |                  |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                     | 2003             | 2004             | 2005             | 2006             | 2007             |
| AGUASCALIENTES      | 536.00           | 601.00           | 404.00           | 355.00           | 343.00           |
| BAJA CALIFORNIA     | 5,643.20         | 6,212.05         | 5,708.00         | 4,927.00         | 3,370.80         |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 2,847.00         | 3,616.75         | 3,403.30         | 3,399.70         | 3,457.50         |
| CAMPECHE            | 321.50           | 491.50           | 597.00           | 414.70           | 438.45           |
| CHIAPAS             | 161.16           | 154.00           | 105.00           | 175.00           | 352.00           |
| CHIHUAHUA           | 798.00           | 816.68           | 797.78           | 437.25           | 673.38           |
| COAHUILA            | 551.00           | 734.50           | 1,007.00         | 804.25           | 1,207.45         |
| COLIMA              | 340.70           | 362.00           | 670.50           | 561.63           | 609.00           |
| DISTRITO FEDERAL    | 0.00             | 0.50             | 2.20             | 1.00             | 1.60             |
| DURANGO             | 37.00            | 169.50           | 142.50           | 138.00           | 229.00           |
| GUANAJUATO          | 383.00           | 951.50           | 554.00           | 371.50           | 472.00           |
| GUERRERO            | 525.00           | 471.50           | 343.50           | 580.55           | 658.00           |
| HIDALGO             | 414.75           | 514.50           | 472.87           | 510.35           | 505.62           |
| JALISCO             | 1,990.00         | 2,685.50         | 2,308.25         | 1,895.00         | 2,671.54         |
| MEXICO              | 261.00           | 251.00           | 272.00           | 336.00           | 373.30           |
| MICHOACAN           | 5,234.97         | 5,235.58         | 3,263.50         | 3,560.72         | 4,770.00         |
| MORELOS             | 226.80           | 286.80           | 195.10           | 206.62           | 247.73           |
| NAYARIT             | 1,105.00         | 981.00           | 1,322.00         | 1,193.50         | 906.20           |
| NUEVO LEON          | 372.00           | 257.00           | 710.00           | 68.00            | 586.60           |
| OAXACA              | 1,033.00         | 736.00           | 788.00           | 776.25           | 739.09           |
| PUEBLA              | 1,505.00         | 1,266.00         | 1,183.00         | 1,194.90         | 893.53           |
| QUERETARO           | 175.00           | 233.00           | 185.00           | 226.00           | 257.00           |
| QUINTANA ROO        | 26.17            | 36.73            | 23.61            | 25.73            | 29.44            |
| SAN LUIS POTOSI     | 6,990.00         | 6,303.50         | 6,634.35         | 4,121.25         | 3,657.00         |
| SINALOA             | 21,911.00        | 26,372.50        | 26,304.50        | 21,952.00        | 19,548.25        |
| SONORA              | 2,475.00         | 2,426.00         | 1,996.00         | 2,347.00         | 2,259.00         |
| TABASCO             | 3.00             | 6.00             | 2,407.75         | 42.00            | 76.50            |
| TAMAULIPAS          | 1,563.75         | 2,083.00         | 2.25             | 2,224.50         | 2,662.10         |
| TLAXCALA            | 0.00             | 0.00             | 0.00             | 2.00             | 3.50             |
| VERACRUZ            | 337.25           | 315.50           | 352.50           | 880.75           | 1,805.00         |
| YUCATAN             | 306.20           | 261.64           | 209.10           | 218.25           | 187.72           |
| ZACATECAS           | 1,884.00         | 2,028.00         | 1,929.00         | 3,222.50         | 3,005.00         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>59,957.45</b> | <b>66,860.73</b> | <b>64,293.56</b> | <b>57,168.90</b> | <b>56,996.30</b> |

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

**Anexo 3. Rendimiento de tomate en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional (t ha<sup>-1</sup>).**

| ESTADOS         | AÑOS         |              |              |              |              |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         |
| CAMPECHE        | 0.00         | 0.00         | 12.00        | 0.00         | 33.85        |
| CHIAPAS         | 35.20        | 34.36        | 35.20        | 35.54        | 38.85        |
| COLIMA          | 12.73        | 14.52        | 16.10        | 12.00        | 12.21        |
| GUERRERO        | 20.51        | 20.81        | 15.59        | 20.47        | 20.33        |
| JALISCO         | 27.77        | 30.78        | 28.26        | 34.34        | 24.00        |
| MEXICO          | 15.83        | 16.92        | 18.12        | 21.05        | 20.26        |
| MICHOACAN       | 23.05        | 11.15        | 27.60        | 18.95        | 22.59        |
| MORELOS         | 23.20        | 20.34        | 21.29        | 22.50        | 22.96        |
| NAYARIT         | 12.78        | 10.00        | 15.68        | 16.74        | 16.59        |
| OAXACA          | 7.79         | 6.28         | 7.82         | 9.70         | 6.37         |
| PUEBLA          | 6.00         | 6.00         | 6.00         | 6.00         | 6.05         |
| QUINTANA ROO    | 10.88        | 10.00        | 9.00         | 21.75        | 15.00        |
| SAN LUIS POTOSI | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 38.76        |
| SINALOA         | 0.00         | 18.71        | 6.66         | 6.66         | 0.00         |
| SONORA          | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 9.00         | 12.00        |
| TABASCO         | 5.38         | 7.35         | 7.28         | 10.89        | 9.8          |
| TAMAULIPAS      | 20.82        | 16.00        | 12.93        | 8.95         | 11.57        |
| VERACRUZ        | 20.05        | 20.96        | 18.78        | 19.15        | 21.11        |
| YUCATAN         | 4.27         | 4.25         | 14.28        | 3.89         | 4.02         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>21.87</b> | <b>18.50</b> | <b>21.16</b> | <b>20.43</b> | <b>22.03</b> |

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

**Anexo 4. Rendimiento de tomate en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional (t ha<sup>-1</sup>).**

| ESTADOS             | AÑOS        |              |              |              |              |
|---------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                     | 2003        | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         |
| AGUASCALIENTES      | 24.28       | 31.57        | 30.43        | 35.17        | 25.92        |
| BAJA CALIFORNIA     | 44.53       | 47.40        | 46.34        | 44.59        | 59.19        |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 45.92       | 34.89        | 35.63        | 36.10        | 40.74        |
| CAMPECHE            | 18.92       | 33.18        | 44.75        | 47.45        | 32.93        |
| CHIAPAS             | 29.55       | 47.16        | 32.52        | 36.65        | 27.28        |
| CHIHUAHUA           | 20.78       | 26.43        | 29.24        | 22.9         | 45.48        |
| COAHUILA            | 33.72       | 31.31        | 26.21        | 25.63        | 46.56        |
| COLIMA              | 51.14       | 49.97        | 29.20        | 31.02        | 35.66        |
| DISTRITO FEDERAL    | 0.00        | 15.00        | 13.86        | 15.00        | 12.44        |
| DURANGO             | 34.97       | 16.78        | 21.57        | 19.80        | 34.38        |
| GUANAJUATO          | 17.78       | 17.20        | 19.15        | 18.19        | 19.42        |
| GUERRERO            | 13.83       | 14.02        | 16.66        | 13.61        | 15.38        |
| HIDALGO             | 16.96       | 16.21        | 16.55        | 16.23        | 19.09        |
| JALISCO             | 38.38       | 37.29        | 46.53        | 42.88        | 53.15        |
| MEXICO              | 18.35       | 109.38       | 101.68       | 86.69        | 116.13       |
| MICHOACAN           | 39.57       | 29.24        | 33.53        | 30.44        | 39.22        |
| MORELOS             | 17.02       | 20.44        | 20.62        | 22.42        | 52.46        |
| NAYARIT             | 18.5        | 19.72        | 24.77        | 21.10        | 20.27        |
| NUEVO LEON          | 20.67       | 34.30        | 29.23        | 30.48        | 9.36         |
| OAXACA              | 17.76       | 19.41        | 18.19        | 19.16        | 29.16        |
| PUEBLA              | 17.42       | 14.81        | 15.33        | 14.49        | 19.47        |
| QUERETARO           | 59.84       | 50.52        | 44.73        | 87.29        | 77.22        |
| QUINTANA ROO        | 20.65       | 15.79        | 24.88        | 36.74        | 26.49        |
| SAN LUIS POTOSI     | 30.90       | 25.79        | 27.2         | 34.86        | 33.37        |
| SINALOA             | 33.90       | 37.62        | 33.35        | 36.48        | 43.94        |
| SONORA              | 28.84       | 24.58        | 25.19        | 31.51        | 28.30        |
| TABASCO             | 20.00       | 17.50        | 28.48        | 19.86        | 19.86        |
| TAMAULIPAS          | 33.32       | 28.66        | 27.56        | 28.76        | 29.4         |
| TLAXCALA            | 0.00        | 0.00         | 0.00         | 22.00        | 22.00        |
| VERACRUZ            | 20.31       | 21.17        | 22.76        | 31.29        | 26.39        |
| YUCATAN             | 16.05       | 18.42        | 18.62        | 18.62        | 15.48        |
| ZACATECAS           | 34.33       | 24.76        | 36.83        | 34.55        | 39.48        |
| <b>PROMEDIO</b>     | <b>33.8</b> | <b>34.13</b> | <b>33.18</b> | <b>34.70</b> | <b>40.11</b> |

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 tomate (FAO, 1994).

|                                  | ÓPTIMA    |           | ABSOLUTA      |         |                               | ÓPTIMA              | ABSOLUTA               |
|----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------|-------------------------------|---------------------|------------------------|
|                                  | Mínima    | Máxima    | Mínima        | Máxima  |                               |                     |                        |
|                                  |           |           |               |         | <b>PROFUNDIDAD</b>            | Somera<br>(20-50cm) | Somera<br>(20-50cm)    |
| <b>REQUERIMIENTOS DE TEMP °C</b> | 20        | 27        | 7             | 35      | <b>TEXTURA</b>                | Media               | Pesada, Media y Ligera |
| <b>PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)</b>  | 600       | 1300      | 400           | 1800    | <b>FERTILIDAD</b>             | Alta                | Moderada               |
| <b>LATITUD</b>                   |           |           |               |         | <b>TOXICIDAD POR ALUMINIO</b> |                     |                        |
| <b>ALTITUD</b>                   |           |           |               | 2400    | <b>SALINIDAD</b>              | Baja<br>(<4 dS/m)   | Baja<br>(<4 dS/m)      |
| <b>pH</b>                        | 5.5       | 6.8       | 5             | 7.5     | <b>DRENAJES</b>               | Moderado            | Moderado               |
| <b>INTENSIDAD LUMINOSA</b>       | Brillante | Brillante | Muy brillante | Nublado |                               |                     |                        |

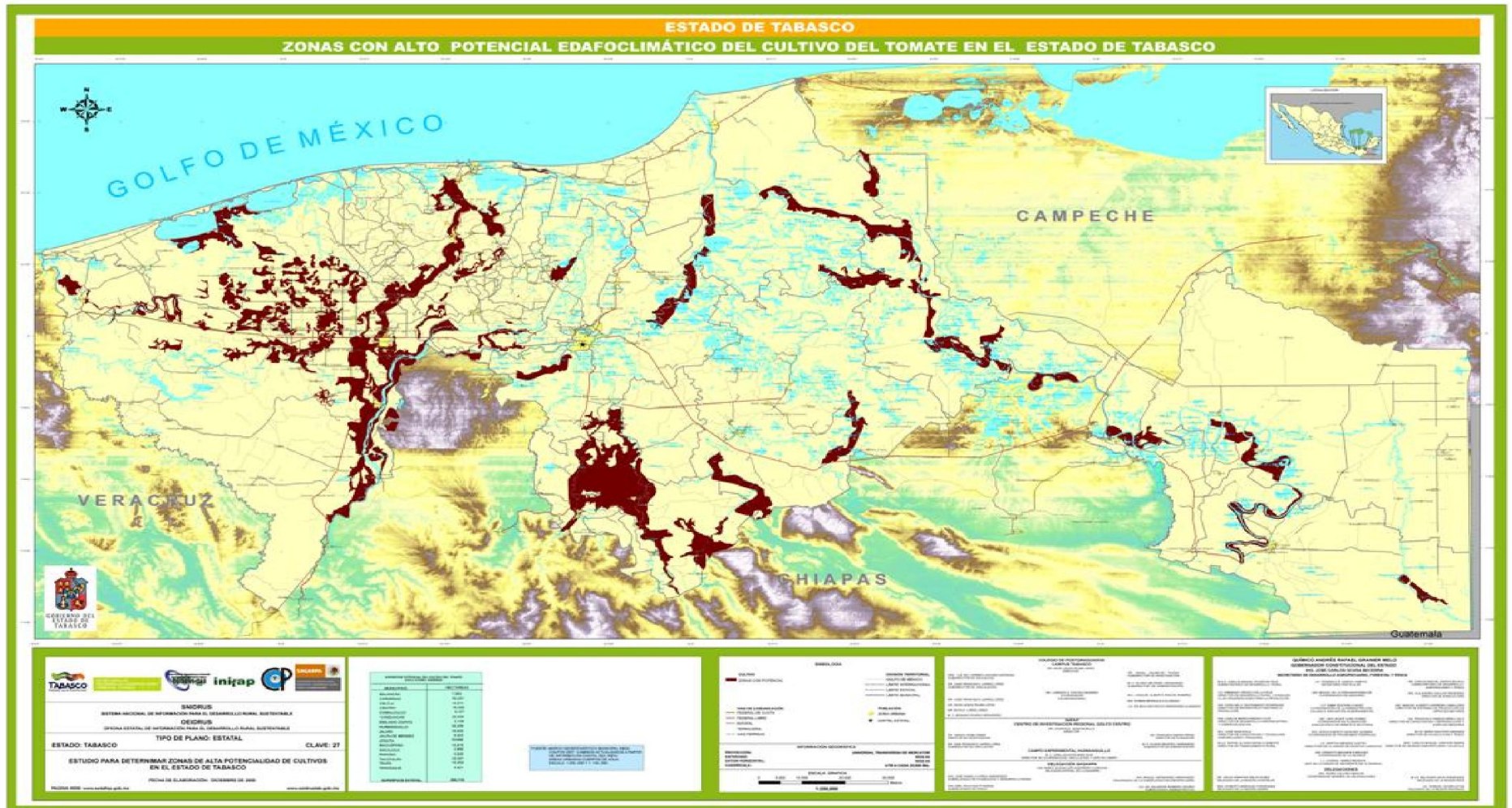








Anexo 9. Zonas con alto potencial edafoclimático para el cultivo del tomate en el estado de Tabasco.



Anexo 10. Rendimiento potencial para el cultivo del tomate en el estado de Tabasco.

