

23



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION  
AGRICOLA ACTUAL, ASPECTOS CLIMATICOS  
QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCION DE CHILE  
SERRANO EN TAMPICO, TAMAULIPAS.

TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERA AGRICOLA  
P R E S E N T A :  
ROSALINA MARTINEZ ZAMORA

ASESOR: ING. GUSTAVO MERCADO MANCERA

284284

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual.

Aspectos Climáticos que Influyen en la Producción de

Chile Serrano en Tampico, Tamaulipas.

que presenta la pasante: Rosalina Martínez Zamora

con número de cuenta: 8906863-6 para obtener el título de:

Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de agosto de 2000

MODULO	PROFESOR	FIRMA
II	Ing. Gustavo Mercado Mancera	
IV	Bióloga. Elva Martínez Holguín	
III	M.C. Carlos Gómez García	

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por estar siempre a mi lado en todo momento, por su bondad, por darme la fuerza y salud para alcanzar esta meta en la vida.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por haberme brindado la oportunidad de superarme en mi formación profesional.

Agradezco a todos y cada uno de los profesores de la carrera de Ingeniero Agrícola, por transmitir sus conocimientos.

Agradezco al Ingeniero Gustavo Mercado Mancera, por su tiempo, apoyo y sugerencias para la realización del presente trabajo.

Agradezco a mi esposo Hilario Hernández B., por su cariño, amor, comprensión, apoyo y sacrificio para alcanzar esta meta.

Agradezco a mis hermanas, en especial a Gloria, por todo su apoyo incondicional.

Agradezco a todas aquellas personas que creyeron y depositaron su confianza en mí.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres con profundo cariño, gratitud y admiración, por la confianza que han depositado en mí.

Catalina Zamora Monroy.

Cirilo Martínez Ruiz.

A mi esposo e hija, con cariño, por ser la inspiración para seguir adelante y lograr juntos nuevas metas. Gracias por darle más sentido a mi existir. Por ti y para ti mi pequeña Ana Karen.

## CONTENIDO

- i. Lista de cuadros.
- ii. Lista de figuras.
- iii. Lista de gráficas.

	Página
<b>I. INTRODUCCION.</b>	1
1.1. Objetivo General.	3
1.1.1. Objetivos Particulares.	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA.</b>	4
2.1. Antecedentes.	4
2.2. Origen.	5
2.3. Clasificación Taxonómica.	5
2.4. Descripción Botánica.	5
2.5. Condiciones Agroecológicas.	6
2.5.1. Clima.	6
2.5.2. Temperatura.	6
2.5.3. Humedad.	7
2.5.4. Suelo.	7
2.6. Importancia Agrícola.	7
2.6.1. Producción nacional de chile en fresco.	9
2.6.2. Exportaciones e importaciones.	12
2.7. Proceso Productivo.	13
2.7.1. Preparación del terreno.	13
2.7.2. Siembra.	13
2.7.3. Densidad de siembra y población.	13
2.7.4. Características de algunas variedades.	14

2.7.5. Prácticas al cultivo.	14
2.7.5.1. Control de la maleza.	14
2.7.5.2. Aporque.	15
2.7.5.3. Riegos.	15
2.7.5.4. Fertilización.	15
2.7.6. Control de plagas y enfermedades.	17
2.7.7. Cosecha y valor nutritivo.	20
2.8. Fenología.	20
2.8.1. Definición de fenología.	20
2.8.2. Elementos de fenología.	21
2.8.3. Observaciones fenológicas de cultivos anuales.	23
2.8.4. Fenología del cultivo de chile.	25
2.9. Estación de Crecimiento.	26
2.9.1. Definición de estación de crecimiento.	26
2.9.2. Estación de crecimiento determinada por la disponibilidad de agua.	27
2.9.2.1. Componentes de la estación de crecimiento.	27
2.9.2.2. Tipos de estación de crecimiento.	28
2.9.3. Estación de crecimiento determinada por la disponibilidad de temperatura.	29
<b>III. METODOLOGIA.</b>	30
3.1. Descripción de la Zona de Estudio.	30
3.1.1. Localización.	30
3.1.2. Clima.	30
3.1.3. Hidrología.	30
3.1.4. Orografía.	31
3.1.5. Suelo.	31

3.2. Método Utilizado.	32
3.2.1. Datos normales.	32
3.2.2. Manejo de la información.	32
3.2.3. Fechas de siembra.	34
3.2.4. Etapas fenológicas del cultivo del chile	34
3.3. Parámetros Evaluados.	35
3.3.1. Determinación de la estación de crecimiento para Tampico, Tamaulipas.	35
3.3.2. Requerimientos térmicos por etapa fenológica.	35
3.3.3. Calendarización de las actividades agrícolas del chile.	35
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.</b>	36
4.1. Variables Determinadas.	36
4.1.1. Marcha de la temperatura.	36
4.1.2. Duración del día.	37
4.1.3. Comportamiento de la precipitación.	38
4.1.4. Evapotranspiración potencial.	39
4.2. Determinación de la Estación de Crecimiento para Tampico, Tamaulipas.	40
4.3. Fenología del Cultivo de Chile.	41
4.4. Calendarización de las Actividades Agrícolas del Cultivo de Chile en Tampico, Tamaulipas.	44
<b>V. CONCLUSIONES.</b>	47
<b>VI. BIBLIOGRAFIA.</b>	49
<b>VII. ANEXOS.</b>	52

## i. Lista de cuadros.

<b>Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Producción nacional de chile verde.	11
2	Deficiencias de nutrientes en el chile.	16
3	Dosis de aplicación.	17
4	Control de plagas.	18
5	Prevención y control de enfermedades.	19
6	Fecha de siembra: 15 de junio.	41
7	Fecha de siembra: 1° de julio.	42
8	Fecha de siembra: 15 de agosto.	43
9	Calendarización de las actividades agrícolas, propuesto para el cultivo de chile serrano <i>Capsicum annum</i> L. En Tampico, Tamaulipas.	46

## ii. Lista de figuras.

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Frecuencia diaria de aparición de órganos durante una fase dada.	25
2	Principales fases fenológicas del chile <i>Capsicum annum</i> L.	26
3	Tipos de estaciones de crecimiento.	28
4	Ubicación del municipio de Tampico en el estado de Tamaulipas.	31

### iii. Lista de gráficas.

<b>Gráfica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Marcha anual de la temperatura. Tampico, Tamps.	36
2	Duración del día. Tampico, Tamps.	37
3	Comportamiento de la precipitación. Tampico, Tamps.	38
4	Comportamiento de la evapotranspiración potencial. Tampico, Tamps.	39
5	Estación de crecimiento normal, para el municipio de Tampico, Tamps.	40

## I. INTRODUCCIÓN.

El chile *Capsicum annum* L. es un producto que desde tiempos remotos ha tenido cierta preferencia en la dieta alimenticia del pueblo mexicano, la cantidad y la forma de consumo están relacionados de acuerdo a la región en donde se consume.

En nuestro país, el chile se cultiva durante todo el año debido a que se cuenta con las condiciones climatológicas que permiten su producción en diversas regiones. Dentro de la gran cantidad de variantes de chiles que hay en México, tanto cultivados como silvestres, cinco son los tipos más populares en todo el territorio nacional: jalapeño, ancho o poblano, puya o guajillo, serrano y pasilla. El chile serrano es, entre todos, el de mayor demanda y consumo en la elaboración de salsas verdes picantes.

En la actualidad, los chiles picantes son considerados la principal especia del mundo, en mayor grado como productos procesados en salsas rojas o encurtidos. En el caso particular de los chiles serranos, un volumen muy pequeño de la producción nacional se utiliza en la industria para encurtidos, y la mayor parte se destina al mercado de consumo en fresco.

En el estado de Tamaulipas existe una gran concentración regional de la producción de chile serrano, en el sur de la entidad, puesto que hay un mayor porcentaje de la superficie que se dedica al cultivo, así como la producción. El hecho de que en Tamaulipas se coseche en invierno, hace que el chile serrano de la entidad sea apreciado, aún cuando su volumen global de producción no se compare al de los mayores productores de chile verde de todas las variedades.

La importancia del presente trabajo, se debe a que se puede utilizar la técnica agrícola del cultivo de una manera mejor adecuada y planificada, ésta planificación debe considerar la calendarización del cultivo en el periodo de tiempo más adecuado a las condiciones agrometeorológicas de la región donde se va a establecer, con la finalidad de obtener una mejor producción del cultivo y la optimización de los insumos utilizados.

La caracterización agroclimática de una región se expresa en forma de parámetros agroclimáticos. los cuales se obtienen a partir de los elementos primarios del clima, con la determinación de estos parámetros es posible estimar el comportamiento del cultivo en una zona.

Todas las plantas pasan por diferentes etapas de crecimiento y desarrollo, influenciadas por sus relaciones con el medio ambiente. En cada una de estas etapas, se realizan prácticas agronómicas específicas que pueden permitir una programación adecuada de riegos y/o un control oportuno de plagas y enfermedades, por lo que existe una relación directa entre el desarrollo de la planta y la aplicación de la práctica agrícola adecuada.

### **1.1. Objetivo General.**

Evaluar el comportamiento de los elementos del clima y su influencia sobre el desarrollo del chile serrano, en Tampico, Tamaulipas.

#### **1.1.1. Objetivos particulares.**

1. Establecer la estación de crecimiento para Tampico, Tamaulipas
2. Calcular las unidades térmicas requeridas en cada fase fenológica del chile serrano.
3. Describir la fenología del chile serrano, en la zona de Tampico, Tamaulipas; bajo condiciones de riego.
4. Proponer una calendarización de las actividades agrícolas del chile serrano en Tampico, Tamaulipas; bajo condiciones de riego

## II. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Antecedentes.

El chile presenta una larga tradición cultural en nuestro país, pues existen restos arqueológicos de este cultivo encontrados en el Valle de Tehuacán, Puebla que datan de 5,000 a 7,000 años A.C. y se especula que pudo ser el primer cultivo realizado por el hombre en Mesoamérica (SAGAR, 1990).

Junto con el maíz, el frijol y la calabaza, el chile fue parte importante en la alimentación de las diferentes culturas que poblaron Mesoamérica, caracterizándose por su alto contenido de vitaminas y minerales. Además representó uno de los objetos de tributo más común en la época prehispánica.

A partir del siglo XVI el cultivo de esta hortaliza se extendió a Europa y Asia, donde tuvo una aceptación inmediata, más tarde se propagó en África. En la actualidad es un cultivo con distribución y uso mundial, cuyo consumo, primordialmente en estado fresco, se hace como condimento debido a su principio picante.

Las dos especies más reconocidas de chile son *Capsicum annum* y *C. frutescens*; otras especies son *C. pubescens*, *C. pendulum* y *C. sinense*. Las cinco especies fueron cultivadas en el Continente Americano en la época precolombina: dos en México y América Central y tres en la parte Oeste de América del Sur. *C. annum* fue cultivada inicialmente en la parte central de México, aun cuando en su forma silvestre se considere nativa de toda la región ahora comprendida entre el Sur de E.U. y parte central de Colombia. Nuestro país representó el centro de diversificación de esta especie (SAGAR, 1990).

Desde el punto de vista económico *C. annum* es actualmente la especie más importante en México y quizá en todo el mundo. De dicha especie se derivan diversos tipos de chile que debido a cruza naturales han adquirido características propias. En nuestro país se cultivan un gran número de estos tipos, los cuales se identifican con nombres específicos de acuerdo a las características de sus frutos o al lugar donde se producen. Entre ellos destacan: mulato, ancho, serrano, jalapeño y pasilla (SAGAR, 1990).

## 2.2. Origen.

Vavilov (1951), citado por Valadez (1994), menciona que el género *Capsicum* es originario de América del Sur (de los Andes y de la cuenca alta del Amazonas-Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). *C. annum* se aclimató en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles.

## 2.3. Clasificación Taxonómica.

Reino .....Vegetal  
División .....Fanerógamas  
Subdivisión .....Angiospermae  
Clase .....Dycotyledonae  
Familia .....Solanácea  
Género .....*Capsicum*  
Especie ..... *annum*  
(Pérez, 1997).

## 2.4. Descripción Botánica.

Es una planta herbácea, semiarbusciva, algunas veces leñosa en la base recta ramificada, la raíz principal es fuerte y llega a desarrollarse a profundidades de 0.70 a 1.20 m. y lateralmente hasta 1.20 m, sin embargo, la mayor actividad de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm (Pérez, 1997).

Presenta tallos erguidos, alcanzando alturas de 60 a 150 cm. La ramificación puede ser alargada compacta. Las hojas son planas, simples y de forma ovoide alargada, de 1.5 a 12 cm de largo y de 5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminado. Las flores son perfectas, formándose en las axilas de las ramas, son de color blanco y a veces púrpura. El fruto es en forma de baya hueca, indehiscente, con gran cantidad de semillas aplanadas de color amarillo pálido, las cuales están sujetas a una carnosidad interior del pedúnculo. El fruto presenta un tamaño variable de 4 a 9 cm de largo, de sabor picante, carnosos, de color verde esmeralda cuando es inmaduro, pueden presentarse erguidos o colgantes (Valadez, 1994).

El chile serrano tiene un fruto de aproximadamente 6 cm de largo y de 0.8 a 1 cm de ancho, de forma cilíndrica que se adelgaza en el extremo, su color es verde intenso que luego pasa por varias tonalidades de café hasta rojo, es de sabor muy picante. Por las variaciones que presenta en la forma y tamaño del fruto, se le ha dado los nombres de Tampiqueño, Serrano, Balín y Serranito (SAGAR, 1990).

## **2.5. Condiciones Agroecológicas.**

Esta hortaliza se siembra comercialmente desde el nivel del mar, en las Costas del Pacífico y del Golfo, hasta los 2500 msnm, en las regiones templadas de la Mesa Central (Guantos, 1984; citado por Ortuño, et al. 1992).

### **2.5.1. Clima.**

El chile puede cultivarse en climas muy variados, sin embargo prefiere un clima templado y húmedo, sin que deje de cultivarse en los climas semicálidos, cálidos y fríos, en estos últimos se debe tener cuidado con las heladas.

Debido a la diversidad de climas que presenta nuestro país, en todo el año se puede producir chile, por ejemplo la producción en invierno prosperará en regiones donde no se presenten heladas, como en la zona de Atlixco, Puebla; Malinalco, México; y zonas de los estados de Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Campeche y Tabasco (Díaz del Pino, 1967; citado por Altamirano y Villeda, 1992).

### **2.5.2. Temperatura.**

Para la germinación requiere temperaturas superiores a 15°C, con un rango óptimo entre 18-35°C. Para su mejor desarrollo requiere de 18-32°C. A temperaturas menores de 18°C el ciclo vegetativo se alarga y por debajo de 12°C la planta comienza a detener su crecimiento. A temperaturas altas (32 a 35°C) en la floración, el polen se deshidrata y la polinización es insuficiente por lo que se tienen frutos deformes. Las temperaturas extremadamente altas pueden provocar caída de flor y/o fruto (Murillo, 1990; citado por Soroa, 1994). El crecimiento vegetativo es óptimo cuando, las temperaturas son de 20 a 25°C. La apertura de la flor y del cuajado del fruto es adecuada entre los 18 y 26°C.

Murillo (1990), citado por Soroa (1994) menciona que en cuanto a intensidad lumínica y fotoperiodo, es de día corto, aunque también se considera como insensible.

### **2.5.3. Humedad.**

El óptimo de humedad relativa está comprendido entre el 50 y el 70%, con excesos de humedad y con temperaturas elevadas se crea un medio idóneo para la aparición en las plantas de múltiples enfermedades criptogámicas (Serrano, 1978; citado por Altamirano y Villeda, 1992). Los excesos de humedad en el suelo retrasan la maduración, reducen el contenido de sólidos y si además de este exceso, existe disminución de temperaturas, se afecta la intensidad del color del fruto.

La precipitación requerida por el Chile puede variar desde 700 mm hasta 1,200 mm durante su ciclo (Quintanilla, 1973; citado por Ortuño, et al. 1992).

### **2.5.4. Suelo.**

Se desarrolla en diferentes texturas de suelo, desde ligeros (arenosos) hasta pesados (arcillosos), prefiriendo los limo-arenosos, con buen drenaje y ricos en Fósforo y Nitrógeno (Valadez, 1994).

El Chile es una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, se reportan valores de pH de 5.5 a 6.8. También es medianamente tolerante a la salinidad, soporta contenidos de 2,560 a 6,400 ppm (4 a 10 mmho). Como límite hacia la alcalinidad, puede prosperar con un pH de 7.5.

## **2.6. Importancia Agrícola.**

En nuestro país se producen más de 30 especies hortícolas, en donde la superficie destinada a su cultivo es de aproximadamente 1.750,000 hectáreas, representando el 10% del total del área explotada en el país. Entre las hortalizas más importantes se citan: tomate, Chile, papa, melón y sandía. Su importancia radica en el área sembrada, volumen de alimentos que producen y la gran demanda de mano de obra empleada (SAGAR, 1990).

El cultivo de chile cumple una función socioeconómica importante para el país. Por ser un cultivo hortícola intensivo, requiere de muchos cuidados en todas las etapas de su desarrollo; se utilizan en promedio de 120 a 150 jornales por hectárea en las prácticas culturales, principalmente en las cosechas (Valadez, 1994). Además genera empleo en forma indirecta con transportistas, comerciantes, empacadores, etc. (INIFAP, 1997).

Se siembra como monocultivo en un 90% del área sembrada, el restante 10% se siembra como cultivo intercalado o asociado con maíz y frijol; con el fin de utilizar en forma más eficiente el terreno en las primeras etapas de crecimiento de los frutales, es común encontrar en Tamaulipas, Veracruz y Oaxaca, el chile asociado con plantaciones de naranja, piña, plátano y papaya (SAGAR, 1990).

El consumo per cápita del pueblo mexicano se estima en 50-70 grs/día, consumiéndose en diversas formas: en verde, deshidratado, encurtido, en salsas, etc. constituyendo así un elemento básico en la dieta popular (Martínez, 1993). Este consumo va en continuo aumento tanto en áreas rurales como urbanas, y en todos los estratos sociales. El consumo de chile fresco en México es de alrededor de 5.2 kilos per cápita al año.

La importancia económica del chile es evidente por su amplia distribución y por poseer una gran diversidad de usos al ser materia prima en la industria para la elaboración de carnes frías, es utilizado en los alimentos balanceados para aves (para aumentar el color de la yema), en la industria de los cosméticos para resaltar los tonos, es uno de los más efectivos como producto insecticida, además como condimento principal en la comida mexicana (SAGAR, 1990).

Los chiles más importantes por el área en que se siembran y su volumen de producción son los serranos, jalapeños, anchos o poblanos, mirasol o cascabel, pasillas, costeños habaneros, coras, de árbol y otros que se consumen en menor escala. El grupo conocido como chiles verdes o picosos se compone principalmente de las siguientes variedades: serrano, jalapeño, anaheim, caribe y otros; (SAGAR, 1990).

### **2.6.1. Producción nacional de chile en fresco.**

A nivel mundial, en nuestro país existe la mayor cantidad de variedades de chile en lo que se refiere a la forma, tamaño y color del fruto, así como a las características de la planta y a su poder de aclimatación al medio, por lo que la producción se encuentra diseminada y las zonas productoras se distinguen de acuerdo al tipo de chile que producen; por ejemplo es posible distinguir que en la zona del Golfo destacan las variedades de jalapeño y serrano; en el Bajío predominan los chiles secos como el ancho, pasilla y mulato; en la Mesa Central el poblano, serrano, carricillo; en el Pacífico Norte el pimiento bell, anaheim, caribe y fresno; en el Sur el jalapeño, combinado con variedades más locales como es el costeño y el habanero (Barreiro, 1998).

El cultivo de chile se ha extendido a todo el territorio nacional, de tal forma que en 1996 se practicó en las 32 entidades, ubicándose las regiones productoras desde altitudes a nivel del mar hasta aquellas que llegan a los 2500 msnm. Sin embargo, ha sido ésta enorme diversidad de variedades, regiones, productores, etc. lo que ha imposibilitado que se pueda contar hoy en día, con estadísticas por variedad de chile. Se estima que las variedades poblano, el serrano, jalapeño y mirasol, abarcan el 75% de la superficie total cultivada a nivel nacional (Barreiro, 1998).

Se puede decir que son cinco las entidades que concentran más del 50% de la superficie sembrada y cosechada, así como el 60% de la producción. Dichas entidades son en orden de importancia: Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Zacatecas y Sonora.

La superficie sembrada de chile a nivel nacional durante el periodo de 1990-1996, señala que si bien, ha tenido importantes variaciones, la superficie se incremento al pasar de 73,164 has a 81,872, por su parte la tasa de crecimiento media anual fue de 1.98%. Esto es resultado de que las cinco entidades productoras de dicha hortaliza, tuvieron tasas positivas que oscilaron en 0.70% (caso de Sonora), a 30.26% como fue lo registrado por Zacatecas. No así, fue el caso del rubro "otros", en donde se agrupo a las 27 entidades restantes, las cuales, si bien contribuyeron con el 47% de la superficie, tuvo como resultado una tasa de crecimiento promedio anual negativa al ubicarse en -2.16%. Ver Cuadro 1.

La superficie cosechada, durante el mismo período, registró a nivel nacional una tasa de crecimiento media anual de 3.22%; la superficie pasó de 66,368 has. a 79,194 has. Las cinco principales entidades obtuvieron tasas de crecimiento positivas, que oscilaron de 0.08%, en Guanajuato, a 30.75% en Zacatecas. En el caso del rubro “otros”, la tasa de crecimiento promedio anual fue negativa, al ubicarse en -0.28%.

La tasa de crecimiento media anual nacional de la producción, se ubicó en 8.37%. La producción pasó de 663,103 toneladas a 951,137; tanto los 5 principales estados como el rubro “otros”, mostraron tasas de crecimiento positivas. Los estados más dinámicos en la producción fueron Zacatecas, Sonora, Chihuahua.

El rendimiento a nivel nacional tuvo una tasa de crecimiento media anual de 4.32%. la productividad fue al inicio del periodo de 9.539 ton/ha para finalizarlo con 12.010 ton/ha. el despegue importante en el rendimiento se dio a partir 1995, durante el cual se ubicó por arriba de las 12 ton/ha., mientras que en los años anteriores, difícilmente alcanzó estar por arriba de las 10. Las entidades principales, así como el rubro “otros”, alcanzaron tasas de crecimiento positivas en el rendimiento, con excepción de Sinaloa (-2.36%). Se debe considerar que los datos de rendimiento son a nivel general, y que no pueden ser representativos, ya que el rendimiento por variedad suele ser distinto (Barreiro, 1998).

Cuadro 1. Producción nacional de chile verde. (SAGAR, 1998. Barreiro, 1998).

AÑO	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (ton/ha)	PRODUCCION (ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (\$)
1989	80,955	74,280	8.670	644,058	594,704,242
1990	73,164	66,368	9.540	633,103	766,190,683
1991	81,149	73,348	10.380	761,061	1.358,577,356
1992	104,990	95,893	9.040	866,599	1.496,067,247
1993	109,854	102,073	8.560	873,923	1.773,379,102
1994	88,141	83,393	9.180	765,725	1.582,609,976
1995	87,579	75,876	12.100	917,812	1.848,317,288
1996	81,872	79,194	12.010	951,137	2.109,325,317
1997	104,594	99,584	14.508	1,444,744	4.689,130,000

El cultivo de esta hortaliza, en lo que va del periodo de 1990-1996, se practicó en mayor medida en zonas de riego, ubicándose en 77% del total nacional de la superficie cosechada. El porcentaje restante se ubica en zonas de temporal.

El rendimiento promedio de la superficie de riego (11.25 ton/ha) se ubicó en 45% más que la de temporal (6.150 ton/ha). Durante el periodo señalado, el 86% de la producción nacional se obtuvo en la superficie de riego, mientras que el 14% fue en las áreas de temporal. Por ciclo agrícola, el 40% de la producción se obtiene durante el ciclo otoño-invierno, mientras que el restante 60% se da durante el ciclo primavera-verano (Barreiro, 1998).

Los chiles serranos se siembran en nuestro país en un área que fluctúa entre las 25 mil a 30 hectáreas y el cultivar tampiqueño 74 se siembra en más del 90% (INIFAP, 1998). Esta variedad cotiza prácticamente durante todo el año, ya que la producción de los diversos estados se da en forma escalonada, permitiendo contar con oferta. Entre los principales estados productores de chile serrano encontramos a Tamaulipas, Nayarit, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz y Sinaloa (Barreiro, 1998).

En el estado de Tamaulipas, existe una gran concentración regional de producción de chile serrano, los principales municipios productores se ubican en la porción sur de su territorio. Se estima que en esta zona se localiza el 85% de la superficie total dedicada al cultivo y el 95% de la producción del Estado. El proceso de producción tiene lugar en otoño-invierno (SAGAR, 1990).

### **2.6.2. Exportaciones e importaciones.**

Las exportaciones de chile verde se agrupan en tres fracciones arancelarias, la 07.09.60 que se refiere a los pimientos del género *Capsicum* o del género pimienta, la 07.09.60.01 que se refiere al chile pimiento dulce y la 07.09.60.99 que agrupa a los demás frutos del género *Capsicum* o pimienta.

Durante el periodo de 1990-1996, las exportaciones de chile verde crecieron paulatinamente, de tal modo que al inicio del periodo se exportaron un total de 145,487 toneladas, para finalizar con 287,718 toneladas. En total durante el periodo señalado, se exportaron 1,512,706 toneladas, lo que significó en valor 1,265,868 miles de dólares. En promedio se exportó el 20% de la producción nacional, aunque en 1992 y 1993 las exportaciones no rebasaron el 20% (Barreiro, 1998). El periodo de mayor exportación se da durante el lapso de diciembre a mayo, durante el cual se comercializa cerca del 86% de las exportaciones totales. Más del 90% de los volúmenes exportados se destinan a Estados Unidos, sin embargo, aunque con volúmenes menores; la presencia del chile mexicano está en otras latitudes como en: Canadá, Alemania, España, Suecia, Japón, Hong Kong, y algunos países de Centro y Sudamérica.

Las importaciones han sido poco significativas, durante el mismo periodo la suma total de éstas se ubicó en 11,953 toneladas, representando un valor de 7,767 miles de dólares. Estos volúmenes tuvieron una importante caída, ya que durante 1995 y 1996 no llegaron a rebasar las 350 toneladas. Los volúmenes importados se refieren a la fracción 07.09.01, cuyo país proveedor ha sido principalmente E.U., aunque también en algunos años, se han hecho adquisiciones de países como Canadá, Holanda, India, Guatemala, España, Indonesia y Perú (Barreiro, 1998).

## **2.7. Proceso Productivo.**

### **2.7.1. Preparación del terreno.**

Se recomienda barbechar de 25 a 30 cm de profundidad. Posteriormente dar un paso de rastra entre los 20 y 30 días después del barbecho, si es necesario, dar un segundo paso de rastra. El surcado se realiza a una separación de 0.92 a 1.0 m usando bordeador de doble vertedera (INIFAP, Sur de Tamaulipas, 1997).

### **2.7.2. Siembra.**

En términos generales la época de siembra en las zonas tropicales es en otoño-invierno, y primavera-verano en regiones templadas (Valadez, 1994). Por ejemplo en el Sur de Tamaulipas la fecha de siembra es del 15 de junio al 15 de agosto. En siembras tempranas hay riesgos por exceso de humedad y alta radiación al establecimiento del cultivo, pero son siembras que ofrecen mayor seguridad por escape a enfermedades virales. No se sugiere realizar siembras tardías por el alto riesgo de enfermedades existentes (INIFAP, Sur de Tamaulipas, 1997).

### **2.7.3. Densidad de siembra y población.**

En cuanto a siembra, a nivel comercial es recomendable utilizar almácigos, ya sea a campo abierto o en invernadero. En siembra directa se recomienda una dosis de 2 a 3 kg de semilla por hectárea, utilizando sembradora Planet Junior, a chorrillo continuo.

En lo que se refiere a almácigos a campo abierto, con 500 gr de semilla sembrada en una superficie de 50 m<sup>2</sup> se obtienen plántulas suficientes para una hectárea comercial. Dichas plántulas se trasplantan a los 45-50 días después de la siembra o cuando tengan 4 ó 5 hojas verdaderas (12 a 15 cm de altura), en tierra húmeda (Valadez, 1994).

El promedio de la densidad de población es de 20,000 a 25,000 plantas/ha, con una distancia entre plantas de 40 a 50 cm. (Valadez, 1994). Cuando la separación entre plantas es de 12 a 15 cm, se obtiene una población de 40,000 a 50,000 plantas/ha. (INIFAP, Sur de Tamaulipas 1997).

#### **2.7.4. Características de algunas variedades.**

Las variedades que presentan buena adaptación en la región de Tampico, son:

**Tampiqueño 74:** Variedad de hábito de crecimiento erecto que inicia la floración entre los 55 y 65 días después del trasplante y el primer corte o “calentona” se realiza entre los 100 y 110 días. Rendimiento 12.6 ton/ha (INIFAP, 1998).

**Pánuco:** Variedad con hábito de crecimiento semi-compacto, precoz, que inicia la floración entre los 50 y 60 días después del trasplante y primer corte entre los 95 y 105 días. El 80 % de la producción se obtiene en los primeros cortes (INIFAP, 1997).

**Paraíso:** Es de hábito de crecimiento semi-determinado (70 a 90 cm de altura), de tallos flexibles y abundante ramificación basal, es de precocidad intermedia, inicia la floración a los 75 días después de la siembra y la primera cosecha se realiza entre los 105 y 108 días. Es de producción concentrada ya que aproximadamente el 80 % de la cosecha se obtiene en los dos primeros cortes. Los frutos del cultivar paraíso tienen de 5 a 7 cm de largo y 1.7 cm de ancho, son firmes de pericarpio grueso, con un peso promedio de 8 a 9 g (alto peso específico); su color a la madurez fisiológica es verde esmeralda brillante. que a madurez total se torna anaranjado. Rendimiento 15.9 ton/ha (INIFAP, 1998).

**Gigante Ebano:** Variedad de hábito de crecimiento compacto (60 a 70 cm de altura), de tallo vigoroso, con ramificaciones tipo arbolito (dicotómica), inicia la floración a los 72 días y la primera cosecha a los 105 días. Los frutos de Gigante Ebano son grandes y gruesos, de 6 a 8 cm de largo y 2 cm de diámetro, con pericarpio grueso y compacto y un peso promedio de 10 a 12 g; el color a madurez comercial es verde esmeralda oscuro y a la madurez total es café oscuro. Rendimiento promedio 11.5 ton/ha (Pozo y Ramírez, 1994).

#### **2.7.5. Prácticas al cultivo.**

**2.7.5.1. Control de la maleza.** Se recomienda hacer las escardas necesarias (de 3 a 4 en forma manual o mecánica) cuando la población de maleza sea elevada, sobre todo en suelos arcillosos. Esta práctica se realiza antes de efectuar la segunda aplicación de Nitrógeno.

En siembras directas se puede utilizar el herbicida Napropamida en dosis de 1,200 g/ha en preemergencia a la maleza, y antes de que emerja la plántula de chile. En cultivo de trasplante se puede utilizar el herbicida Oxadiazón en dosis de 375 a 500 g/ha aplicando en preemergencia a la maleza y antes del trasplante (INIFAP, Sur de Tamaulipas, 1997). Otros herbicidas utilizados son el Treflán (trifluralina) 1.5 a 2.0 lt/ha incorporado. Enide 90 (difenamida) 1.5 a 3.0 kg/ha preemergente. Devrimol (napropamida) 1.5 a 3.0 kg/ha incorporado.

**2.7.5.2. Aporque.** Esta labor se lleva a cabo inmediatamente después de la aplicación de Nitrógeno, que coincide de manera aproximada a las 3 semanas de efectuado el trasplante. Se recomienda que ésta práctica se haga profunda para que los surcos queden altos, disminuyendo así la incidencia de *Phytophthora*.

**2.7.5.3. Riegos.** Se ha reportado que una hectárea de chile necesita aproximadamente 3000 m<sup>3</sup> de agua, con un promedio de 8 a 12 riegos, recomendándose que sean ligeros pero frecuentes (Valadez, 1994).

El estado de desarrollo crítico al déficit de agua en el cultivo del chile es el inicio de fructificación, por lo que se debe tener cuidado, ya que de lo contrario se ve afectado el rendimiento, debido a la reducción del número de frutos por planta y del tamaño y peso del mismo. Durante el estado vegetativo de la planta, la falta de agua se manifiesta en una coloración intensa, pérdida del brillo, caída de las hojas y endurecimiento del tallo. En la floración se refleja por la caída de flor y secamiento de las hojas (González, 1996).

**2.7.5.4. Fertilización.** En cuanto a fertilización, es muy exigente en fosfato y potasa; la exigencia de nitrógeno se eleva cuando el consumo es en fresco, ya que el nitrógeno da la succulencia y la cantidad de agua en los frutos.

El chile es muy exigente respecto al balance nutricional del suelo; con insuficiencias de sustancias nutritivas y esencialmente de N, las plantas se debilitan, el rendimiento es menor y los frutos son de mala calidad (Martínez, 1993). Ver Cuadro 2.

Cuadro 2. Deficiencias de nutrientes en el chile.

ELEMENTO	DEFICIENCIAS
Nitrógeno (N)	La deficiencia de N se caracteriza por achaparramiento, así como la presencia de hojas y frutos cloróticos. Los niveles óptimos de N son 1.56% en tejidos vegetativos y 1.75% en tejidos de fruto.
Fósforo (P)	La deficiencia se manifiesta por el crecimiento débil, hojas angostas, brillantes y desarrollo de color verde parduzco. La coloración roja o púrpura de hojas y tallos se asocia con la deficiencia de P. Un buen suministro de P siempre ha sido asociado en un incremento del crecimiento de la raíz y además se activa la madurez de las plantas
Potasio (K)	Los síntomas de deficiencia empiezan con un retardo y detención del crecimiento, acompañado por un bronceado de las hojas. Después se desarrollan pequeñas lesiones necróticas a lo largo de las nervaduras, seguido por defoliación. Los niveles medios de K son de 3.34% en tejidos vegetativos y 2.9 % en tejidos de fruto.
Magnesio (Mg)	Los síntomas son clorosis intervenal, mientras que las nervaduras y una porción adyacente permanece verde. Después se desarrollan lesiones necróticas en las áreas de la clorosis. Los frutos tienen su tamaño normal, pero su número y tamaño se reducen.
Calcio (Ca)	Se caracteriza por producir plantas achaparradas y con un color verde oscuro en las hojas, frutos de tamaño reducido y de color verde más oscuro que lo normal.
Cobre (Cu)	Los síntomas se manifiestan por la generación de frutos deformes, manchados de color pardo rojizo, reducción de crecimiento en frutos jóvenes con aspecto clorótico y marchitez de plántulas.
Manganeso (Mn)	Los síntomas se presentan por una coloración verde pálida a amarilla y rojo entre las nervaduras permaneciendo verdes. El exceso de Mn induce clorosis y reduce el crecimiento.
Hierro (Fe)	Los síntomas se manifiestan inicialmente por una clorosis intervenal en las hojas o muerte del tejido. La deficiencia de Hierro y Boro reducen el contenido de las clorofilas A y B de las hojas e incrementan el contenido de bióxido de carbono. También reduce la tasa fotosintética, la productividad biológica y el área de la hoja.
Zinc (Zn)	Los síntomas se manifiestan por entrenudos cortos, crecimiento reducido, hojas terminales pequeñas, manchas amarillas y necróticas en las hojas y en casos extremos no se forman semillas.

Fuente: Martínez, 1993.

La fertilización varía en cada región como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Dosis de aplicación.

REGIÓN	N	P	K
Tamaulipas centro	150	50	00
sur	200	80	00
Sonora	120	80	00
San Luis de la Paz	140	60	00
Noreste	300	200	250
Bajío	150	80	250
Veracruz	80	40	00

Fuente: Valadez, 1994. INIFAP, 1997 y 1998.

Se recomienda aplicar en banda la mitad del N y todo el P antes de sembrar, y la otra parte de N en la primera floración.

Cuando el cultivo se va a desarrollar sobre suelos pesados o arcillosos, es conveniente aplicar 5 ton/ha de gallinaza procesada para mejorar el drenaje, y así reducir el estrés por exceso de humedad, la aplicación se hace depositando el abono orgánico al fondo del surco, junto con la primera fertilización mineral. Posteriormente se realiza un contrabordeo para que el fertilizante quede justo debajo de la línea de siembra o de trasplante (INIFAP, Sur de Tamaulipas, 1997).

#### **2.7.6. Control de plagas y enfermedades.**

A nivel nacional, el barrenillo o picudo del chile es la plaga más generalizada por lo que se recomienda hacer aplicaciones de insecticidas sistémicos hasta la floración para prevenir y disminuir en lo posible el daño de este insecto. El pulgón verde, es también una plaga importante a nivel nacional, junto con la mosquita blanca, son los transmisores primarios de las enfermedades virósicas. En el cuadro 4 se presentan las principales plagas del chile.

Cuadro 4. Control de plagas.

PLAGA	INSECTICIDA	DOSIS	EPOCA DE CONTROL
<b>Mosquita blanca</b> <i>Bermisia tabasi</i> Genn	Imidacloprid	350 g.l A.	En la siembra directa, aplicar a la base de la planta a 10 ó 15 días después del aclareo. En trasplante, aplicar a la base de la planta a los 20 ó 30 días de establecido el cultivo. Todo el ciclo según la incidencia. Si se observan en más de un 10% de plantas.
	Endosulfán	756 g I.A.	
	Oxamil	240 g.I.A.	
	Naled	600 g.I.A.	
<b>Picudo o barrenillo</b> <i>Anthomonus eugenii</i> Cano	Endosulfán	525 g.I.A.	Cuando aparezcan los primeros botones florales. Los daños se identifican por frutos caídos, con marcas de piquetes y agujeros.
	Azinfos Metil	350 g.I.A.	
	Phosdrín	0.4 l/ha	
	Folidol	1.0 l/ha	
<b>Pulgón verde</b> <i>Mysus persicae</i> Sulzer	Metamidofos	600 g.I.A.	Según la incidencia. Son los principales transmisores de virus, se manifiestan como enchinamientos, mosaicos, caída de botones florales, frutos pequeños y deformes. Se presentan de octubre a marzo.
	Tamarón 600	1.0 l/ha	
	Metasystox	1.0 l/ha	
<b>Minador de la hoja</b> <i>Liriomyza sativa</i>	Cyromazina	75 g.I.A.	Al observarse las primeras minas.
	Esfenvalerato	40-50 g.I.A	
<b>Gusano soldado</b> <i>Spodoptera exigua</i>	Clorpirifos Etil	750 g.I.A.	Todo el ciclo según la incidencia.
	<i>Bacillus Thuringiensis</i>	16,000 ui	Todo el ciclo según la incidencia.

Fuente: BAYER, 1994. Valadez, 1994. INIFAP, 1997.

Respecto a las enfermedades, la marchitez del chile causada por el hongo *Phytophthora capsici* Leonian constituye a nivel nacional uno de los principales problemas que afectan la producción del cultivo, las medidas de prevención son las más eficaces, para el control de los virus se sugiere utilizar cultivares tolerantes o resistentes y controlar los insectos chupadores. (Valadez, 1994). (Cuadro 5).

Los cultivares de chile serrano que se siembran comercialmente, son susceptibles a las enfermedades virales presentes en el país, tales como virus jaspeado del tabaco (TEV), virus Y de la papa (VYP), virus mosaico del pepino (CMV) virus de la mancha anular del tabaco (HPV) que son transmitidos por áfidos, además del complejo de geminivirus transmitidos por mosca blanca, denominado rizado amarillo del chile. El control de estas enfermedades, además de encarecer el cultivo por el elevado número de aplicaciones, hace que éste sea de alto riesgo, debido a que se pueden tener pérdidas del 20 al 100%.

Dentro de las estrategias disponibles para convivir económicamente con el problema que representa la virosis en chile, se plantea la obtención de cultivares precoces y de producción concentrada, aunado a la aplicación de un programa de manejo integrado de insectos vectores de virus. Como resultado de este enfoque, el programa de mejoramiento genético del chile del INIFAP obtuvo el cultivar Paraíso (Pozo y Ramírez, 1994).

Cuadro 5. Prevención y control de enfermedades

ENFERMEDAD	FORMA Y ÉPOCA DE PREVENCIÓN O CONTROL
Marchitez del chile <i>Phytophthora capsici</i> Leonian	Siembras en bordos elevados y evitar excesos de humedad. De ser necesario, aplicar Metalaxil 24 g.I.A./ha al presentarse los primeros síntomas, sobre el follaje de las plantas.
Ahogamiento o secadera <i>Phythium deberianum</i> Hesse <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn <i>Phytophthora</i> spp.	Evitar excesos de humedad en estado de plántula, o bien, realizar aplicaciones de Captán 65 g.I.A./ha. Realizar aplicaciones semanales. Usar sustratos esterilizados con vapor o calor seco
Mancha bacteriana <i>Xantomonas vesicatoria</i>	Aplicar Estreptomocina. 20 g.I.A./ha, u Oxiclورو de cobre, 500 g. I.A./ha al presentarse los síntomas de la enfermedad. Produce daños considerables en hojas y tallos, especialmente de plántulas, la característica más importante es su efecto sobre los frutos.

Fuente: INIFAP, 1998.

### **2.7.7. Cosecha y valor nutritivo.**

En los chiles se utilizan principalmente dos indicadores físicos de cosecha la longitud o tamaño y el color. El chile serrano se cosecha cuando los frutos han alcanzado su tamaño característico, estén firmes al tacto y que presente una coloración verde brillante. La cosecha se hace en forma manual; su ciclo al primer corte depende de la variedad utilizada, en promedio se considera 105 días.

Los frutos pueden conservarse 40 días cuando se almacenan en lugares donde la temperatura es de 0°C y la humedad ambiente de 95 a 98 %.

Murillo (1985). citado por Gutiérrez (1993) menciona que el chile es rico en vitamina C y caroteno y en menor grado en vitaminas del complejo B, entre más maduro es el fruto. mayor contenido de vitamínico tiene siempre y cuando no este demasiado maduro; el color del chile esta determinado por varias sustancias, entre las que destacan la capsantina. que tiene una coloración roja oscura, la cual se pronuncia más al diluirla en grasas. El sabor picante esta dado por el alcaloide llamado capsicina, que esta concentrado en la placenta del fruto, luego en la pulpa y semillas y por último en la cáscara.

## **2.8. Fenología.**

### **2.8.1. Definición de fenología.**

Torres (1995). menciona que la fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad, etc. La emergencia de los cultivos, la brotación de los frutales, la floración, la fructificación, la madurez, etc., corresponden a estudios de fenología vegetal; por otra parte, las migraciones de pájaros, el pelecho de los animales, los estadios de los insectos, pertenecen al campo de la fenología animal.

La fenología es una rama de la agrometeorología que trata de las relaciones entre las condiciones climatológicas y los fenómenos biológicos periódicos (Villalpando, 1993).

Romo y Arteaga (1989), definen a la fenología como la ciencia que estudia los fenómenos periódicos de los vegetales y su relación con el clima y el tiempo atmosférico.

### **2.8.2. Elementos de la fenología.**

Para llevar a cabo la medición o registro es necesario distinguir las fases y etapas fenológicas de un cultivo.

**Fase.** Es la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales. Una determinada fase de una misma especie se produce en fechas distintas bajo los diversos climas.

**Etapas.** Una etapa se encuentra delimitada por dos fases sucesivas. El comienzo y fin de fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas. Las exigencias meteorológicas de los vegetales varían con las etapas.

**Periodos críticos.** Dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, que son el intervalo breve durante el que la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento meteorológico, las oscilaciones del elemento de que se trate se reflejan en el rendimiento de los cultivos. Los periodos críticos generalmente se presentan antes, después o durante las fases, puede durar dos o tres semanas (Torres, 1995).

Los periodos críticos más estudiados han sido respecto a la temperatura y el nivel de humedad. Los periodos críticos varían de un cultivo a otro, pero con referencia a la temperatura, se puede decir que en general coinciden con la fase de brote, pero más especialmente en la floración, polinización y fructificación. Con respecto a la humedad, los periodos críticos se manifiestan en los intervalos en que el aumento de peso alcanza su máxima velocidad y los procesos de transpiración y de organización adquieren el ritmo más intenso (Romo y Arteaga, 1989).

Conocer los periodos críticos permite tomar las medidas adecuadas (riegos, fertilización, aplicación de plaguicidas, labores culturales, etc.) para evitar decrementos en los rendimientos.

Villalpando (1993), menciona que las principales variables que controlan la fenología de los cultivos son: fecha de siembra, duración del día (fotoperiodo), temperatura, suministro de humedad, componente genético de la planta y manejo del cultivo.

Romo y Arteaga (1989), consideran que el desarrollo y las reacciones de una planta dependen de la interacción coordinada de los factores hereditarios y los ambientales (climáticos, edáficos, geográficos y bióticos) sobre los procesos fisiológicos internos de dicha planta.

El crecimiento y desarrollo de los vegetales, considerado como una respuesta a los factores mencionados, está sujeto al fenómeno de periodicidad, que se manifiesta no sólo en términos de variaciones estacionales en aspectos cuantitativos del crecimiento, sino también en el desarrollo de ciertos órganos en diferentes etapas. La periodicidad más evidente, en el aspecto cualitativo es el desarrollo secuencial de órganos vegetales y reproductivos.

La diversidad de aplicaciones de la fenología encuentra su esencia en la importancia práctica que ha adquirido. Con base en datos de observaciones fenológicas precisas, recopiladas durante varios años, es posible:

- a) Determinar los requerimientos bioclimáticos de las diferentes especies y determinación de periodos críticos.
- b) Proponer calendarios para el control de plagas, enfermedades y malezas de acuerdo con las épocas de mayor incidencia.
- c) Realizar una zonificación agrícola con base en mapas fenológicos.
- d) Pronosticar fechas de floración o madurez y elaborar calendarios de cosechas escalonadas.
- e) Estimar el rendimiento de diversos cultivos.
- f) Programar la asistencia técnica con base en la fenología de los cultivos.

- g) Determinar modelos biometeorológicos para definir regiones agrícolas potenciales para los diferentes cultivos.

### **2.8.3. Observaciones fenológicas de cultivos anuales.**

Las observaciones fenológicas son las tendientes a registrar las épocas y la frecuencia con que se repiten los fenómenos periódicos de los vegetales. Las fases de los cultivos anuales dependen de la fecha de siembra, en cambio los perennes no están sujetos a variaciones de época de siembra, sino que reaccionan a las condiciones meteorológicas de cada año.

En los estudios bioclimáticos de cultivos anuales, los registros fenológicos correspondientes a diferentes épocas de siembra, pero continuas, dan la base para efectuar la correlación entre los fenómenos periódicos de las plantas y los fenómenos meteorológicos ocurridos durante el ciclo del cultivo.

Romo y Arteaga (1989) mencionan que el registro de la fecha exacta de la ocurrencia de una fase se complica porque el fenómeno no se presenta al mismo tiempo en todas las plantas, por lo que se recurre a registrar varios pasos para una misma fase, de acuerdo al porcentaje de plantas que se encuentren en dichos pasos, o bien, de acuerdo a cualquier otro criterio.

Se reconocen tres pasos dentro de una fase:

- a) Inicio de fase
- b) Plenitud de fase
- c) Fin de fase

En las observaciones fenológicas deben existir criterios uniformes para interpretar la intensidad de las fases. En el caso de los cultivos anuales las observaciones del inicio, plenitud y fin de fase difieren si el cultivo cubre el terreno (cultivos densos) o si el cultivo debido a su tamaño está distribuido por hileras o intervalos y no cubre todo el terreno (cultivos esparcidos). Dentro de los cultivos densos se considera al trigo, cebada, avena, etc. y como cultivos esparcidos al maíz, frijol, chile, tomate, etc.

A continuación se presentan los criterios que se estiman convenientes para determinar el inicio, plenitud y fin de fase según sea el cultivo denso o esparcido. En ambos casos se asume una distribución normal del porcentaje de órganos aparecidos con respecto al tiempo. Ver figura No. 1.

#### **A. Inicio de fase.**

- Cultivos densos: Aparición de órganos en los cultivos, seguidos por la aparición de otros en sucesión constante e incrementando su número.
- Cultivos esparcidos: Aparición de los órganos de la fase en cuestión de un 20% de las plantas.

#### **B. Plenitud de fase.**

- Cultivos densos: Aparición visual de que la fase ha adquirido su máxima intensidad debido al mayor número de órganos que han aparecido.
- Cultivos esparcidos: Cuando en un 50% de las plantas han aparecido los órganos de la fase.

#### **C. Fin de fase.**

- Cultivos densos: Cuando aparecen los últimos órganos de la fase sin interrumpir la continuidad del proceso.
- Cultivos esparcidos: Cuando el 80% de las plantas posee los órganos correspondientes a la fase.

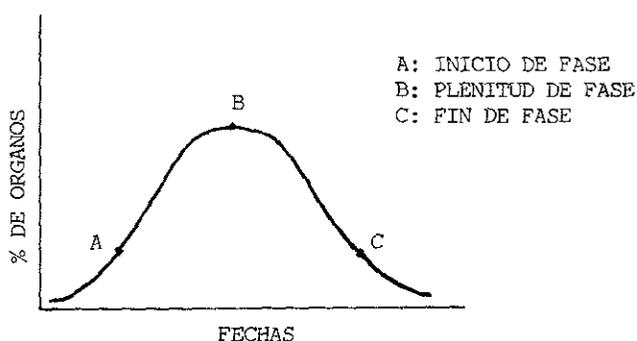
En el caso de los cultivos densos, los criterios señalados tienen un carácter más subjetivo que en los cultivos esparcidos, debido a que estos últimos son materia de fácil estudio por su misma condición de esparcidos. Cuando la curva de frecuencia de la aparición de órganos es “plana” (baja frecuencia de órganos en la plenitud de la fase), las observaciones de los primeros y últimos órganos son esenciales para la correcta delimitación de fases, en cambio, cuando la curva es “sesgada” (alta frecuencia de órganos en la plenitud de fase) dichas observaciones no son importantes. además de que los primeros y últimos órganos en este caso son prácticamente indistinguibles.

Una curva de frecuencia de la aparición de órganos, puede ser “plana” debido a una baja energía de fase, por las condiciones meteorológicas desfavorables durante el crecimiento y desarrollo en especies o variedades que completan sus fases en corto tiempo o por

razones intrínsecas de la especie o variedad en cuestión. La curva se presenta “sesgada” cuando existe una alta energía de fase, completando el inicio, plenitud y fin de la fase en un número de días mucho menor que cuando la energía de fase es baja y la curva es “plana”.

No todas las fases tienen la misma importancia fenológica, por lo que no siempre se tendrá que hacer observaciones de inicio, plenitud y fin de fase; en fases importantes, como las que anteceden a un periodo crítico por ejemplo, deberán añadirse inclusive observaciones sobre los primeros y últimos órganos (Romo y Arteaga, 1989).

Figura No. 1. Frecuencia diaria de aparición de órganos durante una fase dada.



Fuente: II Congreso internacional para técnicos en Agrometeorología (1979); citado por Romo y Arteaga, 1989.

#### 2.8.4. Fenología del cultivo de chile.

Villalpando (1993) y Torres (1995), mencionan que las características de cada fase fenológica que presenta el chile son las siguientes:

Emergencia - Aparición de plántulas en el 50% de la superficie cultivada.

Trasplante - Fecha en que se efectúa el trasplante.

Séptima hoja - Debe anotarse la fecha en que aparece la séptima hoja verdadera.

Floración - Flores abiertas (una o más) en el 50 % de las plantas.

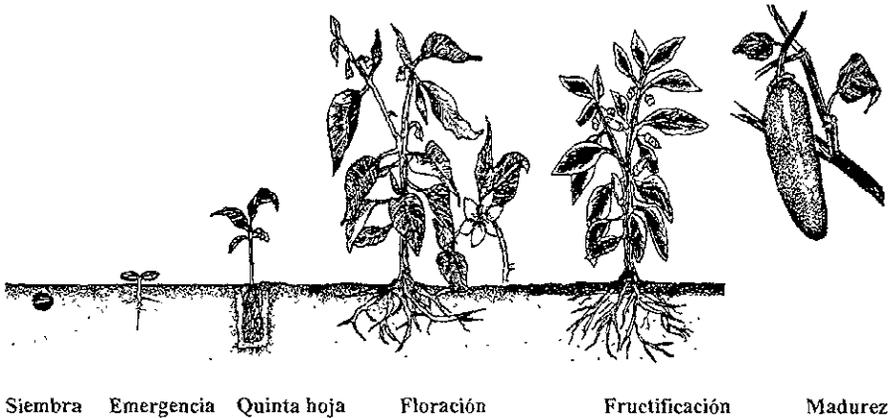
Madurez de consumidor - El fruto alcanza el tamaño, forma, color y sabor típicos de la variedad.

En base a lo anterior y de acuerdo con la SAGAR y el INIA (1982), se consideran las siguientes fases fenológicas para el chile:

- 1) **Siembra.** Fecha en que se realiza la siembra.
- 2) **Emergencia.** Aparición de plántulas en el 50% de la superficie cultivada.
- 3) **Quinta hoja.** Fecha en que aparece la quinta hoja verdadera.
- 4) **Floración.** Flores abiertas (una o más) en el 50% de las plantas.
- 5) **Fructificación.** Frutos formados (uno o más) en el 50% de las plantas.
- 6) **Madurez.** El fruto alcanza el tamaño, forma, color y sabor típicos de la variedad.

En la figura No. 2. Se muestran dichas fases fenológicas.

Figura No. 2. Principales fases fenológicas del chile *Capsicum annum* L.



Fuente: Torres, 1985; Villalpando, 1993; SARH-INIA, 1982.

## 2.9. Estación de Crecimiento.

### 2.9.1. Definición de estación de crecimiento.

La FAO (1978) en su proyecto de Zonas Agroecológicas utiliza a la evapotranspiración potencial (ETP) en la definición de los periodos de crecimiento. El periodo o estación de crecimiento se puede definir como el lapso de tiempo (número de días) durante el año en el que existen condiciones favorables de humedad y temperatura para el desarrollo de los cultivos (Ortiz, 1987).

## **2.9.2. Estación de crecimiento determinada por la disponibilidad de agua.**

De acuerdo al método planteado por la FAO (1978), el cálculo de la estación de crecimiento se basa en un modelo simple de balance de agua, comparando la precipitación con la evapotranspiración potencial.

### **2.9.2.1. Componentes de la estación de crecimiento.**

**Inicio del periodo de crecimiento:** Se basa en el inicio de la estación lluviosa. Se obtiene cuando las precipitaciones son iguales o superiores a la mitad de la evapotranspiración potencial ( $P = 0.5 \text{ ETP}$ ), y se considera que esta cantidad de agua es suficiente para la germinación de semillas de diferentes cultivos.

**Periodo húmedo:** El periodo húmedo es el intervalo de tiempo en el cual la precipitación es mayor a la evapotranspiración potencial ( $P > \text{ETP}$ ). Cuando existe un periodo húmedo, no solamente se satisfacen las demandas de la evapotranspiración de los cultivos a una completa o máxima cobertura, sino que también el déficit de humedad en el perfil del suelo.

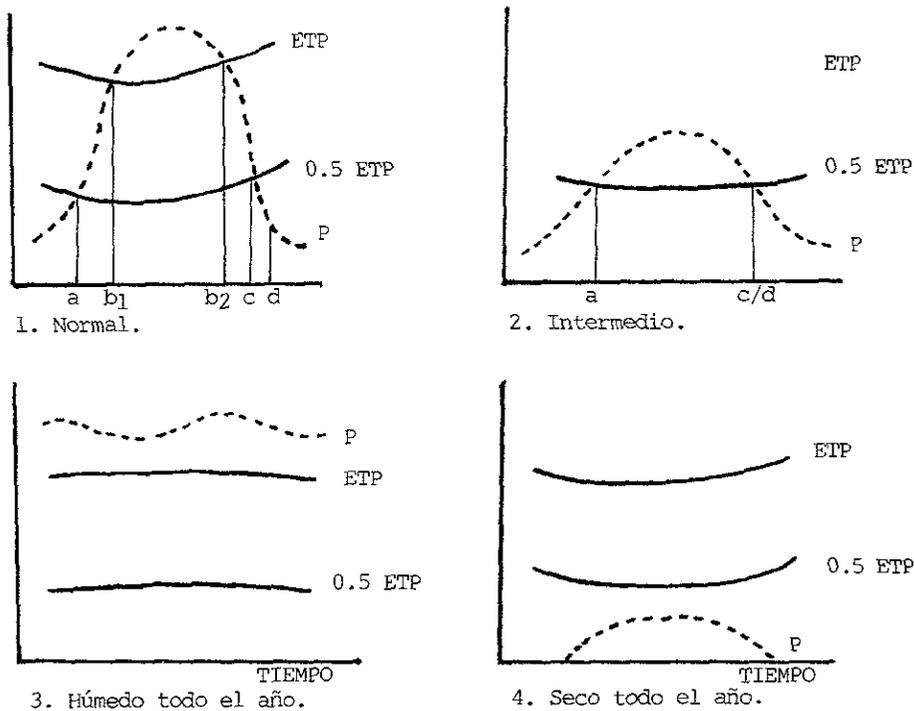
**Terminación de la estación lluviosa:** La estación lluviosa termina cuando la  $P = 0.5 \text{ ETP}$ .

**Terminación del periodo de crecimiento.** Cuando existe periodo húmedo la terminación del periodo de crecimiento va más allá de la terminación de la estación lluviosa, ya que los cultivos frecuentemente maduran con las reservas de humedad almacenadas en el perfil del suelo. La terminación del periodo de crecimiento generalmente excede un número de días a la terminación de la estación lluviosa, tal que es suficiente para evapotranspirar 100 mm, que son los considerados como las reservas de humedad del suelo. Cuando no existe periodo húmedo, la terminación del periodo de crecimiento coincide con la terminación de la estación lluviosa. En la figura 3 - 1 se presenta la forma gráfica de dichos componentes.

### 2.9.2.2. Tipos de estación de crecimiento.

1. **Normal.**- Se define cuando existe un periodo húmedo.
2. **Intermedio.**- La precipitación mensual a través del año no excede a la evapotranspiración potencial, es decir, no tiene periodo húmedo.
3. **Húmedo todo el año.**- La precipitación mensual excede a la evapotranspiración potencial. Es común considerarlo como estación normal de 365 días.
4. **Seco todo el año.**- La precipitación mensual nunca excede a la mitad de la evapotranspiración potencial. El número de días con condiciones adecuadas de humedad es en este caso de cero. (figura 3).

Figura No. 3. Tipos de estación de crecimiento. (Ortiz, 1987).



- a: Inicio de la estación de crecimiento.  
 b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>: Inicio y final del periodo húmedo.  
 c: Terminación de la estación lluviosa.  
 d: Terminación de la estación de crecimiento.  
 P: Precipitación.  
 ETP: Evapotranspiración potencial.

### **2.9.3. Estación de crecimiento determinada por la disponibilidad de temperatura.**

Después de establecer el periodo con agua disponible para el desarrollo de los cultivos, se evalúa este periodo en relación a la temperatura. La FAO (1978) consideró a la temperatura media diaria (24 horas) y Ortiz (1981) para México a la temperatura mínima media mensual, ambas con el valor de 6.5°C, para establecer un límite de temperatura favorable para el desarrollo de los cultivos. El periodo con temperaturas inferiores a 6.5°C, es restado al periodo con disponibilidad de agua (Ortiz, 1987).

### **III. METODOLOGÍA.**

El presente trabajo consideró como región de estudio al municipio de Tampico, Tamaulipas, ya que existe en el sur de la entidad un mayor porcentaje de superficie dedicada al cultivo.

#### **3.1. Descripción de la Zona de Estudio.**

##### **3.1.1. Localización.**

El municipio de Tampico se encuentra al sur de Tamaulipas, cuenta con una extensión territorial de 68.1 km<sup>2</sup>, abarcando el 0.08% de la totalidad del estado; colindando al norte con la ciudad de Altamira; al este con el municipio de Madero; al sur con Tampico Alto, estado de Veracruz, y al oeste con la población de Ebano en el estado de San Luis Potosí. Ver figura No 4 y anexo 1.

El municipio de Tampico se encuentra localizado a 22°13' de latitud norte y 97°51' de longitud oeste, con una altitud de 10 msnm. (Secretaría de Gobierno y Gobierno del Estado de Tamaulipas, 1988).

##### **3.1.2. Clima.**

El clima predominante en la zona es del tipo Aw<sub>1</sub>, es decir cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, con una temperatura promedio anual de 24°C, alcanzando las más altas un promedio de 36.8°C y las mínimas un promedio de 9.7°C. La precipitación anual varía de 788.6 a 1044.1 mm. (Secretaría de Gobierno y Gobierno del estado de Tamaulipas, 1988). Los vientos predominantes en otoño e invierno son los denominados nortes, mientras que en las otras estaciones varían de sur a norte.

##### **3.1.3. Hidrología.**

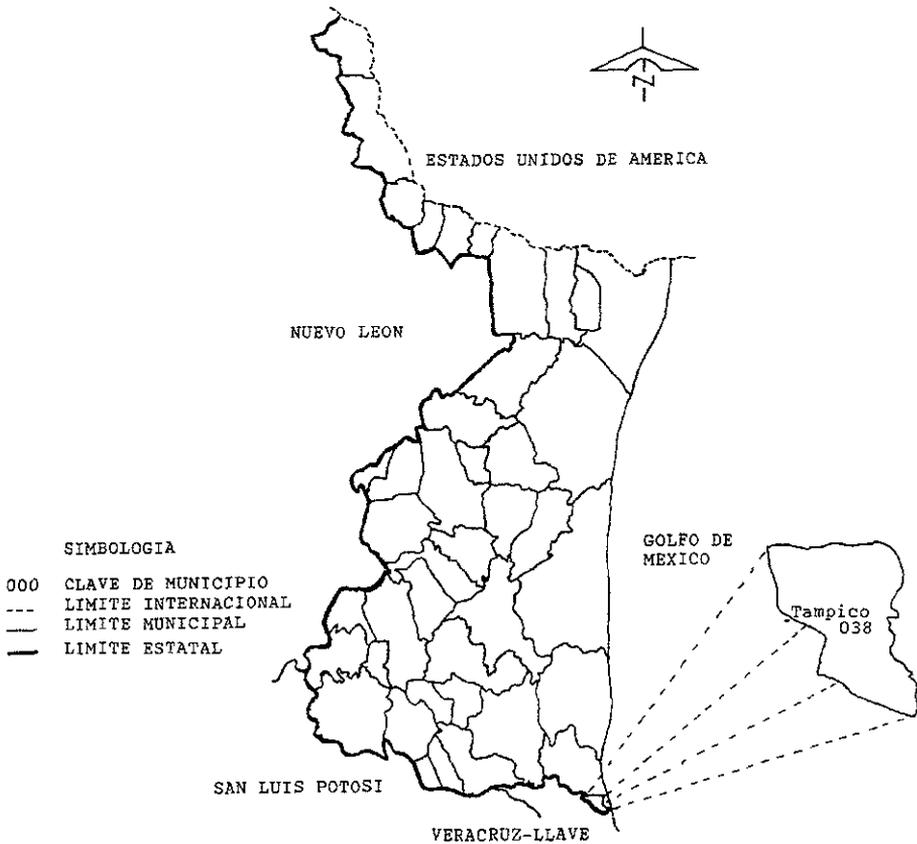
Los ríos que confluyen en la parte suroeste de Tampico son: el Pánuco y el Tamesí, el primero de ellos forma una cuenca de 96.958 KM<sup>2</sup>. La unión de estos ríos forma una de las corrientes más caudalosas de la República Mexicana que desemboca en el Golfo de México, otros cuerpos de agua lo constituyen la laguna del Chairel, Carpinteros y numerosas vegas y esteros (Secretaría de Gobierno y Gobierno del Estado de Tamaulipas, 1988).

### 3.1.4. Orografía.

Manifiesta dos elevaciones importantes. El cerro de Andonegui, al oriente, y el denominado Mata Redonda. El resto de la superficie es plana.

3.1.5. Suelo. En la región predominan los suelos de tipo vertisol, los cuales se caracterizan por su escasa disponibilidad de materia orgánica, alto contenido de arcilla y lento drenaje interno.

Figura No. 4. Ubicación del municipio de Tampico en el estado de Tamaulipas.



Fuente: INEGI, 1998.



Para calcular las unidades térmicas por este método se emplea la siguiente fórmula básica:

$$UT = \frac{T \text{ máx} + T \text{ mín}}{2} - T \text{ base}$$

Donde: UT = Unidades térmicas.

T máx = Temperatura máxima diaria.

T mín = Temperatura mínima diaria.

T base = Temperatura base.

Romo y Arteaga (1989), mencionan que todas las plantas deben acumular determinada cantidad de calor, medida en grados-día, unidades calor o unidades térmicas, desde la germinación hasta la madurez. Dicha cantidad es aproximadamente constante de acuerdo a la especie considerada y se le denomina constante térmica, que se puede definir como la cantidad de temperatura acumulada que necesita una especie vegetal para completar su ciclo vegetativo.

La constante térmica de una especie cultivada en diferentes regiones climáticas es la misma, sólo que será cubierta en diferente cantidad de tiempo dependiendo de los regímenes térmicos que se presenten. Existen ciertos factores ambientales que modifican la constante térmica, los más importantes son el contenido de humedad del suelo, su nivel de fertilidad, su temperatura y el tipo de suelo, además de la densidad de población.

Así mismo, para el cálculo de la evapotranspiración potencial, el programa Agroclim utiliza el método de Thornthwaite. Es probablemente el más usado a nivel mundial, debido a que exige solo una variable meteorológica: la temperatura. La evapotranspiración potencial (ETP), es definida como la cantidad de agua que se perdería por evaporación y transpiración si el suelo estuviera saturado.

La fórmula empleada para obtener esta variable es:

$$ETP = 1.6 (10 T/I)^a$$

ETP = Evapotranspiración potencial en un mes, en cm.

T = Temperatura media del aire en °C.

I = Índice de calor anual que es igual a la suma de los doce índices de calor mensual i donde:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

$$a = 0.000000671 (I)^3 - 0.0000771 (I)^2 + 0.011792 (I) + 0.49239$$

El índice de calor mensual se puede obtener a través de tablas, generalmente el valor de ETP se corrige con un factor de latitud "P" el cual se obtiene de tablas para latitudes norte y sur; así  $ETP = ETP \times f$ .

### 3.2.3. Fechas de siembra.

De acuerdo con el INIFAP (1997), en el sur de Tamaulipas, la fecha de siembra es del 15 de junio al 15 de agosto, en siembras tempranas se corren riesgos por exceso de humedad y en siembras tardías el riesgo es por la presencia de enfermedades. Con el fin de determinar que fecha es la más adecuada para establecer el cultivo en las mejores condiciones que presenta la estación de crecimiento de Tampico, Tamaulipas; se propusieron tres fechas de siembra y son:

- 1) 15 de junio
- 2) 1° de julio
- 3) 15 de agosto

### 3.2.4. Etapas fenológicas del cultivo de chile.

Se consideró para el estudio al cultivar Paraíso, el INIFAP menciona que dicho cultivar inicia la floración a los 75 días después de la siembra y la primera cosecha se realiza entre los 105 y 108 días.

La SAGAR y el INIA (1982), presentan un índice de diagramas por campo experimental; se tomó en cuenta el campo experimental de las Huastecas, Tampico, Tamaulipas (CAEHUAS) en donde presenta una programación para el cultivo de chile desde la preparación del almácigo hasta la cosecha.

De lo anterior se determinó la duración de cada una de las etapas que son:

<b>Etapas fenológicas</b>	<b>Duración en días</b>
1. Siembra - emergencia	15
2. Emergencia - quinta hoja	15
3. Quinta hoja - Floración	45
4. Floración - Fructificación	15
5. Fructificación - madurez	18

### **3.3. Parámetros Evaluados.**

#### **3.3.1. Determinación de la estación de crecimiento para Tampico, Tamaulipas.**

Para calcular la estación de crecimiento se empleo el método de la FAO (1978). Para ello se interpolaron las gráficas de la precipitación, de la ETP y ETP al 0.5 para determinar los componentes de la estación de crecimiento.

#### **3.3.2.Requerimientos térmicos por etapa fenológica.**

Para obtener este parámetro, se emplearon los datos de la temperatura media y precipitación, se consideró una temperatura base de 15.6 °C y sin factor de ajuste (1.0) para la ETP; generando a partir de las tres fechas de siembra el número de días totales del ciclo vegetativo, la temperatura promedio, los GDD, la precipitación y ETP acumulados en cada etapa fenológica.

#### **3.3.3. Calendarización de las actividades agrícolas del chile.**

De acuerdo a los parámetros antes mencionados, se puede determinar durante la estación de crecimiento la fecha más adecuada para el cultivo en la zona de estudio, en función de los requerimientos del cultivo y los índices agroclimáticos estimados, para elaborar junto con la revisión de literatura, un calendario de las labores agrícolas desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

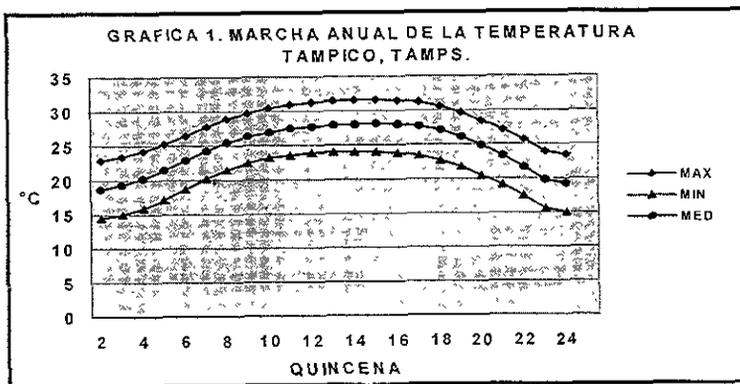
### 4.1. Variables Determinadas.

#### 4.1.1. Marcha de la temperatura.

La mayoría de los procesos fisiológicos que se realizan para el crecimiento y desarrollo de las plantas están influenciados por la temperatura. La solubilidad de varios minerales, la absorción de agua, nutrientes y gases por la planta y varios procesos de difusión que ocurren dentro de la planta dependen de la temperatura.

La gráfica 1 muestra un rango de temperatura media que va de 18.7°C para la primera quincena de enero, con un valor máximo de 28.1°C para la primera quincena de agosto y la temperatura media anual corresponde a 24.2°C. La mínima temperatura que se observa en el año es de 14.4°C en el mes de enero y la máxima temperatura durante el año se presenta en la segunda quincena de julio y la primera de agosto con 31.6°C. En la zona no se presenta un periodo de ocurrencia de heladas debido al tipo de clima, cálido subhúmedo, que prevalece. (Ver anexo No. 4).

Murillo (1989); citado por Soroa (1994), menciona que el cultivo de chile requiere para un buen desarrollo de temperaturas de 18 a 32°C, cuando la temperatura es menor de 12°C la planta comienza a detener su crecimiento y cuando es mayor de 32°C en floración, existe caída de flor y/o fruto. El crecimiento vegetativo es óptimo cuando, las temperaturas son de 20 a 25°C. La apertura de flor y el cuajado del fruto es adecuado entre 18 y 26°C.



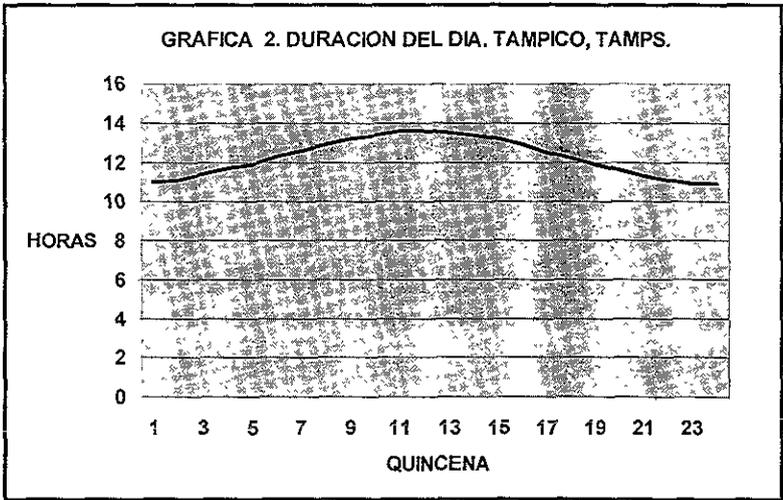
En cuanto a la temperatura, existen condiciones favorables para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo ya que durante su ciclo productivo no se presentan temperaturas inferiores a 12°C, ni mayores de 32°C.

**4.1.2. Duración del día.**

La floración de muchas plantas se adelanta o se atrasa de acuerdo con la duración del día o fotoperiodo, sin importar que el día sea soleado o nublado; cada planta tiene diferentes requerimientos de luz, por lo que la falta de dicho requerimiento afecta el rendimiento de los cultivos.

La gráfica número 2, indica que el fotoperiodo en el área de estudio presenta un rango que va desde las 10.9 horas luz para el mes de diciembre, la máxima duración del día es de 13.6 horas luz en el mes de junio, siendo el promedio de la duración del día de 12.2 horas luz. (Ver anexo No. 5).

Murillo (1989); citado por Soroa (1994), menciona que el cultivo de chile es de fotoperiodo corto, aunque se considera también como insensible a la luz, por lo que el cultivo encontrará condiciones suficientes de luminosidad para la floración.

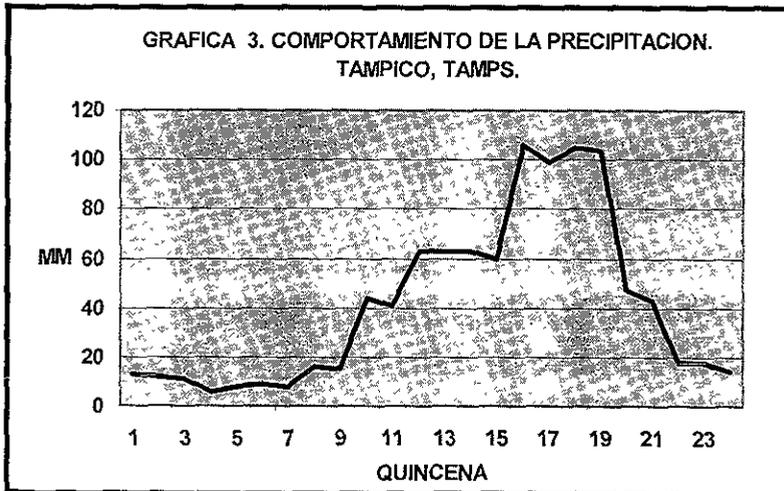


#### 4.1.3. Comportamiento de la precipitación.

El comportamiento de la precipitación en la gráfica número 3, muestra el siguiente rango que va de 6 mm para la segunda quincena de febrero, la máxima precipitación durante el año se presenta en la segunda quincena de agosto con 106 mm, siendo la precipitación media anual de 41.1 mm. (Ver anexo No. 6).

La precipitación en la zona de estudio no satisface los requerimientos de agua para el cultivo, debido a que la precipitación acumulada en la zona es de 986 mm, siendo los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre los más lluviosos con una precipitación promedio mensual de: 104.0 mm, 126.0 mm, 166.0 mm, 204.0 mm y 151.0 mm, respectivamente. Quintanilla (1973), citado por Ortuño (1992), menciona que los requerimientos de agua para este cultivo varían de 700 a 1,200 mm durante el ciclo; el cultivar paraíso es de precocidad intermedia (mas o menos tres meses y medio), por lo que el agua no alcanza a cubrir las necesidades de humedad del chile, por tal motivo se hace imprescindible la aplicación de riegos.

En floración y fructificación no le debe faltar humedad al cultivo para evitar caída de flor y deformación de frutos. Una condición uniforme de humedad en el suelo es esencial para un buen crecimiento y amarre de frutos.

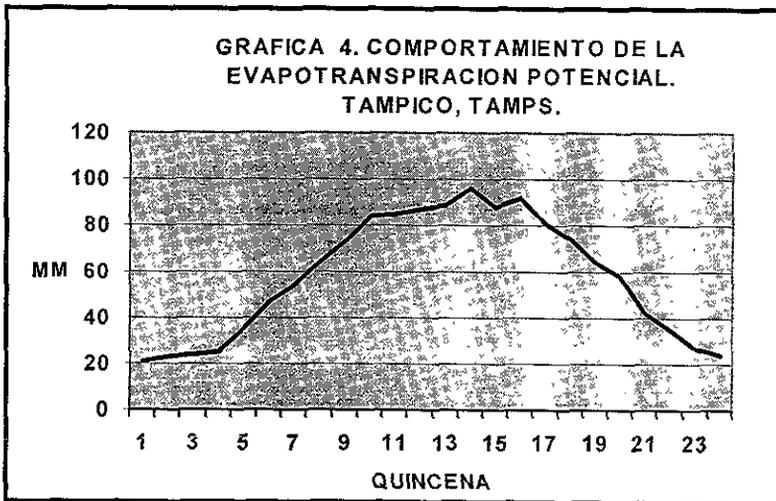


#### 4.1.4. Evapotranspiración potencial.

En la gráfica número 4 se observa el comportamiento de la evapotranspiración potencial, para la primera quincena de enero se tienen 21 mm, la máxima evapotranspiración presenta un valor de 96 mm en la segunda quincena de julio, la evapotranspiración media anual es de 58 mm. (Ver anexo No. 7).

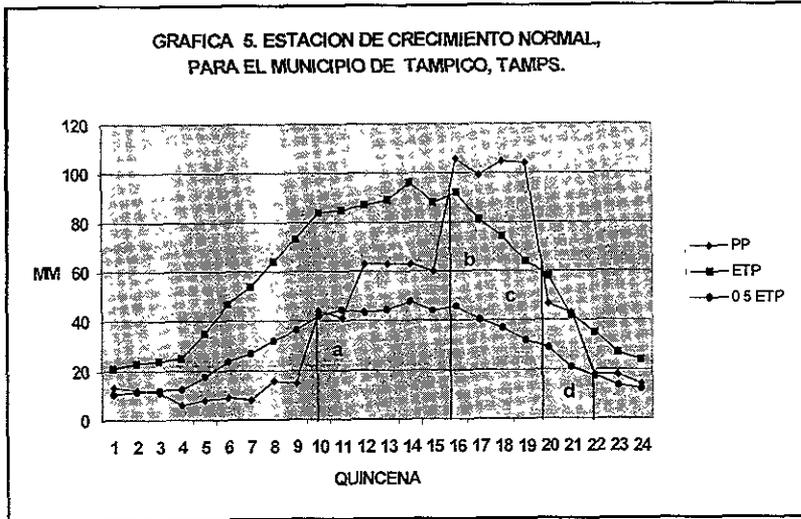
Para determinar si la humedad que esta disponible en el suelo es suficiente para que el cultivo pueda crecer y desarrollarse bien, se debe conocer la cantidad de agua que se evapora del suelo y de las plantas para combinarlo con la precipitación, este parámetro nos indica la necesidad de aplica riegos o no al cultivo para satisfacer sus necesidades de agua.

De acuerdo con la FAO (1978), para determinar con mayor seguridad el tiempo más adecuado en el que se implantara el cultivo, por la presencia de suficiente humedad en el suelo, se considera el 0.5 de la evapotranspiración potencial (ETP), que comparado con la precipitación nos indicará el inicio y la terminación del periodo de lluvias en la estación de crecimiento.



#### 4.2. Determinación de la Estación de Crecimiento para Tampico, Tamaulipas.

En la gráfica 5, se interpolan los valores que indican el comportamiento de la precipitación, la evapotranspiración potencial (ETP) y el 0.5 de la ETP, de acuerdo a los datos de la estación Tampico, Tamaulipas.



La estación de crecimiento se comporta de manera normal donde se observan en la gráfica los siguientes componentes:

- a) Inicio del periodo de crecimiento, corresponde al 29 de mayo.
- b) Inicio del periodo húmedo, comienza el 26 de agosto.
- c) Final del periodo húmedo, es el 28 de octubre.
- d) Final de las lluvias, corresponde al día 30 de noviembre.

La estación de crecimiento comprende entre el 29 de mayo y el 30 de noviembre, sin embargo, el tipo de suelo (vertisol), del cual depende la capacidad de almacenamiento de agua, puede alargarse y corresponder al 15 de diciembre, 15 días después del término de las lluvias. La duración de la estación de crecimiento es de 186 días y el periodo húmedo dura 63 días.

### 4.3. Fenología del cultivo de Chile.

De los cálculos realizados para cada fecha de siembra, se obtuvieron los siguientes cuadros:

En los cuadros 6, 7 y 8 los valores de grados días de desarrollo, la evapotranspiración potencial, la temperatura promedio y la duración del día van disminuyendo con forme se avanza en la fecha de siembra, sin embargo, la precipitación es mayor en la fecha de siembra del 1° de julio con 602 mm.

Cuadro No. 6. Fecha de siembra: 15 de junio.

Etapa	No. de días	Fecha	GDD base 15,6°C	PP (mm)	ETP (mm)	Temp. prom. °C	Duración del día (horas)
1	15	30 de junio	181	63	87	27.7	13.6
2	15	15 de julio	184	63	89	27.9	13.6
3	45	29 de agos.	561	215	265	28.1	13.2
4	15	13 de sept.	182	100	82	27.8	12.6
5	18	1° de oct.	208	124	89	27.2	12.2
Total Porm.	108		1316	565	612	27.7	13.0

Si la siembra se realiza en almácigo o en charolas, la primera y segunda etapa se llevaran a cabo en el invernadero, en donde se le proporcionarán las mejores condiciones de temperatura y humedad para su crecimiento, cuando se presente la quinta hoja verdadera, se realiza el trasplante al terreno definitivo; el periodo de crecimiento para esta fecha ya inicio, pero aún la ETP es superior a la precipitación por lo que no existe un real almacenamiento de agua en el suelo, ya que el agua precipitada es evaporada casi en su totalidad.

Se presenta un déficit de humedad hasta el 15 de agosto y de aquí al 15 de octubre hay humedad en el suelo disponible para el cultivo, debido a ello, es necesario aplicar un riego pesado antes del trasplante. (Ver anexo No. 9).

La precipitación total (565 mm) durante el ciclo productivo, no satisface los requerimientos de agua por lo que es imprescindible aplicar riegos ligeros cada 15 ó 20 días después del trasplante. En las etapas de quinta hoja a floración, de floración a fructificación y de fructificación a madurez, hay humedad ya que el periodo húmedo comprende del 26 de agosto al 28 de octubre.

En cuanto a temperatura y duración del día, no existen valores que impidan un buen crecimiento y desarrollo del cultivo; sin embargo, se considera que la alta intensidad lumínica provoca la foto destrucción de auxinas, que son sintetizadas en el meristemo apical, esto trae como consecuencia, que disminuya el flujo continuo de auxinas del ápice hasta la base, este flujo continuo de auxinas se denomina corriente basípeta, que al disminuir por efecto de la intensidad luminosa, favorece la brotación de yemas cercanas a la base generando con esto nuevos tallos.

Cuadro No.7. Fecha de siembra: 1° de julio

Etapa	No. de días	Fecha	GDD base 15.6°C	PP (mm)	ETP (mm)	Temp. prom. °C	Duración del día (horas)
1	15	16 de julio	184	63	89	27.9	13.5
2	15	31 de julio	187	59	90	28.0	13.4
3	45	14 de sept	556	258	256	28.0	12.9
4	15	29 de sept.	174	105	74	27.2	12.3
5	18	17 de oct	189	117	77	26.2	11.9
<b>Total</b>	<b>108</b>		<b>1290</b>	<b>602</b>	<b>589</b>		
<b>Prom.</b>						<b>27.5</b>	<b>12.8</b>

Para esta fecha, aún la ETP es mayor que la precipitación al momento del trasplante, por lo que se tiene que aplicar un riego pesado antes de realizar esta labor. La precipitación total (602 mm) durante el ciclo productivo, no cubre los requerimientos de agua, por lo que es necesario aplicar riegos ligeros después del trasplante aproximadamente cada 15 ó 20 días, aunque en las últimas tres etapas se cuenta con humedad.

Una condición uniforme de humedad en el suelo es esencial para un buen crecimiento y amarre de frutos ya que largos periodos secos pueden causar que las plantas tiren flor y frutos jóvenes. Tanto la temperatura como la duración del día no afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Cuadro No. 8. Fecha de siembra: 15 de agosto.

Etapa	No. de días	Fecha	GDD base 15.6°C	PP (mm)	ETP (mm)	Temp. prom. °C	Duración del día (horas)
1	15	30 de agos.	187	99	87	28.1	12.9
2	15	14 de sept	182	99	81	27.8	12.6
3	45	29 de oct	473	257	194	26.2	12.0
4	15	13 de nov.	119	43	44	23.6	11.4
5	18	1° de dic	111	25	42	21.8	11.1
<b>Total</b>	108		1072	523	448		
<b>Prom.</b>						25.5	12.0

Cuando se realiza el trasplante, para esta fecha de siembra, el periodo húmedo ya ha iniciado, por lo que no es necesario dar un riego pesado, sino de menor cantidad y posteriormente se deben dar riegos ligeros sobre todo en las fases de floración y fructificación, ya que la precipitación total (523 mm) no satisface los requerimientos de agua para el cultivo. Los sobre riegos estimulan el ataque de organismos causantes de pudrición radicular.

Las pudriciones de raíz por *Phytophthora* dañan a sus hospedantes cuando la temperatura se mantiene casi siempre baja (entre 15 y 23°C). Las infecciones de *Fusarium* se producen con temperaturas comprendidas entre los 18-30°C, con un óptimo de virulencia entre los 28°C. Los terrenos arcillosos y de difícil drenaje, los excesivos riegos y las humedades ambientales altas, son factores propicios para el desarrollo de este hongo.

Las bacterias de *Xanthomonas* son diseminadas por el viento, la lluvia o por contacto y penetran en las hojas a través de los estomas y heridas en los frutos, el óptimo de virulencia es a temperaturas comprendidas entre 25-35°C (Agris, 1995).

La mosquita blanca que transmite el complejo de germinivirus, prolifera en la vegetación espontánea o adventicia a temperaturas comprendidas entre los 25 y 30°C.

La temperatura para esta fecha de siembra es adecuada para la apertura de flor y el cuajado del fruto; sin embargo cuando hay poca luz los entrenudos de los tallos se alargan demasiado y quedan muy débiles para soportar una cosecha óptima de frutos. En estas condiciones la planta florece menos y las flores son más débiles ocasionando la abscisión de éstas.

#### **4.4. Calendarización de las Actividades Agrícolas del Cultivo de Chile en Tampico, Tamaulipas.**

Para la calendarización de las actividades agrícolas que se realizan en el cultivo de chile, se consideró la fecha de siembra del 1° de julio, ya que es la fecha en donde se presentan las mejores condiciones de humedad para el crecimiento y desarrollo del chile. El ciclo productivo del cultivo comprende del 1° de julio al 17 de octubre.

La preparación del almácigo y la siembra se deben realizar el 1° de julio, ya sea a campo abierto o bajo invernadero.

Preparación del terreno. Se realiza un mes antes del trasplante y consiste en:

Barbecho: 25-30 cm de profundidad.

Rastreo: 1 ó 2 pasos, 20 días después del barbecho.

Nivelación: emparejar el terreno.

Contrabordeo: 1 ó 2 veces antes del trasplante, cuando se considera necesario.

Trasplante. Se realiza cuando las plantulas tienen de 12 a 15 cm de altura o cuando presenten la quinta hoja verdadera. La separación entre hileras es de 0.90 m y la separación de plantas es de 12 a 15 cm aproximadamente para obtener una población a producción de 40,000 a 50,000 plantas por hectárea.

Fertilización. La dosis es recomendada para la zona es de 200-80-00. Aplicar en banda la mitad del N y todo el P antes del trasplante, la otra mitad del N en la primera floración. En suelos pesados conviene aplicar 5 ton/ha de gallinaza procesada junto con la primera fertilización mineral.

Aporque. El primero se realizará 3 semanas después del trasplante (21 de agosto) y el siguiente antes de la segunda aplicación de N (9 de septiembre).

Control de la maleza. Se realizarán 3 escardas: el 21 de agosto, otra antes de efectuar la segunda aplicación de N (9 de septiembre) y la tercera el 27 de septiembre.

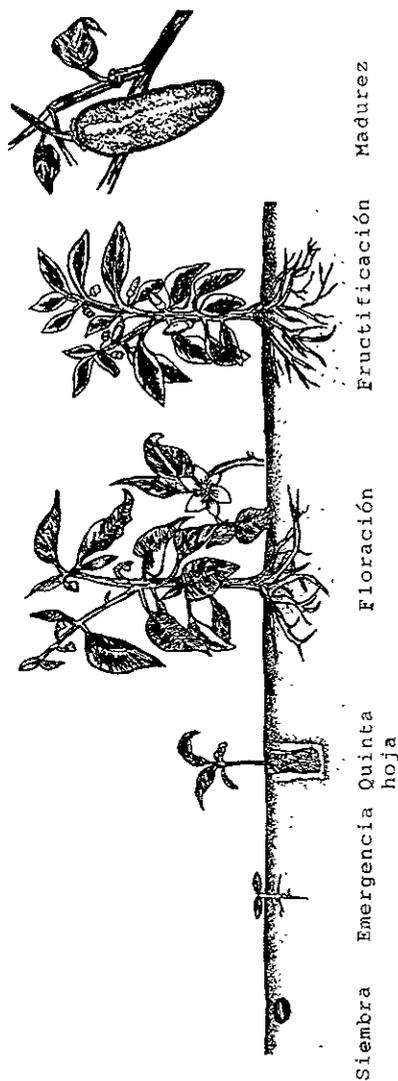
Control de plagas y enfermedades. El combate se realizará de acuerdo a la presencia de los agentes patógenos y plagas, durante todo el ciclo productivo.

Riegos. Si se cuenta con sistema de riego rodado, se aplica un riego pesado antes del trasplante (28 de julio) con una lámina de riego de 20 cm; posteriormente aplicar riegos de auxilio ligeros (lámina de agua de 10 cm) cada 20 días.

Cosecha. Inicia el 17 de octubre, a partir de ese corte se realizarán otros 3 cada 15 días aproximadamente, tomando en cuenta que el cultivar Paraíso es de producción concentrada (en los 2 primeros cortes se obtiene el 80% de la producción).

En el cuadro No. 9 se presenta en forma esquemática la calendarización de las actividades agrícolas que se llevan a cabo en el cultivo del chile.

Cuadro No. 9. Calendarización de las actividades agrícolas, propuesto para el cultivo de Chile serrano Capsicum annum L. en Tampico, Tamaulipas.



Mes/actividad	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Siembra	•			
Preparación del terreno	•			
Trasplante				
Fertilización	•		•	
Aporque		•	•	
Control de la maleza		•	•	
Control de plagas y enfermedades				•
Riegos		•	•	•
Cosecha				•

## V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene que la estación de crecimiento para el municipio de Tampico, Tamaulipas es de tipo normal, siendo la duración de la estación de crecimiento de 186 días y la del periodo de crecimiento de 63 días.

Aunque en la revisión de literatura no se encontró información sobre las unidades térmicas que requiere el cultivo de chile, para llevar a cabo todas sus etapas fenológicas, la temperatura y el fotoperiodo que presenta la zona de estudio no son limitantes para el crecimiento y desarrollo del cultivo, por lo que su establecimiento es factible.

En base a la estación de crecimiento obtenida y de los cuadros sobre la fenología del cultivo por fecha de siembra, se consideró que la mejor fecha de siembra de las expuestas, es la del 1° de julio. Para esta fecha se presentan 1290 GDD, 602 mm de precipitación, 589 mm de ETP, una temperatura promedio de 27.5°C y 12.8 horas luz promedio.

Para el establecimiento del cultivo de chile es necesario contar con riego, ya que la precipitación durante el ciclo productivo no satisface los requerimientos de agua, sin embargo se debe tener cuidado con los excesos de humedad en el suelo para evitar la aparición de enfermedades, así mismo se debe controlar las plagas de manera oportuna sobre todo la mosquita blanca, ya que es la principal plaga que transmite la virosis.

El cultivar Paraíso ofrece una mejor oportunidad de mercado, al obtener mayor volumen de producción, debido a que aproximadamente el 40% del rendimiento total se obtiene en el primer corte; además la precocidad a cosecha y lo concentrado de su producción, permite que el cultivar tenga mayores posibilidades de escapar al efecto drástico de las enfermedades vírales.

La escasez de estaciones meteorológicas en el país y la ausencia de registros de datos de muchas variables climatológicas, ha provocado la falta de información climática suficiente y confiable, además en muchas ocasiones la información que existe no se encuentra actualizada. El programa computarizado agroclim, facilita los cálculos de los índices agroclimáticos al estimar los valores diarios, por lo que se puede establecer la estación de crecimiento a nivel semanal, decenal, para realizar un estudio más detallado. Así mismo se pueden obtener las unidades térmicas que se requieren para cada fase fenológica.

Un estudio de gabinete, nos permite tener una aproximación de lo que se puede realizar en campo para llevar a cabo la calendarización de las actividades agrícolas de una manera más óptima al cultivo, como fue el objetivo del presente trabajo.

## VI. BIBLIOGRAFIA.

1. Agrios, N. G. 1995. Fitopatología. Editorial Uteha. 2ª edición. México. 838 págs.
2. Altamirano, L. G. Y Villeda, Ch. M. B. 1992. Descripción de Diferentes Tipos de Chile y su Distribución en México. pp. 19, 20, 45-48.
3. Barreiro, P. M. 1998. El Chile Verde y su Trascendencia Cultural. Claridades Agropecuarias, revista mensual. No. 56. Abril. México. pp. 3-17.
4. Bayer de México. 1994. Guía para la Protección del Chile. Folleto técnico.
5. González. I. J. F. 1996. Cuando y Cuánto Regar. Hortalizas, Frutas y Flores, revista mensual, Noviembre 30. pp. 41,42.
6. Gutiérrez, R. E. 1993. La Micorriza Vesículo- Arbuscular *Glomus fasciculatum* como Alternativa de Fertilización en el cultivo de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) en Diferentes tipos de Suelo. Tesis Lic. Ing. Agrícola. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. pp. 4-6.
7. INEGI- Gobierno del Estado de Tamaulipas. 1998. Anuario Estadístico del Estado de Tamaulipas. México. pp. 4,5.
8. INIFAP. 1997. Guía Para Cultivar Chile Serrano de Riego en el Sur de Tamaulipas. Folleto técnico.
9. INIFAP. 1997. Como Producir Chile Serrano. Tecnologías llave en mano. División Agrícola. Tomo 1. pp. 267,268.

10. INIFAP. 1998. Paraíso, Variedad de Chile Serrano Precoz y Rendidora. Tecnologías llave en mano. División Agrícola. Tomo 2. pp: 165-168.
11. Martínez, E. A. 1993. Respuesta de Tres Fertilizantes Foliare en el Cultivo de Chile Jalapeño (*Capsicum annum* L.) en el Ejido el Caballal, Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Tesis. Lic. Ing. Agrícola. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izcalli. Edo. de Méx pp. 22-27.
12. Ortiz, S. C. A. 1987. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa. Departamento de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 3ª edición. pp. 214-216, 238-242.
13. Ortuño, P.I.; Palomino, S.M.R. et al. 1992. Respuesta del Chile Inoculado con 2 Especies de Endomicorizas Vesículo- Arbuscular al ataque de *Fusarium oxysporum* Sch. y *Rhizoctonia solani* Kuhn. Durante el Trasplante, bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Lic. Ing. Agrícola. FES-C. UNAM. Cuautitán Izcalli, Edo, de Méx. pp. 8,9.
14. Pérez, G. M; Márquez, S.F. et al. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. UACH. pp. 114-116.
15. Pozo, C. O. y Ramírez, M.M. 1994. Gigante Ebano y Paraíso. Nuevos Cultivares de Chile Serrano en México. Folleto técnico No. 10. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. pp.8-14.
16. Romo, G.J.R. y Arteaga, R.R. 1989. Meteorología Agrícola. UACH. Departamento de Irrigación. pp.109-116, 123,124, 129-137. 250-253.
17. SAGAR. 1990. Sistema Producto, Chile Verde. pp. 5-11, 25-28.
18. SAGAR. 1998. Centro de Estadística Agropecuaria.

19. SARH-INIA. 1982. Ciclos de Cultivos. Diagramas de las principales especies con las cuales se efectúan investigaciones agrícolas en México. Diagrama No. 29. CAEUHAS, Campo experimental de las Huastecas. Tampico, Tamps.
20. Soroa, C. A. 1994. Efecto de la Micorriza *Glomus fasciculatum* para la mejor Adaptación de la Planta de Chile Serrano Variedad Tampiqueño, en Suelos Salinos del Municipio de Zumpango, bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Lic. Ing. Agrícola. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo de Méx. pp. 8-10.
21. Secretaria de Gobernación y Gobierno del Estado de Tamaulipas. 1988. Los Municipios de Tamaulipas. Colección: Enciclopedias, de los Municipios de México. pp.183,184.
22. Torres, R. E. 1995. Agro-Meteorología. Editorial Trillas. México. pp. 106-113.
23. Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas. Editorial Uteha. 4<sup>a</sup> reimpresión México. pp. 185-196.
24. Villalpando, I.J.F. y Ruíz, C.J.A. 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su Uso en la Agricultura. Editorial Uteha. México. pp. 27,28; 51 y 52.

## VII. ANEXOS.

Anexo No. 1. Claves de los municipios del estado de Tamaulipas. (INEGI, 1998).

CLAVE	MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL
001	Abasolo	Abasolo
002	Aldama	Aldama
003	Altamira	Altamira
004	Antiguo Morelos	Antiguo Morelos
005	Burgos	Burgos
006	Bustamante	Bustamante
007	Camargo	Ciudad Camargo
008	Casas	Casas
009	Ciudad Madero	Ciudad Madero
010	Cruillas	Cruillas
011	Gómez Farías	Gomez Farías
012	González	González
013	Guémez	Guémez
014	Guerrero	Nueva Ciudad Guerrero
015	Gustavo Díaz Ordaz	Ciudad Gustavo Díaz Ordaz
016	Hidalgo	Hidalgo
017	Juamave	Juamave
018	Jiménez	Santander Jiménez
019	Llera	Llera de Canales
020	Mainero	Villa Mainero
021	Mante, El	Ciudad Mante
022	Matamoros	Heroica Matamoros
023	Méndez	Méndez
024	Mier	Mier
025	Miguel Alemán	Ciudad Miguel Alemán
026	Miquihuana	Miquihuana
027	Nuevo Laredo	Nuevo Laredo
028	Nuevo Morelos	Nuevo Morelos
029	Ocampo	Ocampo
030	Padilla	Nueva Villa de Padilla
031	Palmillas	Palmillas
032	Reynosa	Reynosa
033	Río Bravo	Ciudad Río Bravo
034	San Carlos	San Carlos
035	San Fernando	San Fernando
036	San Nicolás	San Nicolás
037	Soto la Marina	Soto la Marina
038	Tampico	Tampico
039	Tula	Ciudad Tula
040	Valle Hermoso	Valle Hermoso
041	Victoria	<b>Ciudad Victoria</b>
042	Villagrán	Villagrán
043	Xicoténcatl	Xicoténcatl

Anexo No. 2. Normales Climatológicas. Estación clave 27 - 0061. Tampico,  
Tamaulipas.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA  
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

OBSERVATORIO CLAVE 27-0061 TAMPICO, TAMPICO, TAMPS.

LATITUD (N) 22-13 LONGITUD (W) 097-51 ALTITUD 12 MSNM

PERIODO GENERAL DE DATOS DESDE 1941 A 1970

PARÁMETROS	AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
----- TEMPERATURAS -----														
MAXIMA EXTREMA	30	38.9	35.5	42.3	42.7	40.7	37.0	39.0	38.8	38.5	34.5	35.0	32.5	42.7
-FECHA (DIA/AÑO)		07/44	27/54	31/48	29/53	30/67	03/50	19/47	VS/47	21/48	01/48	04/49	25/64	29/04/53
PROMEDIO DE MAXIMA	30	22.6	24.0	25.7	28.3	30.2	31.1	31.4	31.8	30.9	29.2	26.3	24.2	27.9
BULBO SECO (AMBIENTE)	30	18.5	20.0	21.8	24.8	26.8	27.5	27.9	28.2	27.3	26.0	22.2	19.9	24.2
PROMEDIO DE MINIMA	30	14.1	15.7	17.6	20.8	22.9	23.9	23.8	24.1	23.1	21.2	18.3	15.7	20.1
MINIMA EXTREMA	30	0.0	0.7	5.4	10.0	10.6	16.7	16.9	14.0	10.3	5.0	3.7	2.9	0.0
-FECHA (DIA/AÑO)		VS/VS	09/47	04/68	VS/VS	03/70	02/70	19/48	03/47	22/49	14/49	19/69	24/63	VS/01/VS
MINIMA A LA INTENSIFICACION														
-FECHA (DIA/AÑO)														
OSCILACION	30	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3	7.2	7.6	7.7	7.8	8.0	8.0	8.5	7.8
----- HUMEDAD -----														
TEMPERATURA BULBO HUMEDO	30	16.5	17.7	19.4	22.4	24.3	25.3	25.3	25.4	24.7	22.8	19.8	17.5	21.7
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	30	81	81	80	82	81	82	80	80	81	79	79	80	80
EVAPORACION TOTAL	30	17.7	19.3	21.1	25.5	28.5	30.5	30.3	30.4	29.7	25.9	21.5	18.9	24.9
TENSION MEDIA DEL VAPOR	30													
----- PRECIPITACION -----														
TOTAL	30	28.5	15.6	13.6	20.7	41.8	128.6	122.0	123.9	286.5	132.3	47.6	24.8	985.9
MAXIMA	30	100.2	65.8	61.8	79.0	130.4	345.9	336.8	432.4	914.3	401.5	354.8	97.3	914.3
-FECHA (AÑO)		50	57	67	57	44	52	55	69	55	58	52	63	09/55
MAXIMA EN 24 HORAS	30	83.5	40.0	40.6	79.0	94.0	91.5	91.0	150.2	201.0	136.2	195.6	58.7	201.0
-FECHA (DIA/AÑO)		01/50	22/66	09/59	28/57	21/60	22/70	02/54	31/69	23/67	16/58	04/52	19/63	23/09/67
MAXIMA EN 1 HORA	18	40.0	40.0	12.2	35.4	78.5	46.5	60.0	48.0	75.5	136.2	44.6	35.0	134.2
-FECHA (DIA/AÑO)		04/48	22/66	10/66	22/50	24/47	03/52	18/48	15/47	14/42	16/58	25/62	18/64	16/10/58
MINIMA	30	0.6	0.5	0.2	0.9	1.0	0.5	12.0	18.6	44.0	2.0	2.6	0.8	0.2
-FECHA (AÑO)		60	52	46	51	59	55	67	64	59	64	57	52	03/46
TOTAL HORAS INSOLACION														
VISIBILIDAD DOMINANTE	30	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
FRECUENCIA DE ELEMENTOS Y FENOMENOS ESPECIALES														
NUM. DIAS CON LLUVIA APREC.	30	4.70	3.60	3.23	3.30	4.24	7.90	9.70	8.73	14.03	8.03	5.80	4.60	77.86
NUM. DIAS CON LLUVIA TRAP.	30	4.60	4.23	5.03	3.70	3.62	4.13	3.40	3.33	3.90	3.86	3.90	4.43	48.73
NUM. DIAS DESPEJADOS	30	5.30	6.60	6.70	6.03	8.79	8.20	8.73	9.30	6.26	9.36	7.43	5.96	88.46
NUM. DIAS MEDIO NUBLADOS	30	11.13	10.20	13.10	14.80	18.34	15.60	16.53	15.80	14.03	13.50	11.26	12.16	184.23
NUM. DIAS NUBLADOS/CERRADOS	30	14.56	11.43	11.20	9.16	5.86	6.20	5.73	6.10	9.66	8.13	11.30	12.86	112.19
NUM. DIAS CON ROCIO	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NUM. DIAS CON GRANIZO	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
NUM. DIAS CON HELADAS	30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
NUM. DIAS CON TEMP. ELEC.	29	0.13	0.00	0.06	0.58	0.85	1.34	0.79	1.33	1.20	0.90	0.13	0.00	6.91
NUM. DIAS CON NIEBLA	30	4.66	3.40	3.62	3.72	2.13	0.44	0.41	0.60	0.48	2.00	4.00	6.03	31.49
NUM. DIAS CON NEVADA	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo No. 3. Cuadro con los días del calendario (calendario juliano).

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29	29	****	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30	30	****	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31	31	****	90	****	151	****	212	243	****	304	****	365

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*

Anexo No 4. Temperaturas promedio diarias estimadas en (°C) para: Tampico

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	18.8	18.9	20.8	23.6	25.9	27.2	27.8	28.1	27.9	26.6	24.0	20.9
2	18.8	19.0	20.9	23.7	26.0	27.2	27.8	28.1	27.9	26.6	23.9	20.8
3	18.8	19.0	21.0	23.8	26.0	27.3	27.8	28.1	27.9	26.5	23.8	20.8
4	18.7	19.1	21.1	23.9	26.1	27.3	27.8	28.1	27.8	26.4	23.7	20.7
5	18.7	19.1	21.1	24.0	26.1	27.3	27.8	28.1	27.8	26.4	23.6	20.6
6	18.7	19.2	21.2	24.1	26.2	27.3	27.9	28.1	27.8	26.3	23.5	20.5
7	18.7	19.2	21.3	24.2	26.2	27.4	27.9	28.1	27.8	26.2	23.4	20.4
8	18.6	19.3	21.4	24.2	26.3	27.4	27.9	28.1	27.7	26.2	23.3	20.3
9	18.6	19.3	21.5	24.3	26.3	27.4	27.9	28.1	27.7	26.1	23.2	20.2
10	18.6	19.4	21.6	24.4	26.4	27.4	27.9	28.1	27.7	26.0	23.1	20.1
11	18.6	19.4	21.7	24.5	26.4	27.4	27.9	28.1	27.6	25.9	23.0	20.1
12	18.6	19.5	21.8	24.6	26.5	27.5	27.9	28.1	27.6	25.8	22.9	20.0
13	18.6	19.6	21.9	24.7	26.5	27.5	27.9	28.1	27.6	25.8	22.8	19.9
14	18.6	19.6	22.0	24.7	26.6	27.5	27.9	28.1	27.5	25.7	22.6	19.8
15	18.6	19.7	22.1	24.8	26.6	27.5	28.0	28.1	27.5	25.6	22.5	19.8
16	18.6	19.8	22.2	24.9	26.7	27.5	28.0	28.1	27.4	25.5	22.4	19.7
17	18.6	19.8	22.3	25.0	26.7	27.6	28.0	28.1	27.4	25.4	22.3	19.6
18	18.6	19.9	22.3	25.0	26.7	27.6	28.0	28.1	27.4	25.3	22.2	19.6
19	18.6	20.0	22.4	25.1	26.8	27.6	28.0	28.1	27.3	25.2	22.1	19.5
20	18.5	20.1	22.5	25.2	26.8	27.6	28.0	28.1	27.3	25.2	22.0	19.4
21	18.6	20.1	22.6	25.3	26.9	27.6	28.0	28.1	27.2	25.1	21.9	19.4
22	18.6	20.2	22.7	25.3	26.9	27.7	28.0	28.1	27.2	25.0	21.8	19.3
23	18.7	20.3	22.8	25.4	26.9	27.7	28.0	28.1	27.1	24.9	21.7	19.2
24	18.7	20.4	22.9	25.5	27.0	27.7	28.0	28.0	27.1	24.8	21.6	19.2
25	18.7	20.5	23.0	25.5	27.0	27.7	28.0	28.0	27.0	24.7	21.5	19.1
26	18.7	20.5	23.1	25.6	27.0	27.7	28.1	28.0	27.0	24.6	21.4	19.1
27	18.8	20.6	23.2	25.7	27.1	27.7	28.1	28.0	26.9	24.5	21.3	19.0
28	18.8	20.7	23.3	25.7	27.1	27.7	28.1	28.0	26.8	24.4	21.2	19.0
29	18.8	****	23.4	25.8	27.1	27.8	28.1	28.0	26.8	24.3	21.1	18.9
30	18.8	****	23.5	25.8	27.2	27.8	28.1	28.0	26.7	24.2	21.0	18.9
31	18.9	****	23.5	****	27.2	****	28.1	27.9	****	24.1	****	18.9

R-CUADRADA = 99.60

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*

Anexo No 5 Duración del día para: Tampico

UNIDADES: HORAS Y CENTESIMAS  
(MULTIPLICAR LA FRACCION DECIMAL POR 60 PARA OBTENER MINUTOS).

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	10.9	11.3	11.8	12.5	13.1	13.5	13.6	13.3	12.7	12.1	11.4	11.0
2	10.9	11.3	11.8	12.5	13.1	13.5	13.6	13.2	12.7	12.0	11.4	11.0
3	10.9	11.3	11.8	12.5	13.1	13.5	13.6	13.2	12.6	12.0	11.4	11.0
4	10.9	11.3	11.9	12.5	13.1	13.5	13.6	13.2	12.6	12.0	11.4	11.0
5	10.9	11.3	11.9	12.5	13.1	13.5	13.6	13.2	12.6	12.0	11.4	11.0
6	10.9	11.3	11.9	12.6	13.2	13.5	13.6	13.2	12.6	12.0	11.3	10.9
7	10.9	11.4	11.9	12.6	13.2	13.6	13.6	13.2	12.6	11.9	11.3	10.9
8	11.0	11.4	11.9	12.6	13.2	13.6	13.5	13.1	12.5	11.9	11.3	10.9
9	11.0	11.4	12.0	12.6	13.2	13.6	13.5	13.1	12.5	11.9	11.3	10.9
10	11.0	11.4	12.0	12.6	13.2	13.6	13.5	13.1	12.5	11.9	11.3	10.9
11	11.0	11.4	12.0	12.7	13.2	13.6	13.5	13.1	12.5	11.9	11.3	10.9
12	11.0	11.5	12.0	12.7	13.3	13.6	13.5	13.1	12.5	11.8	11.2	10.9
13	11.0	11.5	12.1	12.7	13.3	13.6	13.5	13.1	12.4	11.8	11.2	10.9
14	11.0	11.5	12.1	12.7	13.3	13.6	13.5	13.0	12.4	11.8	11.2	10.9
15	11.0	11.5	12.1	12.8	13.3	13.6	13.5	13.0	12.4	11.8	11.2	10.9
16	11.0	11.5	12.1	12.8	13.3	13.6	13.5	13.0	12.4	11.7	11.2	10.9
17	11.0	11.6	12.1	12.8	13.3	13.6	13.5	13.0	12.4	11.7	11.2	10.9
18	11.1	11.6	12.2	12.8	13.3	13.6	13.5	13.0	12.3	11.7	11.2	10.9
19	11.1	11.6	12.2	12.8	13.4	13.6	13.4	12.9	12.3	11.7	11.1	10.9
20	11.1	11.6	12.2	12.9	13.4	13.6	13.4	12.9	12.3	11.7	11.1	10.9
21	11.1	11.6	12.2	12.9	13.4	13.6	13.4	12.9	12.3	11.6	11.1	10.9
22	11.1	11.7	12.2	12.9	13.4	13.6	13.4	12.9	12.3	11.6	11.1	10.9
23	11.1	11.7	12.3	12.9	13.4	13.6	13.4	12.9	12.2	11.6	11.1	10.9
24	11.1	11.7	12.3	12.9	13.4	13.6	13.4	12.9	12.2	11.6	11.1	10.9
25	11.2	11.7	12.3	12.9	13.4	13.6	13.4	12.8	12.2	11.6	11.1	10.9
26	11.2	11.7	12.3	13.0	13.4	13.6	13.4	12.8	12.2	11.6	11.0	10.9
27	11.2	11.8	12.4	13.0	13.5	13.6	13.3	12.8	12.1	11.5	11.0	10.9
28	11.2	11.8	12.4	13.0	13.5	13.6	13.3	12.8	12.1	11.5	11.0	10.9
29	11.2	****	12.4	13.0	13.5	13.6	13.3	12.8	12.1	11.5	11.0	10.9
30	11.2	****	12.4	13.0	13.5	13.6	13.3	12.7	12.1	11.5	11.0	10.9
31	11.2	****	12.4	****	13.5	****	13.3	12.7	****	11.5	****	10.9

LATITUD: 22 GRADOS, 13 MINUTOS

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*

Anexo No. 6. Precipitación acumulada diariamente (mm) para: Tampico

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1	25	43	59	84	145	250	376	544	748	896	955
2	2	26	43	60	85	148	254	380	551	755	898	957
3	3	27	44	60	86	150	259	384	557	762	901	958
4	3	28	44	61	87	153	263	388	564	769	904	959
5	4	28	45	61	88	156	267	392	571	776	907	960
6	5	29	45	62	89	159	271	396	577	783	910	962
7	6	30	46	62	90	161	275	400	584	790	913	963
8	7	31	46	63	91	164	279	404	590	797	916	964
9	8	31	47	64	92	167	284	408	597	804	919	965
10	9	32	47	64	93	170	288	412	604	811	922	966
11	9	33	48	65	94	172	292	416	610	818	925	968
12	10	33	48	65	95	175	296	420	617	825	927	969
13	11	34	49	66	96	178	300	424	624	832	930	970
14	12	35	49	66	97	181	304	428	630	839	933	971
15	13	36	50	67	98	183	309	432	637	846	936	972
16	14	36	50	68	101	188	313	438	644	849	937	973
17	14	37	51	69	104	192	317	445	651	852	939	974
18	15	37	51	70	106	196	321	451	658	855	940	975
19	16	38	52	71	109	200	325	458	665	858	941	976
20	17	38	53	72	112	204	329	465	672	861	942	977
21	17	39	53	73	115	208	332	471	679	864	943	978
22	18	39	54	74	117	213	336	478	686	867	945	978
23	19	40	54	75	120	217	340	485	693	869	946	979
24	20	40	55	76	123	221	344	491	700	872	947	980
25	20	41	55	77	126	225	348	498	707	875	948	981
26	21	41	56	78	128	229	352	504	714	878	949	982
27	22	42	56	79	131	233	356	511	721	881	951	983
28	22	42	57	80	134	238	360	518	728	884	952	984
29	23	****	58	82	137	242	364	524	735	887	953	984
30	24	****	58	83	139	246	368	531	742	890	954	985
31	25	****	59	****	142	****	372	538	****	893	****	986

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*

Anexo No 7 Valores acumulados diarios de 1.00 ETP (mm) para Tampico.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1	46	95	179	298	456	628	813	993	1147	1267	1343
2	3	47	97	182	302	461	634	818	998	1151	1270	1344
3	4	49	100	185	307	467	640	824	1004	1156	1273	1346
4	6	50	102	189	312	472	646	830	1009	1160	1276	1348
5	7	52	104	192	316	478	652	836	1015	1165	1279	1350
6	9	53	106	196	321	484	658	842	1020	1169	1282	1352
7	10	55	109	199	326	489	663	848	1026	1173	1285	1354
8	11	57	111	203	331	495	669	854	1031	1178	1288	1356
9	13	58	113	207	336	500	675	860	1037	1182	1290	1358
10	14	60	116	210	341	506	681	866	1042	1186	1293	1359
11	16	61	118	214	345	512	687	872	1047	1190	1296	1361
12	17	63	121	218	350	517	693	878	1053	1194	1299	1363
13	18	65	123	222	355	523	699	884	1058	1198	1301	1365
14	20	67	126	225	360	529	705	889	1063	1203	1304	1366
15	21	68	128	229	366	535	711	895	1068	1206	1306	1368
16	22	70	131	233	371	540	717	901	1073	1210	1309	1370
17	24	72	134	237	376	546	723	907	1079	1214	1311	1371
18	25	74	136	241	381	552	729	913	1084	1218	1314	1373
19	27	76	139	245	386	558	735	919	1089	1222	1316	1374
20	28	77	142	250	391	564	741	924	1094	1226	1319	1376
21	30	79	145	254	397	569	747	930	1099	1229	1321	1378
22	31	81	148	258	402	575	753	936	1104	1233	1323	1379
23	32	83	150	262	407	581	759	942	1109	1237	1326	1381
24	34	85	153	267	412	587	765	947	1114	1240	1328	1382
25	35	87	156	271	418	593	771	953	1118	1244	1330	1384
26	37	89	159	275	423	599	777	959	1123	1247	1332	1385
27	38	91	163	280	428	604	783	965	1128	1250	1334	1387
28	40	93	166	284	434	610	789	970	1133	1254	1336	1388
29	41	****	169	289	439	616	795	976	1137	1257	1338	1390
30	43	****	172	293	445	622	801	982	1142	1260	1341	1391
31	44	****	175	****	450	****	807	987	****	1264	****	1392

R-CUADRADA (PARA TEMPERATURA) = 99.60

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*

Anexo No. 8. Grados-día (GDD) acumulados diariamente (base 15.6°C) para  
Tampico

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3	99	216	422	701	1044	1402	1785	2172	2525	2828	3032
2	6	102	221	430	711	1055	1414	1798	2184	2536	2836	3037
3	10	105	227	439	722	1067	1426	1810	2196	2547	2844	3042
4	13	109	232	447	732	1079	1439	1823	2209	2558	2852	3047
5	16	112	238	455	743	1090	1451	1835	2221	2568	2860	3052
6	19	116	243	464	753	1102	1463	1848	2233	2579	2868	3057
7	22	120	249	472	764	1114	1475	1860	2245	2590	2876	3062
8	25	123	255	481	774	1126	1488	1873	2257	2600	2884	3067
9	28	127	261	490	785	1137	1500	1885	2269	2611	2891	3071
10	31	131	267	498	796	1149	1512	1898	2281	2621	2899	3076
11	34	135	273	507	807	1161	1524	1910	2294	2631	2906	3080
12	37	138	279	516	818	1173	1537	1923	2306	2642	2913	3085
13	40	142	285	525	829	1185	1549	1935	2317	2652	2921	3089
14	43	146	292	534	840	1197	1561	1948	2329	2662	2928	3093
15	46	151	298	544	851	1209	1574	1960	2341	2672	2935	3097
16	49	155	305	553	862	1221	1586	1973	2353	2682	2941	3101
17	52	159	311	562	873	1233	1599	1985	2365	2692	2948	3105
18	55	163	318	572	884	1245	1611	1998	2377	2701	2955	3109
19	58	168	325	581	895	1257	1623	2010	2388	2711	2961	3113
20	61	172	332	591	906	1269	1636	2023	2400	2721	2968	3117
21	64	177	339	601	918	1281	1648	2035	2412	2730	2974	3121
22	67	181	346	610	929	1293	1661	2048	2423	2739	2980	3125
23	70	186	353	620	940	1305	1673	2060	2435	2749	2986	3128
24	73	191	360	630	952	1317	1685	2073	2446	2758	2992	3132
25	76	196	368	640	963	1329	1698	2085	2458	2767	2998	3135
26	79	201	375	650	974	1341	1710	2098	2469	2776	3004	3139
27	82	206	383	660	986	1353	1723	2110	2480	2785	3010	3142
28	86	211	391	670	997	1365	1735	2122	2492	2794	3015	3146
29	89	****	398	680	1009	1378	1748	2135	2503	2802	3021	3149
30	92	****	406	690	1020	1390	1760	2147	2514	2811	3026	3152
31	95	****	414	****	1032	****	1773	2159	****	2819	****	3156

R-CUADRADA = 99 60

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*

Anexo No. 9. Diferencias diarias de precipitación -1.00 ETP (mm) para: Tampico.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-0.6	-0.8	-1.6	-2.7	-3.5	-2.8	-1.7	-2.0	1.0	2.4	-0.3	-0.8
2	-0.6	-0.8	-1.6	-2.8	-3.6	-2.8	-1.7	-2.0	1.1	2.4	-0.2	-0.8
3	-0.6	-0.8	-1.7	-2.8	-3.6	-2.8	-1.7	-2.0	1.1	2.5	-0.2	-0.7
4	-0.6	-0.8	-1.7	-2.9	-3.6	-2.8	-1.7	-2.0	1.1	2.5	-0.1	-0.7
5	-0.6	-0.8	-1.7	-2.9	-3.7	-2.8	-1.7	-2.0	1.1	2.5	-0.1	-0.7
6	-0.5	-0.8	-1.8	-3.0	-3.7	-2.8	-1.8	-2.0	1.2	2.6	-0.0	-0.7
7	-0.5	-0.9	-1.8	-3.0	-3.8	-2.9	-1.8	-2.0	1.2	2.6	0.0	-0.6
8	-0.5	-0.9	-1.8	-3.1	-3.8	-2.9	-1.8	-2.0	1.2	2.7	0.0	-0.6
9	-0.5	-0.9	-1.9	-3.1	-3.8	-2.9	-1.8	-1.9	1.2	2.7	0.1	-0.6
10	-0.5	-0.9	-1.9	-3.1	-3.9	-2.9	-1.8	-1.9	1.3	2.8	0.1	-0.6
11	-0.5	-0.9	-1.9	-3.2	-3.9	-2.9	-1.8	-1.9	1.3	2.8	0.2	-0.5
12	-0.5	-0.9	-2.0	-3.2	-3.9	-2.9	-1.8	-1.9	1.3	2.9	0.2	-0.5
13	-0.5	-1.0	-2.0	-3.3	-4.0	-3.0	-1.8	-1.9	1.3	2.9	0.3	-0.5
14	-0.5	-1.0	-2.1	-3.3	-4.0	-3.0	-1.8	-1.9	1.4	3.0	0.3	-0.5
15	-0.5	-1.0	-2.1	-3.4	-4.0	-3.0	-1.8	-1.9	1.4	3.0	0.3	-0.5
16	-0.7	-1.3	-2.1	-2.9	-2.3	-1.6	-2.0	0.8	1.8	-1.0	-1.3	-0.8
17	-0.7	-1.3	-2.1	-3.0	-2.4	-1.6	-2.0	0.8	1.8	-1.0	-1.3	-0.8
18	-0.7	-1.3	-2.2	-3.0	-2.4	-1.6	-2.0	0.8	1.9	-0.9	-1.2	-0.8
19	-0.7	-1.3	-2.2	-3.0	-2.4	-1.6	-2.0	0.8	1.9	-0.9	-1.2	-0.7
20	-0.7	-1.4	-2.2	-3.1	-2.5	-1.6	-2.0	0.8	1.9	-0.8	-1.2	-0.7
21	-0.7	-1.4	-2.3	-3.1	-2.5	-1.6	-2.0	0.8	2.0	-0.8	-1.1	-0.7
22	-0.7	-1.4	-2.3	-3.2	-2.5	-1.6	-2.0	0.8	2.0	-0.7	-1.1	-0.7
23	-0.7	-1.4	-2.4	-3.2	-2.5	-1.7	-2.0	0.9	2.1	-0.7	-1.1	-0.7
24	-0.7	-1.5	-2.4	-3.3	-2.6	-1.7	-2.0	0.9	2.1	-0.6	-1.0	-0.7
25	-0.7	-1.5	-2.4	-3.3	-2.6	-1.7	-2.0	0.9	2.1	-0.6	-1.0	-0.6
26	-0.7	-1.5	-2.5	-3.3	-2.6	-1.7	-2.0	0.9	2.2	-0.5	-1.0	-0.6
27	-0.7	-1.5	-2.5	-3.4	-2.6	-1.7	-2.0	0.9	2.2	-0.5	-0.9	-0.6
28	-0.7	-1.6	-2.6	-3.4	-2.7	-1.7	-2.0	1.0	2.3	-0.5	-0.9	-0.6
29	-0.7	****	-2.6	-3.5	-2.7	-1.7	-2.0	1.0	2.3	-0.4	-0.9	-0.6
30	-0.8	****	-2.7	-3.5	-2.7	-1.7	-2.0	1.0	2.3	-0.4	-0.8	-0.6
31	-0.8	****	-2.7	****	-2.7	****	-2.0	1.0	****	-0.3	****	-0.6

\*\*\*INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN\*\*\*