

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
COORDINACIÓN DE POSGRADO



**“CARACTERIZACIÓN FENOLOGICA EN BASE A UNIDADES CALOR POR  
DIFERENTES MÉTODOS EN EL CULTIVO DE JITOMATE EN AUTLÁN DE  
NAVARRO, JALISCO.”**

---

---

TRABAJO QUE CON EL CARÁCTER DE

**T E S I S**

PRESENTA LA C.

**MARIA TERESA SANDOVAL MADRIGAL**

PARA OPTAR AL GRADO DE

**MAESTRÍA EN MANEJO DE ÁREAS DE TEMPORAL**

**Guadalajara, Jal., Diciembre 2005**

---


---

**"CARACTERIZACIÓN FENOLOGICA EN BASE A UNIDADES  
CALOR POR DIFERENTES MÉTODOS EN EL CULTIVO DE  
JITOMATE EN AUTLÁN DE NAVARRO, JALISCO".**

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO  
PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y  
ACEPATADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRIA EN MANEJODE ÁREAS DE TEMPORAL

COMITÉ PARTICULAR



DR. SALVADOR MENA MUNGUÍA



DR. FLORENCIO RECENDIZ HURTADO



M.C. RICARDO NUÑO ROMERO

## *AGRADECIMIENTOS*

### *A DIOS*

*Por haberme brindado la oportunidad de vivir y realizarme*

### *A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA*

*Por la oportunidad que me brindo para mi formación profesional*

### *AL CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS*

*Por haberme transmitido sus conocimientos a los largo de mi  
carrera*

### *AL CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR*

*Por el apoyo incondicional recibido en la elaboración del presente en  
especial al Mtro. Enrique Javier Solórzano Carrillo.*

### *A MI DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS*

*Por ayudarme a realizar uno de mis sueños en mi vida profesional*

*Dr. Salvador Mena Munguia*

*Dr. Florencio Recendiz Hurtado*

*M.C. Ricardo Nuño Romero*

## DEDICATORIAS

*Fernando y Roberto*

*Los dos más grandes amores de mi vida, aquí entre tantas letras se encuentra mi trabajo y las horas que le dedique de tantos días y de tantas noches, los mismos que desaproveche de ustedes, aunque perdí las horas más valiosas de mi vida, por que no estuvieron conmigo, ni sus risas, ni su cariño y todos esos momentos de felicidad que una madre valora de sus hijos, han de saber que no fueron desperdiciados, ni tirados en vano; por que lo hice por ustedes, por el inmenso amor que les tengo, dentro de la presente hay sudor, lagrimas y miles de carencias que volvería a vivir sólo para brindarles un mejor porvenir, es por eso que les dedico mi trabajo y el resto de mi vida para recuperar el tiempo perdido, con todo mi amor .....*

*Papá*

*A ese hombre sabio de palabras dulces y sinceros consejos, a ti que te preocupabas por mi porvenir y por el de mis hijos, por ser un padre para ellos y no renegar nunca de mi condición, por todo ese amor, paciencia y cuidados para mi.*

*Mamá*

*Gracias a tus sabios consejos nunca he dejado de ser alguien, gracias a ti he podido ir por la vida luchando incansablemente por una superación profesional y como persona, gracias a tus consejos, mi vida ha sido diferente y he sabido llevarla de una manera más practica y fácil, gracias a tu amor y dedicación, sabiendo en mi corazón que siempre serás el amor de mi vida.....*

*Yoya*

*Mi inseparable amiga, hermana y el pilar que me dio fuerza para seguir adelante, con la lucha de la vida, a la mujer que me dejo el ejemplo más grande a seguir, a ese ser que ni por la desgracia se dejaba vencer y por todo el amor que me profesaba, por darme su hombro para llorar y su presencia para reír, su valiosa y entrañable compañía, por compartir sus sueños, por estar conmigo en las buenas y en las malas, seguiré tu ejemplo y luchare siempre por lo que quiero..... Por ti llegare a ser grande como persona y como ser humano.....*

*A mis hermanos y sobrinos*

*Por ser tan buenos conmigo por quererme y apoyarme, por ese gran amor que nos profesamos, por esta unidos y ser una hermosa familia.*

*Toño*

*Aunque hayamos tomado caminos diferentes habrá lazos que nos mantendrán unidos por siempre y que nos impulsan para apoyarnos el uno del otro.*

*Don Rogelio, Sra. Constanza y Aurora.*

*Gracias por permitirme ser parte de su familia, siempre estarán en mi corazón.*

*Miriam*

*No te quiero darlas gracias, por que se que no son suficientes para agradecer todo el trabajo y el tiempo que me dedicaste, no sólo para llevar acabo este proyecto de mi vida, sino por esos momentos en que me encontraba en desasosiego y estabas ahí para estrecharme la mano y decirme que podía contar contigo .....*

*Alfredo, Marcelina Raquel y Raquel Araceli*

*Como voy a olvidar que saben estar a mi lado en las buenas y en las malas, compartiendo siempre de ustedes todos sus conocimientos y vivencias sin esperar nada a cambio tan solo la dicha y el placer de poder hacerlo, por todo su apoyo..... gracias.*

*Una dedicatoria muy especial a todas aquellas personas que se encuentran dentro de mi trabajo y esfuerzo, quiero que sepan que cada palabra suya, cada esfuerzo, cada comentario, esta plasmado y se quedará grabado para la posteridad.*

*“Gracias ... muchas gracias”*

*A esas cinco letras que forman una palabra especial, que ha cambiado mi vida y se encuentra en la oscuridad, sabiendo que no son la oscuridad sino el amanecer de mis días.*

# INDICE

Página

<b>Resumen</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	3
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>4. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA</b> .....	5
4.1. Descripción de la planta .....	5
4.1.1. Antecedentes .....	5
4.1.2. Caracteres botánicos .....	7
4.1.3. Características taxonómicas .....	9
4.1.4. Suelo .....	9
4.1.5. Tipos y cultivares .....	9
4.2. Manejo del cultivo .....	11
4.2.1. Siembra y transplante .....	11
4.2.2. Fertilización .....	12
4.2.3. Control de plagas .....	14
4.2.4. Riegos .....	20
4.2.5. Cosecha .....	22
4.3. Influencia de algunos factores ecológicos sobre la producción del jitomate .....	23
4.3.1. El clima .....	25
4.3.2. Radiación solar .....	26
4.3.3. La temperatura y las plantas .....	27
4.4. Fenología .....	31
4.4.1. Definición .....	31
4.4.2. Usos e importancia .....	32
4.5. Unidades calor .....	34
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	37
5.1. Descripción geográfica .....	37

5.1.1. Ubicación del área de estudio .....	37
5.1.2. Características ambientales .....	38
5.1.3. Suelos .....	38
5.2. Materiales .....	39
5.2.1. Parcelas experimentales .....	39
5.2.2. Variedades .....	39
5.2.3 Invernadero .....	40
5.2.4. Equipos y aparatos .....	41
5.3 Métodos .....	41
5.3.1. Producción de plántulas .....	41
5.3.2. Transplante .....	41
5.3.3 Trabajo de campo .....	42
5.3.4. Métodos para determinar unidades calor .....	43
5.3.5. Método estadístico .....	48
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>61</b>

## RESUMEN

En el Valle de Autlán de Navarro, Jalisco, México, se realizó un trabajo de investigación en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) que es una de las hortalizas más importantes a nivel nacional e internacional por su consumo y uno de los sistemas de cultivo más importantes en el Valle. El propósito fue conocer la caracterización fenológica del cultivo para implementar estrategias que mejoren el manejo del cultivo en la localidad, dicha caracterización se realizó en unidades calor utilizando los métodos; Residual, Fisiológico, Triangulación y Seno, en las variedades Pacific y Sunny establecidas en el rancho "Mezquitalito" y "Espinoza" respectivamente. El método con el que se obtuvo el menor coeficiente de variación en la mayoría de las etapas de desarrollo fue el método Residual. Se obtuvieron resultados semejantes en los métodos de triangulación y seno, mientras que el método Fisiológico obtuvo el mayor coeficiente de variación en la mayoría de las etapas de desarrollo. Las unidades calor obtenidas para la emergencia por el método Residual fue entre 92 y 125 , para inicio de floración fue de 665 a 747, para inicio de fructificación de 1,024 a 1,034 y para la altura final fluctuó entre 1,660 y 1,679 unidades calor.

Entre las principales conclusiones que se tienen son la utilización de las unidades calor para realizar las estrategias de manejo en el cultivo, implementadas por los agricultores tomateros de la región. Se encontró que existe similitud en las unidades calor en las diferentes variedades de crecimiento indeterminado. En este trabajo se encontró que el método Residual fue el que obtuvo el menor coeficiente de variación en unidades calor, en la mayoría de las etapas, por lo que se considera como el más confiable y que además es el más sencillo para ser utilizado por los agricultores,



## ABSTRACT

In the valley of Autlan de Navarro, Jalisco, Mexico, a research project was realized in the crop of tomato, which is one of the most important vegetables in the nation and around the world and one of the most important crop systems in the valley. The purpose of this project is to make a phenological characterization of the tomato crop in order to implement strategies which improve the management of the crop in the community. The characterization is done using heat units with several methods: residual, physiological, triangulation and sine. All these methods are applied to two varieties of tomatoes, *Pacific* and *Sunny*, located in the farms "Mezquitalito" and "Espinoza", respectively. The method which we obtain the lowest coefficient of variation (CA, hereafter) is the residual method in most of the stages. Similar results are obtained using the triangulation and sine methods, while data obtained from the physiological method have the highest CA in most stages. The heat units obtained for the emergency using the residual method are 92-125, for the start of the flowering 665-747, for the start of the crop yield 1024-1034 and for the last height 1660-1679.

One of the main conclusions obtained in this work are the utilization of the heat units to implement strategies of the crop management, implemented by the farmers of the valley. It was found that some similarities exist between the heat units between the different varieties of indeterminate grow. It was found that the **residual method** obtained the lowest CA in heat units in most of the stages, thus it is considered the most trustable and the easiest to be used by the farmers.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel nacional, ya sea por su consumo en fresco y/o industrializado, y por tener además un alto valor nutritivo y calidad comercial, compitiendo en el mercado internacional generando además una gran cantidad de empleos y divisas como resultado de las exportaciones hacia mercados extranjeros, por lo cual ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial.

En México se considera como la segunda especie hortícola más importante por su superficie sembrada ya que se esperan alrededor de 40,000 hectáreas para el 2005 (Bringas, 2005). Las cuales se encuentran distribuidas en las principales zonas tomateras del país, San Quintín (Baja California), la comarca lagunera (Coahuila), Zacatecas, el valle de Culiacán (Sinaloa), Villa de Arista (San Luis Potosí), El Bajío (Guanajuato y Michoacán). En Jalisco se reporta en el ciclo P-V 2005 un total de 1420 y 486 hectáreas para el Valle de Autlán (SAGARPA, 2005).

Por sus características edáficas y climatológicas la región comprendida en el valle de Autlán resulta óptima para el establecimiento y desarrollo del cultivo de jitomate, sin embargo, se ha visto amenazado en los últimos años por una serie de problemas que ponen en desventaja su producción, sin que se conozca a la fecha los criterios fundamentados para establecer nuevas estrategias que conlleven a plantear mejores alternativas de control para optimizar su manejo. Debido a ello se ha estudiado la influencia de los diferentes factores ecológicos, especialmente la luz, temperatura y humedad.

La investigación agrícola cobra un papel preponderante para solventar este tipo de problemas de importancia agroeconómica-social, y los estudios de caracterización fenológica son de gran auxilio para determinar las estrategias de control de plagas y el manejo del cultivo en general.

Por lo tanto, es importante caracterizar el comportamiento del cultivo de jitomate en el valle de Autlán con base en sus diferentes requerimientos de calor por medio de las unidades calor acumuladas, en lugar de días transcurridos en sus diferentes etapas fenológicas, de tal forma que se estime ventajosamente el desarrollo del cultivo, y se planteen alternativas para cada etapa fenológica.

## **2. OBJETIVO**

Determinar las unidades calor para la caracterización fenológica del cultivo de jitomate en las variedades Sunny y Pacific en el valle de Autlán de Navarro, Jalisco.

### **3. HIPÓTESIS**

Los diferentes métodos de unidades calor son útiles para la caracterización fenológica del cultivo de jitomate en el valle de Autlán de Navarro, Jalisco.

## 4. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 4.1 Descripción de la planta.

#### 4.1.1 Antecedentes.

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) miembro de la familia de las solanaceas, es una planta nativa de la América tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del jitomate, hecho ampliamente aceptado en el mundo científico, ya que la utilización de formas domesticadas en nuestro país tiene bastante antigüedad y sus frutos eran muy conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban el centro y al sur de México antes de la llegada de los españoles.

El jitomate ya era un cultivo bien desarrollado en el Nuevo Mundo, durante el tiempo de la conquista española. Posteriormente fue llevado a Europa con otras plantas y frutos de origen Americano, en el mismo siglo XVI, conociéndose el fruto con el nombre de tomate en España y Portugal, posiblemente influenciado por el nombre que le daban los indígenas en México, que en la lengua Náhuatl es "TOMATL".

La primera descripción del jitomate en Europa se debe al herbalista italiano Pietro Andrea Mattioli en el año de 1554, cuyos comentarios publicados relaciona al jitomate con la belladona y la mandrágora, plantas extremadamente venenosas, lo que indujo a la creencia en la toxicidad del fruto y restringió durante centurias su uso como alimento, permaneciendo como planta ornamental y curiosidad botánica.

Los españoles y otros pobladores del Mediterráneo fueron los primeros en adoptar ampliamente el tomate en Europa, cuando un ingenioso jefe de cocina español, combinó el fruto con aceite de olivo, especias y cebolla, creó la primera salsa de tomate que recibió de buen agrado la Corte española.

La esposa de Napoleón III introdujo platillos españoles en Francia a mediados del siglo XIX pronto el tomate se volvió indispensable en la cocina española, portuguesa, francesa e italiana. Desafortunadamente, en Inglaterra y Norteamérica aún persistían las reservas sobre la toxicidad de la planta y crecía solamente como atracción ornamental. Fue en el año de 1835 cuando empezó a comercializarse el fruto de tomate con propósitos culinarios en los Estados Unidos de Norteamérica; sin embargo los malos entendidos de que fue objeto, aún persisten en el siglo XX.

Por la gran variabilidad de caracteres morfológicos que existen en las formas silvestres, el género *Lycopersicon esculentum* se dividió en dos subgéneros: *eulycopersicon* (plantas de fruto rojo), que incluye dos especies *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* (plantas de fruto verde) que incluye *L. chesmanii*, *L. glandulosum*, *L. hirsutum* y *L. peruvianum*. En la actualidad el número de especies que pertenecen a este último subgénero ha sido aumentado por taxónomos conocedores e interesados en la materia.

El tomate actualmente en cultivo, se derivó de una de las especies pertenecientes al género *Lycopersicon* y la opinión científica se inclina hacia el tomate-cereza (*L. esculentum* var. *ceraciforme*) como el más probable ancestro inmediato, que es la forma silvestre común, abundante en América tropical y subtropical citado por Chávez 1980.

#### **4.1.2. Caracteres botánicos.**

Rodríguez *et al.*, 1989, menciona que el jitomate es una planta potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la variedad. El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, pivotante que crece unos 3 centímetros al día hasta que alcanza 60 centímetros de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Sin embargo, este sistema radicular, que es el que surge cuando la planta se origina de una semilla, puede ser modificado por las prácticas culturales y así cuando la planta procede de un transplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal.

Aunque el sistema radicular puede alcanzar hasta 1.5 metros de profundidad, puede estimarse que un 75% del mismo se encuentra en los 45 centímetros superiores del terreno.

El tallo es erguido durante los primeros estadios de desarrollo pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Puede llegar hasta los 2.5 metros de longitud. Su superficie es angulosa, provista de pelos agudos y glándulas que desprenden un líquido de aroma característico. En sección presenta una epidemia provista de estomas, una corteza formada por parénquima y tejido de sostén en forma de anillo continuo, un límite impreciso entre la corteza y el cilindro central y los tejidos conductores dispuestos en un círculo de haces liberoleñosos.

Las hojas son grandes, compuestas, se instalan sobre los diversos nudos en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en 7.9 y hasta 11 folíolos al igual que el tallo están provistos de glándulas secretoras de la citada sustancia aromática.



Las flores se encuentran formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimos simples, cima unipara, cima bipara y cima múltipara, pudiendo llegar a tener hasta 50 flores por inflorescencia.

Normalmente el tipo simple se encuentra en la planta baja de la planta predominando el tipo compuesto en la parte superior.

Se precisan de 56 a 76 días desde el nacimiento de la planta hasta que se inician los botones florales.

La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir con los sépalos soldados entre sí y la corola gamopétala. El androceo tiene 5 o más estambres adheridos a la corola, con las anteras en forma de tubo. El gineceo presenta de 2 a 30 carpelos que al desarrollarse darán lugar a los lóculos o celdas del fruto.

El fruto es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopina y carotina, en distinta y variables proporciones. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño más variable según las variedades. En sección transversal se aprecian en la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas.

Las semillas son grisáceas en forma oval aplastada y de 3 a 5 milímetros de diámetro, esta cubierta de vellosidades, pequeñas escamas y restos de tegumento externo que las revisten; el poder germinativo es de cuatro o más años en condiciones adecuadas de 35 y 10°C.

#### 4.1.3. Características taxonómicas.

Familia:	<i>Solanacea</i>
Género:	<i>Lycopersicon</i>
Subgénero:	<i>eulycopersicon</i>
Especie:	<i>esculentum</i>
Nombre común:	Jitomate o tomate.

Valadez, 2001.

#### 4.1.4. Suelo.

Con respecto a la textura del suelo, el jitomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo los mejores arenosos y limoarenosos con buen drenaje. El jitomate esta clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez con valores de pH de 6.8 a 5.0. En lo referente a la salinidad se considera como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm (10 mmh) según Richards, 1954, citado por Valadez ,1989.

#### 4.1.5. Tipos y cultivares.

Existen dos tipos de crecimiento ampliamente conocidos en las plantas de jitomate, que se denominan como indeterminado y determinado.

El hábito indeterminado se usa para describir el tipo de crecimiento simpódico en donde una yema lateral esta siempre disponible a continuar el desarrollo vegetativo.

Con esta disposición el crecimiento vegetativo es continuo, así que esta clase de plantas bajo condiciones ideales de humedad y temperatura crecerían en forma indefinida, manifestándose como plantas perennes.

La mayoría de las variedades cultivadas en el valle de Autlán, se desarrollan en esta forma y en ocasiones pueden alcanzar una altura mayor a los dos metros; sin embargo, la circunstancia de su explotación comercial y el medio ambiente no propicio en verano, hacen que estas variedades tengan una vida anual.

El jitomate de hábito de crecimiento determinado, desarrolla la primera inflorescencia y un nuevo punto de crecimiento en la forma normal; pero también hay una tendencia en las subsiguientes ramas laterales a terminar en una estructura floral, en donde no habrá desarrollo de un nuevo punto de crecimiento.

En estas plantas, el desarrollo vegetativo es limitado y se detiene para finalizar en un racimo floral que produce la forma característica de hábito arbustivo señalado por Valadez, 2001.

Las variedades han ido evolucionando tratando de responder a las demandas existentes, surgiendo de esta manera los híbridos, que retienen las características más favorables de las variedades parentales indicados por Rodríguez *et-al*, 1984.

Las variedades utilizadas en la temporada 91/92 en el valle de Autlán de Navarro, Jalisco, fueron:

Polinización libre: Flora dade. Son variedades de fruto redondo, tamaño mediano o grande y resistentes al manejo de la post-cosecha, son muy firmes.

Híbridos: Sunny, Pacific, Contessa, Bingo, Carnival, Humaya estos frutos son redondos, tamaño grande. El saladett (Lerica, C-624, Río Grande y 882) son más precoces que los de polinización libre.

## **4.2. Manejo del cultivo.**

En la actividad agropecuaria en su ramo agrícola es muy importante el manejo que se le de al cultivo, lo cual puede variar según el productor, en el Valle de Autlán el período de siembra de jitomate, queda comprendido entre los meses de julio a diciembre, pero cuando las siembras se realizan del 20 de julio al 10 de agosto se tienen los mayores rendimientos; sin embargo el productor siembra antes o después, con el objeto de producir cuando se tiene mejor precio.

### **4.2.1. Siembra y transplante.**

Para la siembra del jitomate se coloca en las charolas de propileno de 200 cavidades, el sustrato (peat moss) previamente humedecido hasta llenar las cavidades, se pasa el rodillo para presionarlo. Se coloca la semilla en cada uno de los huecos (1 ó 2 semillas por cavidad, 1 preferentemente por el porcentaje de germinación y por el elevado costo de la semilla). Se cubre la semilla con un poco de turba húmeda.

Se da un riego ligero y se coloca una charola sobre otra hasta formar una pila. Posteriormente se cubre con un plástico durante un período de 3 a 4 días, éste mantiene una temperatura constante lo que facilita la germinación (Amador, 2004).

El tiempo de transplante tiene que ver con el cepellón radicular cuando esté totalmente cubierto. Generalmente esto ocurre cuando la plántula alcanza una altura de 20 centímetros o cuando se tiene la tercera o cuarta hoja verdadera según Sandoval, 2005.

Se extraen las plántulas y se les da un baño de inmersión en Imidacloprid (Confidor, Picador) o con Thiametoxan (Actara). Posteriormente se realiza la plantación.

En campo a hilera sencilla:

35–40 centímetros entre plantas y 1.5–1.6 metros entre camas.

En invernadero a doble hilera:

35–40 centímetros entre plantas, 40–50 centímetros entre hileras y 1.5–1.6 metros entre camas.

#### **4.2.2. Fertilización.**

Los fertilizantes fosfatados y potásicos se aplican al suelo antes o en los primeros días del transplante debido a su escasa movilidad en el suelo, en cambio los fertilizantes nitrogenados por ser sumamente móviles, muy solubles y perderse más rápidamente, deben aplicarse en forma fraccionada, es decir una tercera parte antes del transplante, una tercera parte a inicios de floración y una tercera parte durante los primeros 20 a 30 días de iniciarse los cortes.

Los fertilizantes que contienen calcio, magnesio y azufre conviene aplicarlos antes del transplante, aunque también son eficientes adicionándolos al inicio de la floración.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tallo de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical o blossom-end rot. Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate nos encontramos al Hierro, que juega un

papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan Manganeso, Zinc, Boro y Molibdeno.

La importancia de los fertilizantes que contienen elementos menores o micronutrientes Boro, Cobre, Magnesio, Molibdeno, Zinc y Cloro, radica no sólo en el hecho de que son esenciales para el crecimiento y fructificación de los vegetales, si no porque un exceso de cualquiera de ellos puede producir toxicidad; los elementos menores son eficientes, cuando se aplican en forma foliar y es común lograr incrementar los rendimientos y calidad del fruto señalado por Cárdenas *et al.*, 1990.

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico) debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos, cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

### 4.2.3 Control de plagas.

El jitomate es atacado por un gran número de organismos nocivos por lo cual se hace necesario el uso intensivo de productos químicos para asegurar la producción y calidad del fruto. La explotación continua durante el año y el uso frecuente de estos trae como consecuencia graves trastornos para el equilibrio biológico de la fauna benéfica lo que ha provocado un incremento de las plagas, debido a que no se cuenta con un control de manejo integrado (Inédito,1980) citado por Cárdenas *et al.*, (1990).

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, consideramos que el control de plagas en la agricultura mexicana debe cambiar de enfoque, si es que se quiere mantener la relación beneficio-costos a niveles razonables y sin menoscabo de la calidad de los productos agrícolas y del medio ambiente. El continuo incremento en los precios de los plaguicidas hacen cada día más difícil de considerar el combate químico como la única estrategia válida para manejar una plaga, por lo que una integración armónica de todas las tácticas de combate, incluyendo el biológico y químico, es la única alternativa práctica para alcanzar los objetivos del productor y cooperar en la protección del ecosistema.

Un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que permita alcanzar los objetivos antes señalados requiere de actividades básicas, entre las que se incluyen la supervisión de las plagas, sus enemigos naturales, el cultivo y clima, además del uso de modelos fenológicos y de sistemas de información (extensión agrícola).

La supervisión de las plagas, sus enemigos naturales, el cultivo y clima se logra a través de dos procesos conocidos como Monitoreo Biológico y Monitoreo Ambiental, que hacen uso de los métodos de muestreo y recolección de datos, que proporcionan el flujo de información necesaria para operar los modelos fenológicos.

Finalmente, a través de dichos modelos los expertos obtienen predicciones sobre el estado que guardan las plagas con relación al cultivo y el clima, y deciden las acciones de manejo requeridas.

El monitoreo ambiental consiste en el registro continuo de los factores climatológicos que caracterizan a determinado agroecosistema. El monitoreo ambiental es un componente básico del Manejo Integrado de Plagas en virtud de que los insectos y sus hospedantes son organismos cuya biología y fenología están estrechamente ligadas al medio ambiente que los rodea, y cualquier cambio en las condiciones ambientales repercute directamente en ellos, alterando su comportamiento.

Los factores climáticos que han sido identificados como elementos claves en la distribución y abundancia de las especies insectiles son la temperatura, precipitación pluvial, humedad ambiental, luz, velocidad del viento y presión barométrica.

De una u otra forma ha sido demostrado que todos estos componentes del clima tienen una influencia directa en la velocidad de desarrollo, fecundidad, longevidad y comportamiento de los insectos y sus hospedantes (Andrewartha y Birch 1954 citado por Byerly *et al.*, 1998).

El historial de la información climática sirve para predecir fenómenos o resultados como: lluvias, época de cosecha y rendimientos, necesidades hídricas de los cultivos o la dinámica de plagas y enfermedades en el agroecosistema.

El monitoreo biológico es el registro continuo del estado que guardan las plagas en relación a cada una de sus etapas biológicas, sus enemigos naturales y la fenología del cultivo. El monitoreo biológico es indispensable ya que permite dar seguimiento a las acciones de control llevadas a cabo y a sus efectos.



Con el monitoreo biológico se actualizan y retroalimentan los modelos fenológicos y se validan las predicciones de dichos modelos. El monitoreo biológico puede ser llevado a cabo a nivel regional o de unidad de producción-cultivo.

En forma general, el monitoreo biológico tiene dos objetivos fundamentales.

- 1 La identificación de las plagas presentes y el estado biológico en que se encuentran; algunos estados de la plaga no son dañinos y en ocasiones actúan como organismos benéficos. Mediante la identificación correcta de la plaga es posible diseñar la práctica más apropiada de manejo para atacarla durante su estado más vulnerable o antes de que alcance su estado dañino.
- 2 La determinación de la densidad de población de la plaga, para definir la necesidad de llevar a cabo o no alguna acción de combate ya sea en el ámbito regional o de unidad de producción.

El registro y uso adecuado de la información biológica es importante en la toma de decisiones como ¿Qué tipo de táctica usar? y ¿Cuándo utilizarla?

El ahorro económico que los productores pueden lograr utilizando sólo el número necesario de aspersiones de insecticidas, o cualquier otra acción, representa uno de los principales incentivos económicos para realizar un eficiente monitoreo biológico.

Modelos fenológicos de las plagas clave y cultivos hospedantes son la base para la toma de decisiones de los programas de MIP. Las bases y principios generales que fundamentan el desarrollo de los modelos fenológicos son el entendimiento y aplicación de la teoría ecológica y el de la biología de poblaciones (Getz y Gutiérrez, 1982 citado por Byerly *et al.*, 1998).

Otro factor decisivo en la evolución del MIP es el desarrollo de las técnicas de “Enfoque de Sistemas”. La filosofía en la que descansa la metodología del

enfoque de sistemas es completamente pragmática, en virtud de que pretende resolver problemas prácticos específicos utilizando técnicas analíticas. En esto, la metodología citada difiere fundamentalmente del enfoque clásico del “modelaje biológico”, el cual pretende a través de modelos generales, expresar sus principios y teorías.

Es a través del enfoque de sistemas que los modelos fenológicos se diseñan y desarrollan.

1. En una primera fase se define estructuralmente el sistema del insecto o cultivo. La definición consiste en fraccionar el sistema en sus componentes e identificar cómo se ensamblan una a otra y, de ser posible, cómo cada uno de los componentes interactúan dentro del sistema, durante esta fase de descripción cualitativa del sistema, la intuición y el razonamiento juegan un papel invaluable.
2. Una segunda fase es la formulación del modelo, el cual consiste en describir cuantitativamente los elementos constituyentes del sistema y su interacción a través de ecuaciones que encadenan dichos componentes.

En general se puede decir que los modelos fenológicos proporcionan el flujo de información primario para la toma de decisiones y acciones a seguir en el MIP y que el desarrollo de un modelo fenológico de predicción descansa en el conocimiento básico acerca del cultivo, la plaga y el medio ambiente.

A pesar de la importancia de los modelos fenológicos en el MIP, existen algunas serias limitantes en cuanto a su utilidad. Uno de los principales factores que limitan la utilidad de los modelos fenológicos para pronosticar el estado de los cultivos y las plagas es la incapacidad de obtener día a día información real acerca del sistema cultivo-plaga-clima.

Debido a que las poblaciones de insectos en un agroecosistema están controladas por una función de temperatura-tiempo, la información precisa del medio ambiente y su efecto en la plaga es clave en la utilidad del modelo fenológico con fines de pronóstico. Por lo anterior, si se trata de sacar la máxima ventaja de los modelos fenológicos en el MIP, los sistemas de recolección y procesamiento de la información biológica y climática proveniente del ecosistema debe de ser lo más preciso posible.

La información proporcionada por el monitoreo biológico y ambiental es la clave del éxito de las predicciones de los modelos fenológicos, que son usados en la toma de decisión del “cuándo y dónde” combatir una plaga.

Bajo el concepto del MIP las acciones de control se toman en función del pronóstico del estado del cultivo y la plaga, con base en la información recabada a través del monitoreo biológico y ambiental, en contraste con el manejo de plagas tradicional, en el cual las acciones de control se deciden después de cierto nivel de daño, densidad de población o por sistema, a través de acciones calendarizadas y/o automáticas.

Por lo anterior, el sistema de información requerido en el MIP debe de ser diseñado de tal forma que permita responder con rapidez a las situaciones cambiantes que se presentan en un ecosistema de determinado cultivo.

Debido a que el tiempo de acción es fundamental en el éxito del MIP la pronta respuesta del sistema permite ejecutar recomendaciones de combate a tiempo para remediar cualquier situación imprevista.

Las dimensiones que toma un programa de MIP implica una tremenda diversidad de actividades llevadas a cabo por muy diferentes tipos de individuos, mismas que interactúan a diferentes niveles en tiempo y espacio dependiendo del cultivo y la plaga de que se trate. Croft *et al.*, 1976, señalaron que tal complejidad impone

necesidades y restricciones en el diseño del sistema de información MIP (Sistema captura-despacho de información) entre las que se consideran las siguientes:

- i. El sistema debe de ser flexible y capaz de recolectar, procesar y diseminar con rapidez conjuntos voluminosos de datos. Los programas de extensión tradicionales tienen la tendencia a enfatizar la diseminación de información más que en captura debido a que su capacidad para recibir datos es limitada. Bajo la metodología del MIP se pone énfasis en adquirir la mayor cantidad posible de información biológica a través del personal del sector privado, oficial, productores, etcétera. Las observaciones recopiladas deben ser analizadas con rapidez y las recomendaciones de acción restantes difundidas ampliamente en el menor tiempo posible.
- ii. Cuando se maneja una diversidad de plagas y cultivos, es posible que en cualquier momento dado, algún equipo de individuos sin coordinación, pueda estar expandiendo, refinando o utilizando elementos de su propio MIP. Lo anterior requiere un sistema de organización que permita que esos esfuerzos continúen independientemente sin que resulten en una actuación fragmentada o desviada.
- iii. A pesar de las distancias y los problemas logísticos que implica la implementación de un programa de MIP, el sistema debe ser accesible de inmediato, bajo estas consideraciones y en combinación con las necesidades que cambian de una estación a otra, se impone el uso de equipo de comunicación y captura de datos simple y portátil, para ser utilizado en el campo.
- iv. Los usuarios en zonas aisladas

#### **4.2.4. Riegos.**

En la germinación y emergencia se utilizan riegos moderadas con aplicación de fertilizantes foliares e insecticidas realizándose esta práctica en invernadero.

Antes de transplantar se realiza un riego e inmediatamente después del trasplante se acostumbra aporcar. Esta labor ayuda a conservar la humedad en el suelo, pues se rompen los conductos capilares que ayudan a la evaporación del agua, así el primer riego de auxilio se puede retrasar hasta la etapa fisiológica en que se inicia la floración o formación de los primeros frutos.

El segundo riego de auxilio puede aplicarse aproximadamente entre 45 a 50 días después del trasplante, antes del cierre de cultivo y corresponde a la etapa donde se inicia la formación de los primeros frutos que se cosecharán. Sólo en caso necesario, se aplicará otro riego de auxilio antes del cierre del cultivo.

Hasta antes del cierre del cultivo, los riegos de auxilio se pueden aplicar de dos formas: a) En hileras alternas, es decir regar dos surcos si y dos surcos no; b) Regándose todos los surcos. La primera alternativa se utiliza cuando existe la probabilidad de lluvias o bien que las condiciones ambientales que prevalecen en la región sean nublados prolongados o las condiciones del suelo permitan una buena transpiración.

Después del cierre del cultivo, los riegos de auxilio se ampliarán en forma alterna o sea regando un surco sí y otro no; en el riego siguiente se regará el surco que no se había regado, alternando en forma sucesiva (citado por Chávez 1980).

En los cultivos protegidos de tomate que son los más comunes actualmente en la zona del valle de Autlán, en donde el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y esta en función del

estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etcétera).

En suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a menor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía, y con base en una solución nutritiva "ideal" a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH.

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etcétera), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

#### **4.2.5 Cosecha.**

La cosecha se inicia al momento de realizar la recolección de los frutos en el campo según Arechiga, 1995. El factor más importante a considerar en esta operación es el punto de madurez en el cual los frutos deben cosecharse, lo que está determinado en gran parte por el sistema de producción y el tipo de frutos que se deseen producir, los frutos que se cosechan cuando han completado su período de desarrollo y muestran los inicios del cambio de color verde a verde amarillento en el área del ápice, lo que indica que el fruto ha completado su crecimiento y además facilita la clasificación de ellos por grado de madurez. En la medida que este grado de maduración sea más bajo, la expectativa de vida del fruto es mayor bajo éste sistema de producción y recolectando los frutos con la madurez antes descrita, el número de cortes necesarios para obtener toda la producción puede llegar a extenderse en un período de 45 a 75 días en las variedades con crecimiento indeterminado; la frecuencia de los cortes depende de la edad de la planta y en mayor medida de las temperaturas ambientales. Los cortes se hacen cada tercer día al inicio de la cosecha y diariamente cuando la producción de un lote se ha normalizado.

Independientemente del sistema de producción, la recolección de los frutos se hace en forma manual y no es necesario utilizar ningún instrumento para separarlo de la planta; los recipientes utilizados en esta operación son cubetas de plástico con capacidad de 18 a 20 litros. En los sistemas de transporte de campo a planta empacadora se emplean cajas de plástico de aproximadamente 20 a 25 kilos de capacidad.

### **4.3 Influencia de algunos factores ecológicos sobre la producción del jitomate.**

El crecimiento es igual a la diferencia entre fotosíntesis y respiración, la fotosíntesis se verifica solamente de día, la respiración de día y de noche, por lo tanto, las plantas crecen mejor cuando los días son suficientemente cálidos para permitir una fotosíntesis activa y las noches son lo bastante frías que disminuye la respiración, naturalmente las noches no deben ser tan frías que lleguen a helar las plantas, de lo anterior se deduce que lo más adecuado es que las plantas crezcan y se desarrollen con relativas amplitudes de temperatura, ya que la amplitud es precisamente la diferencia entre la máxima (que se producen en horas del medio día) y la mínima (que se produce en horas de madrugada), estando esto en dependencia de la topografía, de las características del suelo, de la latitud y época del año.

Con respecto a la temperatura, el óptimo para el crecimiento vegetativo en tomate disminuye gradualmente de 30°C en los brotes germinales hasta 13-18°C (según la variedad), cuando el fruto madura. El crecimiento de las plantas sometidas a 18°C es mayor cuando la temperatura diurna supera a dicho valor, no existe diferencia significativa entre 10 y 15°C de temperatura nocturna, sin embargo este efecto combinado con la temperatura del suelo, se manifiesta con incremento de la longitud de la hoja a 10°C de temperatura y alta temperatura del suelo, siendo la mejor combinación 10°C temperatura nocturna y 17°C de temperatura del suelo.

El crecimiento de altura en tomate se verifica por la noche. Dicho proceso puede ser por sí mismo, elemento importante del sistema de crecimiento sensible a la temperatura nocturna. El crecimiento medio para el tomate durante un cierto período es mucho mayor a temperatura diurna de 25.5°C lo que indica la existencia de otras reacciones fotoquímicas no identificadas que quizás impliquen la síntesis de factores específicos del crecimiento y que intervienen en las respuestas del tomate a temperatura diurna, siendo este evento de gran



importancia. Debido a la pobreza de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que es de sólo 300 partes por millón Walls, 1972 (citado por Marrero 1986), las plantas no pueden aprovechar las altas intensidades luminosas para realizar una mejor fotosíntesis.

La fotosíntesis aumenta con la temperatura hasta llegar a un óptimo a partir del cual comienza a decrecer, a lo anterior que la más intensa fotosíntesis se produce a temperaturas entre 25 a 30°C por el día y por la noche de 3 a 4°C más baja. A temperatura mayor de 35°C la fotosíntesis demora; con respecto al óptimo es muy difícil de precisar y se cree que está alrededor de los 25°C, en cuanto aumenta continuamente con la temperatura. Demolon, 1967 (citado por Marrero, 1986) reporta que la actividad y el crecimiento de cualquier planta depende de la recepción por ella de una cantidad determinada de calor en el transcurso del ciclo vegetativo. Ahora bien, lo que sí se sabe es que el tomate requiere altas temperaturas para un buen crecimiento y desarrollo, se ha determinado que en las primeras seis semanas se incrementa la producción de crecimiento con el aumento de la temperatura, por tanto la mayor temperatura favorece el crecimiento vegetativo.

Por otra parte, la temperatura elevada produce tallos más largos y delgados. Plantea que a temperaturas mayores de 35°C se forman hojas más pequeñas y tallos más delgados; que la fotosíntesis se deprime por encima de 38°C, también reporta que a temperaturas mayores de 30°C el crecimiento se afecta, cesando a 35°C. Hay algunos autores, por ejemplo Marrero (1986), que utiliza como índices las temperaturas medias: la temperatura media más favorable para el crecimiento del jitomate está entre 20-26°C, y no se adapta a temperaturas medias superiores a 26°C, sin embargo, se utiliza mucho la suma de temperaturas efectivas que requiere una planta para concluir determinada fase de crecimiento o desarrollo, por encima de una temperatura base, la cual en el tomate es de 10°C.

#### 4.3.1. El clima.

El jitomate es una planta que se adapta bien a una gran variedad de climas, con la sola excepción de aquellos en que se producen heladas, puesto que resulta sensible a este fenómeno. No obstante existen tres factores climatológicos que ejercen una gran influencia sobre el cultivo y que merecen una consideración especial: Temperatura, iluminosidad y humedad.

El clima afecta muchos aspectos del manejo de plagas; los umbrales económicos varían conforme lo hacen las condiciones atmosféricas, puesto que estas afectan el desarrollo, vigor, floración y fructificación del cultivo; además los plaguicidas pueden ser afectados en su persistencia y acción tóxica.

Específicamente dentro de los elementos meteorológicos, el que tiene influencia más general es la temperatura, señalado por Trujillo, 1983.

El tiempo en días no esta estrechamente relacionado con el desarrollo de la planta, como la acumulación de temperaturas; por lo que es deseable que a partir de las temperaturas; máximas y mínimas diarias que normalmente se registran, se dividen índices que faciliten el establecimiento de relaciones con fines agrícolas indica Russelle *et al.*, 1984 (citado por Perales y Hernández, 1988).

Los elementos meteorológicos, el que tiene influencia más general es la temperatura Trujillo 1983, aunque el clima afecta muchos aspectos del manejo, varían conforme lo hacen las condiciones atmosféricas, puesto que éstas afectan el desarrollo, vigor, floración y fructificación del cultivo.

La temperatura consiste principalmente en una manifestación de la radiación señala Griffiths, 1989 (citado por Duran, 1994), esto significa que en la naturaleza se relaciona la reacción recíproca entre la radiación solar y la radiación terrestre, además de las características físicas de la superficie que producen o reciben la

radiación. Una forma de conocer el clima local es mediante el cálculo de los valores medios de los elementos durante cada mes; así mismo establece que el tiempo es fundamentalmente un fenómeno físico y para estudiarlo es necesario emplear instrumentos y unidades de medida que sean iguales para todos y en todo lugar.

El clima afecta muchos aspectos del manejo de plagas; los umbrales económicos varían conforme lo hacen las condiciones atmosféricas, puesto que estas afectan el desarrollo, vigor, floración y fructificación del cultivo; además los plaguicidas pueden ser afectados en su persistencia y acción tóxica. Específicamente dentro de los elementos meteorológicos el que tiene influencia más general es la temperatura, señalado por Trujillo, 1983.

#### **4.3.2. Radiación solar.**

La fuente de energía para todos los procesos físicos y biológicos es la radiación solar; así mismo la radiación solar recibida en la superficie de la tierra, es el origen de todos los fenómenos meteorológicos y de sus variaciones en el curso de los días y años como lo menciona Torres R. E. 1983 (citado por Duran, 1994). También señala, la radiación solar que llega del límite superior de la atmósfera está formado por rayos de distinta longitud de onda, principalmente por: rayos luminosos, rayos ultravioleta o químicos y rayos caloríficos.

Así mismo, los rayos ultravioleta causan efectos detrimentales o germicidas sobre las plantas, los rayos luminosos intervienen en muchos procesos metabólicos sobre ellas, aparentemente son absorbidos por las plantas y transformados en calor sin interferir con los procesos bioquímicos, la fuente de energía para todos los procesos físicos y biológicos que ocurren sobre la tierra es la radiación solar, Ortiz Solorio (1987) indica que la agricultura es una explotación de la energía solar, la radiación solar recibida en la superficie de la tierra, es el origen de casi

todos los fenómenos meteorológicos y de sus variaciones en el curso de los días y años.

El sol es la principal fuente de energía para el planeta; la radiación solar o energía involucrada en los fenómenos meteorológicos y es así mismo la responsable de la totalidad de la energía que moviliza las actividades biológicas, obviamente, sin radiación la vida vegetal y por lo tanto la vida animal no existiría, pero fuera de esta premisa, se sabe que la radiación influye en los siguientes aspectos de la vida de las plantas: germinación, fotosíntesis, respiración, transpiración y en general sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo. El elemento meteorológico más importante para los cultivos y las plantas en general, es la radiación, por que simple y llanamente es el que les suministra la energía necesaria para desarrollar sus actividades vitales. Pero además, como es el “motor” que pone en marcha y hace operar a todo el “equipo de fenómenos meteorológicos” es el responsable indirecto de la acción de los demás elementos atmosféricos sobre los cultivos (Romo y Arteaga, 1983).

#### **4.3.3. La temperatura y las plantas.**

Todos los seres vivos responden a cambios de la temperatura, el estudio de estas respuestas tiene una larga y respetable historia, para expresar lo anterior, en bases cuantitativas, es mejor considerar la tasa de algún proceso como una función de la temperatura.

La temperatura se mantiene dentro del rango de adaptación de un organismo, un proceso avanza una tasa proporcional a la cantidad por la cual la temperatura real está arriba de la temperatura base, debajo de dicha temperatura base, al parecer nada sucede. Este proceso puede ser el paso de una etapa de desarrollo a otra, como siembra a emergencia, etc., y la unidad se representa como 1°/días de dicha etapa Tyldesley 1978 (citado por Ruiz *et al.*, 1989).

La temperatura representa una condición esencial para la actividad metabólica y celular de la planta, pues influye grandemente sobre muchos procesos fisiológicos con múltiples efectos que se manifiestan casi todos en cambios morfológicos del jitomate. La temperatura en conjunción con otros factores ambientales como la humedad, la luz, la nutrición mineral y la composición del aire, reviste gran importancia en los procesos vegetativo y reproductivo del jitomate. Esta planta no puede sobrevivir a temperaturas relativamente altas y crece satisfactoriamente con temperaturas de 25°C a temperaturas más elevadas durante períodos prolongados existe el riesgo de efectos adversos, George 1989 (citado por González, 1991).

Las etapas de desarrollo se debe diferenciar la fase de semillero en charolas, el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación (Mugido, 2000), todos estos estados tienen distintos requerimientos y susceptibilidad a organismos nocivos. Antes de la floración se debe asegurar un rápido crecimiento vegetativo de las plantas y de esta forma los daños al follaje pierden importancia; una vez iniciada la floración y fructificación se mueven los recursos hacia la forma de los frutos, disminuyendo el crecimiento vegetativo según la variedad. Si los recursos son muy limitados en esta etapa por falta de nutrición, irrigación o daños de plagas se puede detener anticipadamente el crecimiento, disminuyendo el tamaño de las plantas y el rendimiento.

Torres R. E. 1983 (citado por Duran, 1994) señala que la temperatura clásicamente se ha considerado como la esencia del clima, siendo tal vez, el elemento climático que más se ha estudiado y que mejor se conocen sus relaciones con el desarrollo de las plantas; la mayoría de los procesos fisiológicos que se realizan para el crecimiento y desarrollo de las plantas están fuertemente influenciadas por la temperatura. En términos generales la temperatura ejerce su influencia principal controlando la proporción de reacciones químicas involucradas en varios procesos de crecimiento dentro de la planta. La solubilidad de minerales, la absorción del agua, nutrientes y gases por la planta, varios procesos de difusión

que ocurre dentro de la planta depende también de la temperatura, además afecta los mecanismos hormonales involucrados en la floración y fructificación de las plantas. En algunas especies las temperaturas bajas estimulan la floración, mientras que en otras se requiere temperaturas relativamente altas antes de que la floración inicie. A pesar de todas estas relaciones, la temperatura como factor de predicción del rendimiento tiene poco valor discriminante, pero es muy importante para establecer la distribución y adaptación de plantas.

La mayoría de las especies vegetativas sobreviven a temperaturas que en general varían del 0 a los 50°C, aunque algunas especies en el ártico pueden encontrarse a temperaturas de -32°C y algunas formas de algas prosperan a temperaturas cercanas al punto de ebullición del agua (100°C). La producción de cultivos usualmente ocurre donde las temperaturas medias del período de crecimiento varían entre 10° y 41°C.

Cada especie vegetal tiene ciertas temperaturas críticas (algunas veces llamadas temperaturas cardinales) que define los requerimientos de calor necesarios para su crecimiento y desarrollo. Estas temperaturas cardinales generalmente incluyen la **Mínima** (la temperatura más baja a la cual la planta crece), la **Óptima** (la temperatura a la cual el crecimiento y desarrollo son más grandes) y la **Máxima** (la temperatura más alta a la cual la planta crece). Además de las temperaturas cardinales existen las temperaturas **Letales**, las cuales provocan la muerte de la planta. Estas temperaturas letales son más extremas que los valores máximos o mínimos (Ortiz Solorio, 1987).

Wilsie 1966 (citado por Cruz Hernández, 1981), dice que la temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos por los destacados efectos que ejerce sobre los organismos; es un factor fácilmente medible y su influencia es frecuentemente limitante para el crecimiento y distribución de plantas y animales.

Hufty 1984, (citado por Duran, 1981), menciona que la descripción de los datos de temperatura sería más adecuada si se procede calculando probabilidades de valores extremos (heladas) y otros índices más relacionados con la fenología de los cultivos, tales como unidades calor, unidades fototérmicas y horas frío.

La planta del jitomate es sensible al frío, en regiones con menos de cuatro meses libre de heladas no fructifican bien. Las temperaturas excesivamente elevadas le originan serios trastornos, los vientos secos y cálidos ocasionan la caída de las flores (González, 1991), los mejores rendimientos se obtienen a temperaturas de 21 a 24° C.

La absorción de agua y nutrientes se incrementa hasta en un 10% por cada grado centígrado de aumento en la temperatura del suelo según Romo y Arteaga, 1983, dentro del rango de las temperaturas subóptimas, las cuales varían de acuerdo a la especie, así por ejemplo, dicho rango para el jitomate es de 10 a 16°C.

La temperatura ambiente para el desarrollo del jitomate es de 21 a 24°C, siendo la óptima de 22°C, a temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C puede detenerse su crecimiento. Cuando se presentan temperaturas altas mayores de 38°C durante 5 a 19 días antes de la antesis, hay poco amarre del fruto debido a que se destruyen los granos de polen (las células del huevo); si las temperaturas elevadas prevalecen durante 1 a 3 días después de la antesis, el embrión es destruido (después de la polinización). El amarre del fruto también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25 a 27°C) antes y después de la antesis. A temperaturas de 10°C o menores, un gran porcentaje de flores abortan, la temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18 a 24°C si la temperatura es menor de 13°C, los frutos tienen una maduración muy pobre. Así mismo, cuando la temperatura es mayor de 32°C durante el almacenamiento, la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos se tornan amarillos. Se afirma que a temperaturas de 22 a 28°C se obtiene una óptima pigmentación roja (Valadez, 2001).

La temperatura óptima de crecimiento del jitomate está entre los 26 y 32°C coincidiendo también estos valores con los de varias plagas que atacan al cultivo. Algunas variedades pierden flores fuera de los rangos favorables de la temperatura y generalmente las variaciones entre la noche y el día es el rango de 15 a 25°C con buena floración, de esta forma el factor temperatura se debe tener en cuenta según la región, fecha de siembra y cosecha (Murguido, 2000).

La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etcétera, teniendo cada especie vegetal y en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima lo cual menciona Rodríguez, 1989,

Para el jitomate, las temperaturas óptimas según el ciclo de vida son las siguientes:

Temperaturas nocturnas	15-18°C
Temperaturas diurnas	24-24°C
Temperatura ideal a la floración	21°C
Temperatura ideal para su desarrollo vegetativo	22-23°C
Temperatura que paraliza su desarrollo vegetativo	21°C
Temperatura que requiere ayuda artificial de calefacción	7°C

#### **4.4. Fenología.**

##### **4.4.1. Definición.**

Hinojosa 1981, describe a la fenología como el estudio de los fenómenos biológicos arreglados a cierto ritmo periódico, como la brotación de yemas, las inflorescencias, la maduración de los frutos, la caída de las hojas etcétera. Estos



fenómenos se relacionan con el clima de la localidad donde ocurren. La fenología puede indicar el clima de un lugar.

Rodríguez, 1989 define a la fenología como los cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren durante el ciclo de vida de un organismo por ejemplo en los vegetales, la floración y la fructificación son etapas fenológicas muy claras donde se perciben cambios morfológicos como resultado de cambios fisiológicos específicos.

#### **4.4.2. Usos e importancia.**

Castañón 1980 (citado por Romo y Arteaga, 1983) realizó un trabajo en el Valle del Yaqui, en el que estableció un programa de asistencia técnica en función del desarrollo de los cultivos, estableciendo mecanismos para pronosticar y prever problemas agrícolas, mediante el manejo y la recopilación de la información adecuada que permitiera definir cuantitativamente los aspectos agronómicos incidentes en la producción de manera que la asistencia técnica proporcionada fuera más eficiente y fácil de realizar.

Las aplicaciones más sobresalientes de la importancia práctica de la fenología que mencionan Romo y Arteaga, 1983 de las que se pueden mencionar las siguientes:

- Elaborar planes de trabajo agrícola, según la longitud de los períodos vegetativos.
- Calendario de combate de plagas, enfermedades y malezas de acuerdo a las épocas de mayor incidencia.
- Zonificación agrícola con base en mapas fenológicos.
- Determinación de los requerimientos bioclimáticos o equivalentes meteorológicos de las diferentes especies y determinación de períodos críticos.

- Determinación de modelos biometeorológicos para definir regiones agrícolas potenciales para los diferentes cultivos.
- Pronóstico de condiciones climatológicas favorables o desfavorables a las plantas cultivadas con base en las observaciones fenológicas en plantas indicadoras.
- Estimación del rendimiento de diversos cultivos.
- Programación de la asistencia técnica con base en la fenología de los cultivos.

La importancia de la fenología se deriva, además de sus aplicaciones, de la comprensión que brinda acerca de la respuesta de los vegetales al medio ambiente y la variación de dichas respuestas a lo largo de su vida. Esto permite determinar las etapas o períodos críticos de los cultivos durante los cuales se debe fijar la atención con el fin de obtener los máximos beneficios con el mínimo costo.

Todos los seres vivos están sujetos a cambios en el transcurso de su vida, la sensibilidad al ecosistema, así como su comportamiento, es distinto de acuerdo al tipo de transformación que ocurre, el estudio de la fenología permite comprender las respuestas de los seres vivos al medio ambiente y la variación de estos a lo largo de su período que señala Hinojosa 1981. Conocer cuales son los períodos o etapas críticas de las plantas cultivadas, permite incrementar su producción, así como ahorrar los insumos disponibles maximizando de esta manera los beneficios. Desafortunadamente en México existen muy pocas líneas de investigación fenológica y las existentes son poco conocidas. Indudablemente que la gran mayoría de experimentos agropecuarios realizados hasta la fecha, contienen aspectos fenológicos importantes; sin embargo, las hipótesis a probar en dichos experimentos no son fundamentalmente fenológicas.

#### 4.5. Unidades calor.

La teoría de unidades calor fue propuesta por el físico Francés Ferchault Reamur desde 1735, citado por Aitken, 1974, (citado por Cruz Hernández, 1981). Su cálculo se basa en la relación que hay entre la temperatura y la tasa de desarrollo en las plantas, además asume que una planta para que alcance un estado de desarrollo específico requiere una cantidad de calor fija. Para el cálculo de unidades calor se han empleado varios métodos, todos se basan principalmente en el uso de las temperaturas máximas y mínimas diarias, solas o bien estableciendo una temperatura base, con o sin un valor tope superior.

Los métodos para calcular unidades calor propuestos por Zalom *et al.*, (1983) se basan en las temperaturas mínimas y máximas, y conociendo la temperatura umbral del cultivo o sea la máxima temperatura en la que puede haber desarrollo en la planta y la temperatura base como la mínima temperatura en la cual hay desarrollo, los métodos que sugiere son:

a) *Método residual*. Se le considera el método más sencillo en donde se estima el número de unidades calor por día de acuerdo a las temperaturas máximas y mínimas y conociendo la temperatura base del cultivo.

b) *Método de la triangulación*. En este método se utiliza las bajas y altas temperaturas, y su fundamento se produce en un triángulo equilátero durante un período de 24 horas: Las unidades calor son estimadas calculando la media del área de dos temperaturas de desarrollo que cierran el triángulo, este método tiene varias formulas de acuerdo al rango de las temperaturas máximas y mínimas.

c) *Método del seno*. Este método se basa en la curva simple del seno, utiliza bajas y altas temperaturas que producen una curva del seno en un período de 24 horas, y así se estima las unidades calor por cada día se va calculando el área de temperaturas y la curva también, resulta un buen método para estimar unidades

calor. Algunos sistemas computacionales de alerta de manejo integrado de plagas utilizan este método, puede ser adaptado a las calculadoras manuales y microprocesadores.

Nuño (1991) menciona el *método fisiológico*, que utiliza índices basados en la respuesta fisiológica de las plantas a la temperatura. Estos índices han sido desarrollados tanto bajo condiciones controladas en cámaras de crecimiento, como bajo condiciones de campo. Se recomienda que antes de iniciar la caracterización de requerimientos térmicos de una especie en una región determinada, se evalúen diferentes métodos. Esta evaluación puede realizarse empleando diferentes niveles o umbrales de temperatura tanto para el punto crítico mínimo, como para encontrar el nivel óptimo.

El sistema de unidades calor puede ser usado ventajosamente para muchas cosas, tales como estimación del desarrollo del cultivo, para realizar un adecuado manejo integrado de plagas, con propósitos de manejo, predicción de fechas de cosecha. Las empresas productoras de semilla clasifican sus híbridos con base en unidades calor; también se utiliza en programas de mejoramiento y producción de semillas y para predicción de la floración de los distintos genotipos en base a unidades calor. El desarrollo de plantas de tomate puede ser correlacionado con la relación de temperatura al proporcionar unidades calor constantes para el desarrollo del cultivo, para predecir los diversos eventos biológicos futuros (citado por Campbell Inst. Agric. Res. 1978).

Las unidades calor con una temperatura base de 6°C, requeridas en diferentes variedades de jitomate para las etapas de desarrollo son:

<b>ETAPAS FENOLOGICAS</b>	<b>UNIDADES CALOR</b>
Emergencia	93
Primera floración	612
Fruto 1" Diámetro	913
Fruto	1426
Fruto Maduro	1533
Cosecha 85%	2060

Garzón *et al.*, 1990, definieron el tiempo fisiológico considerando 10°C como temperatura base de esta hortaliza. De acuerdo a lo anterior, la planta presentó sus primeras 6 hojas verdaderas a los 194 UC, la primera floración se dio a los 284 UC, la segunda floración a las 338 UC, para la tercera floración se requirieron 430 UC, la cuarta floración 508 UC, la sexta floración 710 UC e inicio de cosecha a 781 UC. Se tomó como floración cuando el racimo floral del tallo principal, presentaba el 50% o más de flores en anthesis e inicio de cosecha, cuando al menos un fruto por planta presentaba coloración rojiza.

Ramírez, 1988, (citado por Rodríguez 1989), realizó estudios sobre la variedad Contessa del cultivo del jitomate en CIFAP, Culiacán, Sinaloa. Menciona que el cultivo requiere 400 UC para floración, 1000 UC para frutos y 1200 UC para cosecha.

Perry *et al.*, (1986) comenta que existen diversos modelos matemáticos para determinar las unidades calor en pepino en conserva y clasifica como mejor aquel en donde el coeficiente de variación es menor (aprox. 3%), estos métodos representan como base las temperaturas medias, temperaturas extremas (máximas o mínimas) y temperatura basal.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Descripción geográfica.

#### 5.1.1. Ubicación del área de estudio.

La región de Autlán de Navarro, Jalisco, se encuentra en la zona costa sur del estado de Jalisco a los 19°46' latitud norte y a 104°22' longitud oeste con una altura sobre el nivel del mar de 900 m.

Colinda al norte con Unión de Tula, al sur con Casimiro Castillo y Cuautitlán, al oriente con El Grullo y Tuxcacuesco y al poniente con Villa de Purificación.

El presente trabajo se realizó en el rancho Mezquitalito y en el rancho Espinoza ubicados en el km 2 y 4 respectivamente de la carretera Autlán-Cd. Guzmán (Figura 1).

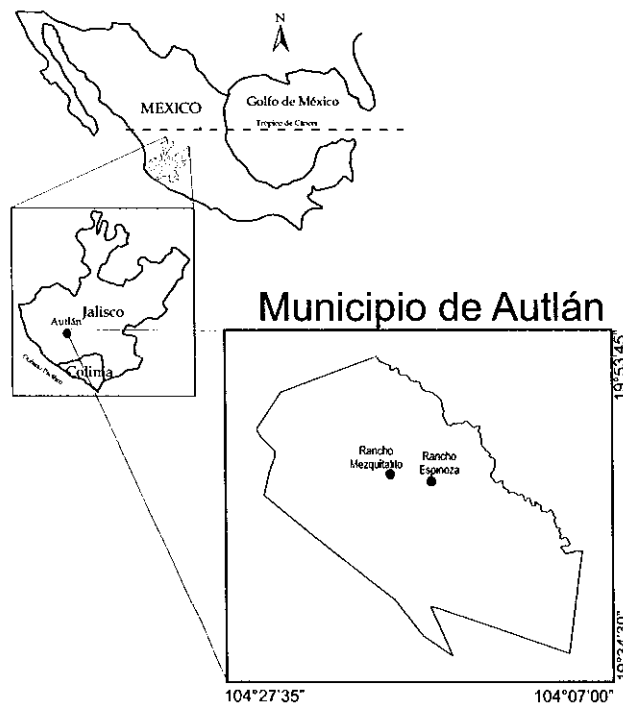


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio.

### **5.1.2. Características ambientales.**

El clima del Municipio de Autlán es Bshw, según la clasificación oficial Köppen modificada por Enriqueta García.

La precipitación media anual es de 756.1 mm y su temperatura media anual es de 23.5°C con temperaturas mayores entre mayo y septiembre.

El promedio de días despejados al año es de 116 con ocurrencia en los primeros y últimos meses del año. Los vientos se dan en tres direcciones, los dominantes del suroeste al noroeste de octubre a mayo, los de época de lluvias de noroeste a suroeste y los ciclónicos de sureste a noroeste.

### **5.1.3. Suelos.**

Arechiga, 1995, menciona que los suelos del área se dividen en altamente orgánicos en las plantas bajas, corrosivas al noroeste y suroeste, expansivas en una pequeña porción al noroeste y granulares al sureste, suroeste y noreste. El área de influencia para el cultivo de las hortalizas en Autlán de Navarro, presenta una textura Franca y Areno Arcillosa, estas condiciones nos permiten trabajarlas fácilmente, producen buenas cosechas y la maduración de los frutos se consigue normalmente. Los análisis efectuados en las diversas zonas de influencia de los cultivos hortícolas nos demuestran que un 80% de los suelos tienden a la alcalinidad y el 20% restante muestran una reacción ácida; en cuanto a su profundidad son considerados como profundos con buen drenaje interno y de fácil manejo, sin problemas de sales, el manto freático se encontró a una profundidad mínima de 1.15 m. La tierra del valle de Autlán de Navarro es predominantemente agrícola, siendo los cultivos de mayor importancia caña de azúcar, hortalizas, maíz, frutas y agave con esporádicas explotaciones pecuarias y en las partes altas son tierras forestales.

## **5.2 Materiales.**

### **5.2.1. Parcelas experimentales.**

Para llevar a cabo el desarrollo del trabajo de investigación se utilizaron dos parcelas experimentales, una en el Rancho Mezquitalito y la otra en el Rancho Espinoza, ambas localizadas en el municipio de Autlán de Navarro, la primera se encuentra en el kilómetro 3.5 de la carretera Autlán-El Grullo y la segunda en el kilómetro 6 de la misma carretera.

El tamaño de las parcelas experimentales fue de 50x50 metros dando una superficie de 2,500 m<sup>2</sup>. En ellas se instalaron tres camas de siete surcos cada una, la distancia entre surcos fue de 1.40 metros, la distancia entre plantas fue de 0.30 metros, la distancia entre camas fue de 6 metros y la distancia entre andadores fue de 20 metros, dando una densidad de la parcela de 3,500 plantas.

El material de campo que se utilizó fue el mismo que los productores acostumbran a utilizar como estacas, hilos, azadones, bombas de mochila y otros.

### **5.2.2. Variedades.**

Híbrido Sunny (Asgrow, 1991), los datos de producción de esta variedad son impresionantes, la calidad del fruto es excelente, de forma redonda, buena coloración y de hombros lisos, tamaño grande para un buen transporte a largas distancias, las paredes son muy firmes, las guías son fuertes y adaptadas para siembra a pleno campo o cultivos envarados, resistente a: Fusarium, Tizón, Moho gris y tolerante a la marchites del Verticillium.

Híbrido Pacific (Asgrow, 1991), es rápidamente reconocida por su notable calidad en el fruto, ha demostrado un potencial de producción muy notable, predominando



los frutos grandes y en ocasiones extragrandes de excelente calidad, es un fruto profundo, redondo y liso propio para el cultivo de espaldera o estaca, presenta una floración muy marcada y una buena producción para abastecer la necesidad de alimento del mercado; es medio precoz, los frutos son de buena coloración resistente a: Verticillium, Fusarium, Stemphylium y Alternaria.

### **5.2.3 Invernadero.**

Los invernaderos tienen una cubierta de plástico, el cual mide 96 metros de largo, 8 de ancho y es de dos aguas; su altura al centro es de 2.50 metros y la mínima es de 1.80 metro. Consiste de una armazón lateral de tubos galvanizados de 3" de diámetro, de 1.5 metros de altura libre, unidos con madera. La cubierta superior está formada con plástico de 0.602 milímetros de espesor, el plástico descansa en tubos galvanizados de 0.03 metros de diámetro, formando un arco que se apoya en los tubos laterales. Las partes laterales se mantienen cerradas mediante cortinas de malla sombra cuya función es una adecuada ventilación y no permitir la entrada de los insectos, el caballete y el frente también van cubiertas con la malla sombra.

En la parte interior se colocan mesas de ángulo a ambos lados de un pasillo de aproximadamente 1.50 metros de ancho, en las cuales descansan las charolas que constan de 200 cavidades cada una de una pulgada y media en la parte superior y de forma piramidal en la parte inferior.

Se colocó el termómetro de máximas y mínimas dentro del invernadero para obtener los datos de temperaturas en forma diaria hasta el transplante.

#### **5.2.4. Equipos y aparatos.**

Se utilizó un termómetro de máximas y mínimas de marca Extech Instruments, para medir la temperatura en el invernadero y un higrotermógrafo de marca R Fuess, Berlín-Steglitz, para medir la temperatura en campo por lo cual se resguardó en una caseta de protección de madera que se encontraban en cada parcela experimental, una cinta métrica para medir la altura de las plantas, etiquetas rojas para identificación de las plantas de las cuales se tomaron los datos fenológicos y libretas de campo.

### **5.3 Métodos.**

#### **5.3.1. Producción de plántulas.**

La producción de plántula se inició con la siembra el 18 de julio de 1991 del híbrido Pacific en el sitio "Rancho Mezquitalito" y el 19 de Julio de 1991 el híbrido Sunny en el sitio "Rancho Espinoza", en charolas que se llenaron con material estéril llamado Peet-moss, compuesto de musgo y otros ingredientes, previamente humedecidos presionando en cada cavidad, dejando espacio suficiente para depositar la semilla, la cual se cubre después con una capa de vermiculita para facilitar la emergencia de las plántulas, se colocó dentro del invernadero un termómetro de máximas y mínimas dentro del invernadero para obtener los datos de temperaturas en forma diaria hasta el transplante.

#### **5.3.2. Transplante.**

El transplante se realizó en el híbrido Pacific a los 30 días en el Rancho Mezquitalito y el híbrido Sunny a los 28 días en el Rancho Espinoza, se sacaron de la charola con todo y cepellón, sin causar ningún daño a las raíces y teniendo

cuidado de que el cepellón quedara en contacto con el suelo, se prensó un poco y se le selló con un chorro de agua.

### **5.3.3 Trabajo de campo.**

Determinación de la fenología. Para la determinación del desarrollo fenológico del cultivo de las variedades utilizadas se midieron las siguientes variables:

- a) Temperaturas Máxima y Mínima: Se tomaron primeramente con el termómetro de máximas y mínimas en forma diaria durante el tiempo que estuvo la planta en invernadero, cuando la planta se transplantó las mediciones de temperatura máxima y mínima se realizaron mediante el higrotermógrafo que consta de un papel especial y una tinta que va marcando la temperatura durante las 24 horas del día por un período de siete días; por tal motivo cada siete días se realizó el cambio de papel, guardando los datos de temperaturas en archivo de Excel.
- b) Altura: La medición se realizó con una cinta métrica, a 30 plantas tomadas al azar, las cuales se les colocó una etiqueta roja para identificarlas, dicha medición se tomó desde el suelo hasta la punta del tallo principal, dos veces por semana durante todo el periodo del cultivo.
- c) Índice de floración: Tomando los datos en las plantas etiquetadas desde el inicio de brotación contando el número de brotes y después el número de flores por planta dos veces por semana hasta el final del cultivo.
- d) Índice de fructificación: Se tomaron los datos en las plantas etiquetadas dos veces por semana, contando los frutos desde el inicio de fructificación hasta el final de la cosecha.

Se realizaban dos visitas a campo por semana para toma de datos, observar y anotar los cambios fenológicos que se sucedían durante el tiempo que duró el cultivo de jitomate en los dos ranchos.

#### 5.3.4. Métodos para determinar unidades calor.

Los métodos para determinar las unidades calor fueron:

##### *Método residual:*

Es el método más sencillo en donde se estima el número de unidades calor por día de acuerdo a las temperaturas máximas y mínimas y conociendo la temperatura base del cultivo. Su fórmula es la siguiente:

$$U.C. = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} - T_b$$

En donde:

$T_{\max}$  = Temperatura máxima

$T_{\min}$  = Temperatura mínima

$T_b$  = Temperatura base

##### *Método fisiológico.*

Nuño (1991) menciona que este tipo de índices está basado en la respuesta fisiológica de las plantas a la temperatura. Estos índices han sido desarrollados tanto bajo condiciones controladas en cámaras de crecimiento, como bajo condiciones de campo. Su fórmula es la siguiente:

$$U.C. = (Y_{\max} \div Y_{\min}) \div 2$$

En donde:

$$Y_{\max} = 1.85(T_{\max} - T_b) - 0.026(T_{\max} - 10)^2$$

$$Y_{\min} = T_{\min} - 4.4$$

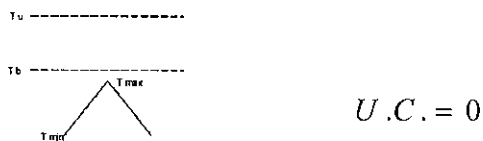
*Método de la triangulación.*

En este método se utiliza las bajas y altas temperaturas, lo que se produce un triángulo equilátero durante un período de 24 horas: Las unidades calor son estimadas calculando la media del área de dos temperaturas de desarrollo que cierran el triángulo. Este método tiene varias formulas de acuerdo al rango de las temperaturas máximas y mínimas:

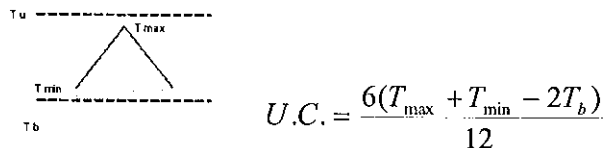
En donde:

- $T_u$  = Temperatura umbral
- $T_b$  = Temperatura base
- $T_{max}$  = Temperatura máxima
- $T_{min}$  = Temperatura mínima

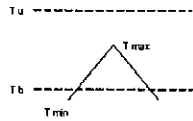
1. Cuando las temperaturas máxima y mínima se encuentran debajo de las temperaturas de desarrollo.



2. Cuando las temperatura máxima y mínima se encuentran dentro de las temperatura de desarrollo.

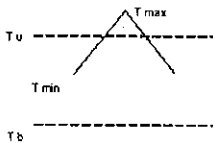


3. Cuando la temperatura mínima esta por debajo de las temperaturas de desarrollo pero la temperatura máxima esta dentro de dichas temperaturas:



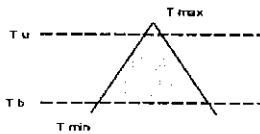
$$U.C. = \frac{6(T_{\max} + T_{\min})^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 12$$

4. Cuando la temperatura máxima esta por encima de las temperaturas de desarrollo pero la temperatura mínima está dentro de las temperaturas de desarrollo.



$$U.C. = \left[ \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_b)}{12} \right] - \left[ \frac{6(T_{\max} - T_b)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] \div 12$$

5. Cuando la temperatura máxima y la temperatura mínima están fuera de las temperaturas de desarrollo.



$$U.C. = \left[ \frac{6(T_{\max} - T_b)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] - \left[ \frac{6(T_{\max} - T_b)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] \div 12$$

*Método del seno.*

Este método se basa en la curva simple del seno, utiliza bajas y altas temperaturas que producen una curva del seno en un periodo de 24 horas, y así se estima las unidades calor por cada día se va calculando el área de temperaturas y la curva también; resulta un buen método para estimar unidades calor. Algunos sistemas computacionales de alerta de manejo integrado de plagas utilizan este método, que puede ser adaptado a las calculadoras manuales y microprocesadores.

En donde:

$T_u$  = Temperatura umbral

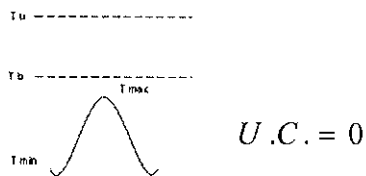
$T_b$  = Temperatura base

$T_{max}$  = Temperatura máxima

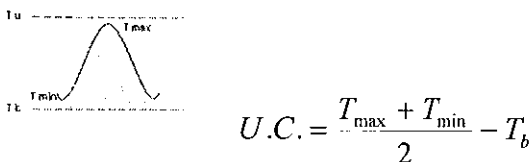
$T_{min}$  = Temperatura mínima

$$\acute{\alpha} = \frac{T_{max} - T_{min}}{2}$$

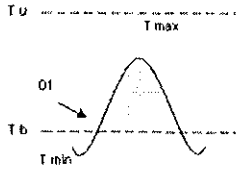
1. Cuando las temperaturas máxima y mínima se encuentran debajo de las temperaturas de desarrollo.



2. Cuando las temperatura máxima y mínima se encuentran dentro de las temperatura de desarrollo.



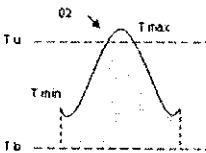
3. Cuando la temperatura mínima esta por debajo de las temperaturas de desarrollo pero la temperatura máxima está dentro de dichas temperaturas:



$$U.C. = \frac{1}{\pi} \left[ \left( \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right) \left( \frac{\pi}{2} - \theta_1 \right) + \alpha \cos(\theta_1) \right]$$

$$\theta_1 = \text{sen}^{-1} \left[ T_b - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \div \alpha \right]$$

4. Cuando la temperatura máxima está por encima de las temperaturas de desarrollo pero la temperatura mínima está dentro de las temperaturas de desarrollo.



$$U.C. = \frac{1}{\pi} \left[ \left( \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right) \left( \theta_2 - \frac{\pi}{2} \right) \div (T_u - T_b) \left( \frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) - \{ \alpha \cos(\theta_2) \} \right]$$

$$\theta_2 = \text{Sen}^{-1} \left[ \left( T_u - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$



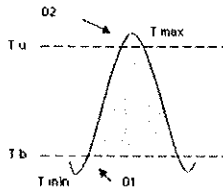
Con el fin de obtener aquel método que tenga el menor coeficiente de variación, bajo el supuesto de que todos los métodos son iguales.

Hipótesis estadística:

$H_0$  = El método uno es igual al método dos, al método tres y al método cuatro.

$H_a$  = El método uno es diferente al método dos, al método tres y al método cuatro.

5. Cuando la temperatura máxima y la temperatura mínima están fuera de las temperaturas de desarrollo.



$$U.C. = \frac{1}{\pi} \left[ \left( \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right) (\theta_2 - \theta_1) + \alpha \{ \cos(\theta_1) - \cos(\theta_2) \} + (T_u - T_b) \left( \frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) \right]$$

$$\theta_1 = \text{sen}^{-1} \left[ \left( T_b - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$$\theta_2 = \text{sen}^{-1} \left[ \left( T_u - \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

La temperatura base que se utilizó fue de 12°C y la temperaturas umbral fue de 38°C

### 5.3.5. Método estadístico.

Para evaluar la variación de los diferentes métodos para determinar las unidades calor se utilizó el **coeficiente de variación** expresado en porcentaje, bajo la siguiente fórmula:

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

En donde:

C.V. = Coeficiente de Variación

S = Desviación Estándar

$\bar{X}$  = Media

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el cuadro 1 se puede observar los datos de altura para la variedad Pacific, en donde el porcentaje del coeficiente de varianza menor fue para el método fisiológico para la altura inicial, mientras que en la altura final el método que obtuvo el menor porcentaje fue el residual.

**Cuadro 1. Determinación de la altura en unidades calor por diferentes métodos la altura en el cultivo de jitomate variedad Pacific sitio: "Rancho Mezquitalito.**

Etapas de Desarrollo		Índice Estadístico	Unidades Calor			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Altura	Inicial	$\bar{X}$	91.90	129.54	91.78	91.55
		S	16.4116	22.0924	16.3877	16.3193
		C.V.	17.86	17.05	17.86	17.83
	Final	$\bar{X}$	1660.37	2645.61	1657.19	1651.52
		S	47.4277	90.4190	47.6707	47.4583
		C.V.	2.86	3.42	2.88	2.87

Para la determinación de los índices estadísticos de la floración en la variedad Pacific que se presenta en el cuadro 2, tanto para el inicio como para el 80% de la floración el método residual obtuvo el menor porcentaje del coeficiente de varianza.

**Cuadro 2. Determinación de la floración en unidades calor por diferentes métodos la altura en el cultivo de jitomate variedad Pacific sitio: "Rancho Mezquitalito.**

Etapas de Desarrollo		Índice Estadístico	Unidades Calor			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Floración	Inicial	$\bar{X}$	746.97	1052.10	742.95	738.10
		S	40.4024	64.1878	40.4024	40.4024
		C.V.	5.41	6.10	5.44	5.47
	80%	$\bar{X}$	1170.45	1759.48	1166.43	1161.58
		S	52.7071	92.0738	52.7071	52.7071
		C.V.	4.50	5.23	4.52	4.54

En el cuadro 3 se presenta el comportamiento de la fructificación en la variedad Pacific, dando el menor porcentaje del coeficiente de varianza el método residual tanto en el inicio como al 80% de la fructificación.

**Cuadro 3. Determinación de la fructificación en unidades calor por diferentes métodos la altura en el cultivo de jitomate variedad Pacific sitio: "Rancho Mezquitalito.**

Etapas de Desarrollo		Índice Estadístico	Unidades Calor			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Fructificación	Inicial	$\bar{X}$	1033.69	1522.25	1029.67	1024.82
		S	49.1953	85.5877	49.1953	49.1953
		C.V.	4.76	5.62	4.78	4.80
	80%	$\bar{X}$	1652.05	2630.27	1649.06	1643.20
		S	46.8411	90.5152	47.3661	46.8750
		C.V.	2.84	3.44	2.87	2.85

En el cuadro 4 se presenta las unidades calor para la altura en la variedad Sunny en donde el menor porcentaje de coeficiente de varianza le corresponde al método fisiológico y en la altura final el menor porcentaje del coeficiente de varianza lo obtuvo el método residual.

**Cuadro 4. Determinación de la altura en unidades calor por diferentes métodos la altura en el cultivo de jitomate variedad Sunny sitio: "Rancho Espinoza.**

Etapas de Desarrollo		Índice Estadístico	Unidades Calor			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Altura	Inicial	$\bar{X}$	124.80	151.70	124.54	124.07
		S	16.6000	19.5120	16.4216	16.2432
		C.V.	13.30	12.86	13.19	13.09
	Final	$\bar{X}$	1704.12	2632.20	1701.57	1699.94
		S	98.2108	179.2340	98.2108	99.1991
		C.V.	5.76	6.81	5.77	5.84

Para el inicio y el 80% de la floración el método residual obtuvo el menor coeficiente de variación como se indica en el cuadro 5, en la variedad Sunny.

**Cuadro 5. Determinación de la floración en unidades calor por diferentes métodos la altura en el cultivo de jitomate variedad Sunny sitio: "Rancho Espinoza.**

Etapas de Desarrollo		Índice Estadístico	Unidades Calor			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Floración	Inicial	$\bar{X}$	664.75	928.26	662.21	658.87
		S	54.6626	84.4926	54.6626	54.6626
		C.V.	8.22	9.10	8.25	8.30
	80%	$\bar{X}$	1045.20	1534.55	1042.66	1039.32
		S	92.0692	147.1640	92.0692	92.0692
		C.V.	8.81	9.59	8.83	8.86

El cuadro 6 nos presenta el inicio y el 80% de la fructificación teniendo un porcentaje del coeficiente de variación menor el método residual.

**Cuadro 6. Determinación de la fructificación en unidades calor por diferentes métodos la altura en el cultivo de jitomate variedad Sunny sitio: "Rancho Espinoza.**

Etapas de Desarrollo		Índice Estadístico	Unidades Calor			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Fructificación	Inicial	$\bar{X}$	1024.42	1499.56	1021.87	1018.54
		S	66.0781	106.6727	66.0781	66.0781
		C.V.	6.45	7.11	6.47	6.49
	80%	$\bar{X}$	1678.70	2582.69	1676.16	1674.00
		S	81.6923	153.0133	81.6923	82.6141
		C.V.	4.87	5.92	4.87	4.94

Como se puede observar en los cuadros anteriores el comportamiento de las variedades Pacific y Sunny fue muy similar en todo el desarrollo fenológico del cultivo de jitomate, ya que solamente en el inicio de la medición de la altura el método fisiológico fue el que obtuvo el menor coeficiente de variación mientras

que en la altura final, en el inicio y el 80% de la floración y el inicio y el 80% de la fructificación el método residual fue el que obtuvo el menor coeficiente de variación, los métodos de triangulación y de seno tuvieron un coeficiente de variación muy similar al del método residual.

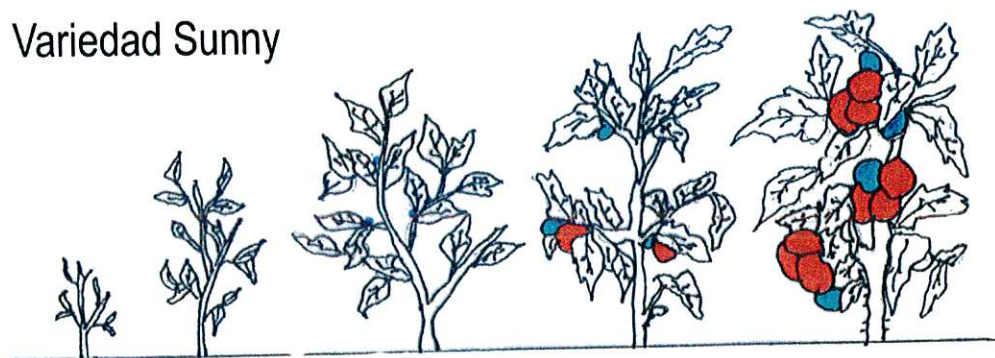
Por lo anteriormente expuesto se desprende que en el cultivo de jitomate en las variedades Pacific y Sunny se pueden utilizar los métodos para determinar unidades calor que se comportan en forma similar ya que no tienen diferencia, siendo estos; el método residual, el de triangulación y el de seno y no es recomendable utilizar el método fisiológico ya que en la mayor parte del desarrollo del cultivo obtuvo el mayor porcentaje del coeficiente de variación.

Para la caracterización del cultivo se tomo el método que obtuvo el menor coeficiente de varianza en todo su desarrollo fenológico, que fue el método residual, dando como resultado que para emergencia se necesitan 91.90 unidades calor para la variedad Pacific y 124.8 para la variedad Sunny, mientras que para Campbell Institute menciona que deben ser 93 unidades calor por lo cual no presenta gran diferencia al resultado obtenido principalmente en la variedad Pacific. Para el inicio de floración se necesito 746.97 unidades calor para la variedad Pacific y 664.75 para la variedad Sunny, lo cual coincide con los reportes de Cambell Institute, mientras que para Garzón *et al.*, la diferencia es grande ya que ellos mencionan que necesitan 284 unidades calor. Para el inicio de fructificación se requieren 1033.69 unidades calor para la variedad Pacific y 1024.42 para la variedad Sunny, mientras que Ramirez menciona que se requieren 1000 unidades calor coincidiendo con los resultados obtenidos, mientras que para Cambell Institute menciona 913 unidades calor (Cuadros 7 y 8).

**Cuadro 8. Caracterización fenológica del jitomate en la variedad Sunny en el sitio "Rancho Espinoza"**

Etapa de Desarrollo	Métodos para determinar la Unidades Calor			
	Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
Emergencia	124.80	151.70	124.54	124.07
Inicio de Floración	664.75	928.26	662.21	658.87
Floración 80%	1045.20	1534.55	1042.66	1039.32
Inicio de fructificación	1024.42	1499.56	1021.87	1018.54
Fructificación 80%	1652.05	2630.27	1649.06	1643.20
Altura Final	1678.70	2582.69	1676.16	1674.00
Fin de Cosecha	1810.25	2830.24	1807.71	1807.15

Variedad Sunny



	Emergencia	Inicio de floración	Inicio de fructificación	80% de floración	80% de fructificación
Residual	125	665	1024	1045	1652
Fisiológico	152	928	1500	1535	2630
Triangulación	125	662	1022	1043	1649
Seno	124	659	1019	1039	1643

## 7. CONCLUSIONES

- La caracterización fenológica en unidades calor en el cultivo de jitomate es importante para determinar las estrategias de manejo en el cultivo en general.
- La determinación de unidades calor por el método residual en el cultivo de jitomate nos apoya para conocer su caracterización fenológica
- Las unidades calor de las diferentes variedades de jitomate de tipo indeterminado son similares para cada etapa fenológica.
- En los métodos residual, triangulación y de seno existe una mínima diferencia en la determinación de unidades calor, por lo que se recomienda utilizar cualquiera de ellos para la caracterización fenológica del cultivo de jitomate.
- No se recomienda utilizar el método fisiológico para la determinación de unidades calor en el cultivo de jitomate debido a que no es un método que las estime adecuadamente.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Amador A M, (2004). Producción de plántulas, Producción de Hortalizas, No. 7. México. pp 19-20.
- Bringas G L, (2005). Paratrypanosoma en tomate y papa, Producción de Hortalizas, No.8, México. pp 14-16,
- Byerly M K F, José Luis Martínez C, Urbano Nava C, (1998). Manejo Integrado de Plagas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Memoria Científica Núm. 6, pp. 3-15.
- Cambell Institute for Agricultural Research, (1978). Using Tomato Heats Units. Leaflet No. 6 Candem, New Jersey.
- Cárdenas C, Ma. Del Carmen Mata G. y Francisco Zaizar M. (1990). Uso y Manejo de Agroquímicos en el Cultivo del Jitomate en el Valle de Autlán, Jal. Tesis Profesional de Licenciatura, F.A.A. U de G. Jalisco, México. pp. 62-64.
- Croft B A, J Howers L. and S. Welchi M. (1976). A computer based extension pest management delivery system. Environ. Entomol. 5: 20-34.
- Cruz Hernández J P, (1981). Requerimiento de Unidades Calor de 16 cultivares de Vid en Tecamachalco, Puebla, Tesis Profesional de Licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 5 p.

- Chávez Beltrán G A, (1980). El Cultivo del Tomate para Consumo Fresco en el Valle de Culiacán, Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán, INIA, Culiacán Sin. México. pp. 11-12, 72,78.
- Duran P N, (1994). Comparación de dos metodologías en la estimación de desplazamientos de progenitores, para la formación de Híbridos de Maíz. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Zapopan, Jalisco. pp. 4-5.
- Garzón T., Manuel Bujanos y Francisco Byerly M. (1990). Manejo Integrado de las Enfermedades Permanentes del Tomate. 1ª. Ed. Agromundo. España. pp. 34-35.
- González, I A, (1991). El jitomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) Aspectos relevantes para su cultivo en México. Tesis profesional de Licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 37p.
- Hinojosa Cuellar G A, (1981). Fenología. Departamento de Irrigación, Chapingo, México. pp 4-5.
- Murguido C A, Luis L Vázquez, (2000). Manejo Integrado de plagas en el Tomate, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Boletín Fitosanitario, Vol 6, No. 1 pp. 7-10.
- Nuño R, (1991). Índices Agroclimáticos Derivados de la Temperatura, Apuntes de materia, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- Ortiz Solorio, (1987). Elementos de Agrometeorología cuantitativa; con aplicaciones en la República Mexicana. 3ª Edición, Departamento de suelos, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp. 59-60.

- Perales C. M. A. y Antonio Hernández A. (1988). Efectos de las temperaturas en variedades de Maíz en la zona media de San Luis Potosí, Memorias de la segunda reunión nacional de agroclimatología, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación, México. 414 p.
- Perry K. B., (1986). Comparason of 14 metodos to determine heat unit requeriments for cucumber harvest, Hortscience, v.21, n.3, p. 419-423.
- Rodríguez Absi J, (1989). Modelos Matemáticos Aplicados a la Agricultura. 1ª. Ed. Sinaloa CAADES. 24 p.
- Rodríguez R. R. José Maria Tabares R., José Antonio Medina S. (1989). Cultivo Moderno del Tomate. 1ª. Ed. Mundi prensa, España. pp. 15-20
- Romo G. J., Ramón Arteaga, (1983). Meteorología Agrícola, 1ª Edición, Departamento de Irrigación, Chapingo, México. pp. 110, 225, 250.
- Ruiz C., Jorge Zeybe D. (1989). Predicción de la madurez en duraznero a través de ocho métodos de acumulación de unidades calor. Memorias de la segunda reunión nacional de agroclimatología, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación, México. 466 p.
- SAGARPA, (2005). Distrito de Desarrollo Rural No. V, El Grullo. Departamento de Estadísticas.
- Sandoval V M, (2005). Densidad de Plántulas, Productores de Hortalizas No. 8 México. pp 24-26
- Trujillo, A J, (1983). La Meteorología en el Manejo Integral de Plagas. Revista de Chapingo No. 42 (nov.-dic.) pp. 7-11.

Valadez López A, (2001). Producción de Hortalizas. 9ª. Ed. México, Ed. LIMUSA, pp. 197-210.

Zalom F, (1983). Degree-Days; The Calculations and Use of Heat Unitin Pest Management, Davis, Calif. USA. University of California. 10 p.

## ANEXOS

Unidades calor acumuladas en la variedad Pacific sitio "Rancho Mezquitalito".

DIA	T. MAX.	T. MIN.	UNIDADES CALOR ACUMULADAS			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
18 jul.						
19 jul.	32	20	14.00	21.10	14.00	14.00
20 jul.	32	19	27.50	41.70	27.50	27.50
21 jul.	33	21	42.50	63.69	42.50	42.50
22 jul.	40	21	61.00	87.70	60.89	60.72
23 jul.	37	22	78.50	111.50	78.39	78.22
24 jul.	39	18	95.00	133.80	94.87	94.63
25 jul.	39	19	112.00	156.60	111.85	111.53
26 jul.	38	19	128.50	179.16	128.35	128.03
27 jul.	40	18	145.50	201.67	145.26	144.77
28 jul.	39	19	162.50	224.46	162.23	161.68
29 jul.	40	18	179.50	246.97	179.14	178.42
30 jul.	41	19	197.50	270.16	196.93	195.94
31 jul.	42	20	216.50	294.01	215.57	214.21
01 ago.	45	18	236.00	317.18	234.16	232.15
02 ago.	40	18	253.00	339.69	251.07	248.89
03 ago.	38	19	269.50	362.25	267.57	265.39
04 ago.	41	17	286.50	384.44	284.39	281.94
05 ago.	40	18	303.50	406.95	301.29	298.68
06 ago.	41	20	322.00	430.64	319.58	316.69
07 ago.	41	19	340.00	453.84	337.38	334.21
08 ago.	40	20	358.00	477.34	355.28	351.94
09 ago.	42	19	376.50	500.69	373.43	369.72
10 ago.	41	20	395.00	524.39	391.71	387.73
11 ago.	38	18	411.00	546.45	407.71	403.73
12 ago.	40	19	428.50	569.46	425.12	420.97
13 ago.	42	19	447.00	592.81	443.27	438.75
14 ago.	41.5	20.5	466.00	616.83	461.98	457.13
15 ago.	34.5	19	480.75	638.36	476.73	471.88
16 ago.	33.5	19	495.00	659.54	490.98	486.13
17 ago.	34	20.5	510.25	681.65	506.23	501.38
18 ago.	31	20.5	524.00	702.58	519.98	515.13

19 ago.	31	17	536.00	721.76	531.98	527.13
20 ago.	33	17.5	549.25	742.00	545.23	540.38
21 ago.	30	19	561.75	761.74	557.73	552.88
22 ago.	32.5	19	575.50	782.54	571.48	566.63
23 ago.	31	17	587.50	801.72	583.48	578.63
24 ago.	32	18.5	600.75	822.07	596.73	591.88
25 ago.	32	22	615.75	844.17	611.73	606.88
26 ago.	28	20	627.75	863.45	623.73	618.88
27 ago.	31	19	640.75	883.63	636.73	631.88
28 ago.	31.5	20	654.50	904.52	650.48	645.63
29 ago.	32	18.5	667.75	924.87	663.73	658.88
30 ago.	28	17	678.25	942.64	674.23	669.38
31 ago.	29	19	690.25	961.91	686.23	681.38
01 sep.	27	20	701.75	980.66	697.73	692.88
02 sep.	28.5	19	713.50	999.68	709.48	704.63
03 sep.	29	18	725.00	1018.45	720.98	716.13
04 sep.	32	20	739.00	1039.55	734.98	730.13
05 sep.	30	18	751.00	1058.79	746.98	742.13
06 sep.	31	18	763.50	1078.47	759.48	754.63
07 sep.	30	20	776.50	1098.71	772.48	767.63
08 sep.	29	18	788.00	1117.48	783.98	779.13
09 sep.	30	18	800.00	1136.72	795.98	791.13
10 sep.	31	19	813.00	1156.90	808.98	804.13
11 sep.	28	20	825.00	1176.17	820.98	816.13
12 sep.	23	20.5	834.75	1192.82	830.73	825.88
13 sep.	26.5	18	845.00	1210.30	840.98	836.13
14 sep.	27	18	855.50	1228.05	851.48	846.63
15 sep.	26	19.5	866.25	1246.00	862.23	857.38
16 sep.	27	19	877.25	1264.25	873.23	868.38
17 sep.	27	18	887.75	1282.00	883.73	878.88
18 sep.	28.5	18	899.00	1300.53	894.98	890.13
19 sep.	29	19.5	911.25	1320.05	907.23	902.38
20 sep.	29	17	922.25	1338.31	918.23	913.38
21 sep.	30	19.5	935.00	1358.30	930.98	926.13
22 sep.	30.5	17.5	947.00	1377.51	942.98	938.13
23 sep.	29	19	959.00	1396.78	954.98	950.13
24 sep.	29.5	18.5	971.00	1416.04	966.98	962.13
25 sep.	31.5	19	984.25	1436.43	980.23	975.38
26 sep.	28	18	995.25	1454.70	991.23	986.38
27 sep.	25.5	18	1005.00	1471.62	1000.98	996.13
28 sep.	25.5	17.5	1014.50	1488.29	1010.48	1005.63

29 sep.	21	17	1021.50	1501.86	1017.48	1012.63
30 sep.	28	17	1032.00	1519.64	1027.98	1023.13
01 oct.	30.5	16	1043.25	1538.10	1039.23	1034.38
02 oct.	26	18	1053.25	1555.30	1049.23	1044.38
03 oct.	24	15.5	1061.00	1570.08	1056.98	1052.13
04 oct.	23	18	1069.50	1585.48	1065.48	1060.63
05 oct.	26	17.5	1079.25	1602.43	1075.23	1070.38
06 oct.	27	18	1089.75	1620.18	1085.73	1080.88
07 oct.	25	17.5	1099.00	1636.56	1094.98	1090.13
08 oct.	28.5	17.5	1110.00	1654.83	1105.98	1101.13
09 oct.	28	17.5	1120.75	1672.86	1116.73	1111.88
10 oct.	27	19	1131.75	1691.11	1127.73	1122.88
11 oct.	26	17	1141.25	1707.81	1137.23	1132.38
12 oct.	27	15	1150.25	1724.06	1146.23	1141.38
13 oct.	20	16	1156.25	1736.43	1152.23	1147.38
14 oct.	26	16	1165.25	1752.63	1161.23	1156.38
15 oct.	28	18	1176.25	1770.90	1172.23	1167.38
16-Oct	28	18	1187.25	1789.17	1183.23	1178.38
17 oct.	28	14	1196.25	1805.44	1192.23	1187.38
18 oct.	28	13	1204.75	1821.22	1200.73	1195.88
19 oct.	29	13.5	1214.00	1837.73	1209.98	1205.13
20 oct.	28	17	1224.50	1855.51	1220.48	1215.63
21 oct.	29	12	1233.00	1871.27	1228.98	1224.13
22 oct.	30	16	1244.00	1889.51	1239.98	1235.13
23 oct.	32	15	1255.50	1908.11	1251.48	1246.63
24 oct.	31	18	1268.00	1927.79	1263.98	1259.13
25 oct.	30	18	1280.00	1947.03	1275.98	1271.13
26 oct.	29	19	1292.00	1966.30	1287.98	1283.13
27 oct.	29	17.5	1303.25	1984.82	1299.23	1294.38
28 oct.	28.5	18	1314.50	2003.34	1310.48	1305.63
29 oct.	29	18	1326.00	2022.11	1321.98	1317.13
30 oct.	28	17	1336.50	2039.88	1332.48	1327.63
31 oct.	29	17	1347.50	2058.15	1343.48	1338.63
01 nov.	29	15	1357.50	2075.42	1353.48	1348.63
02 nov.	29	15	1367.50	2092.69	1363.48	1358.63
03 nov.	30	14	1377.50	2109.92	1373.48	1368.63
04 nov.	30	15	1388.00	2127.66	1383.98	1379.13
05 nov.	30	16	1399.00	2145.90	1394.98	1390.13
06 nov.	29	18	1410.50	2164.67	1406.48	1401.63
07 nov.	28	19	1422.00	2183.44	1417.98	1413.13
08 nov.	29	16	1432.50	2201.21	1428.48	1423.63

09 nov.	29	14	1442.00	2217.98	1437.98	1433.13
10 nov.	28	14	1451.00	2234.25	1446.98	1442.13
11 nov.	22	15	1457.50	2247.50	1453.48	1448.63
12 nov.	23	16	1465.00	2261.90	1460.98	1456.13
13 nov.	19	16	1470.50	2273.54	1466.48	1461.63
14 nov.	19	17	1476.50	2285.68	1472.48	1467.63
15 nov.	25	16	1485.00	2301.30	1480.98	1476.13
16 nov.	26	14	1493.00	2316.51	1488.98	1484.13
17 nov.	26	12	1500.00	2330.71	1495.98	1491.13
18 nov.	26	12	1507.00	2344.91	1502.98	1498.13
19 nov.	27	12	1514.50	2359.66	1510.48	1505.63
20 nov.	28	12	1522.50	2374.93	1518.48	1513.63
21 nov.	27	10	1529.00	2388.68	1524.98	1520.13
22 nov.	27	12	1536.50	2403.43	1532.48	1527.63
23 nov.	27	10	1543.00	2417.18	1538.98	1534.13
24 nov.	25	15	1551.00	2432.31	1546.98	1542.13
25 nov.	28	12	1559.00	2447.58	1554.98	1550.13
26 nov.	28	13	1567.50	2463.35	1563.48	1558.63
27 nov.	28	10	1574.50	2477.63	1570.59	1565.63
28 nov.	27	10	1581.00	2491.38	1577.21	1572.13
29 nov.	27	10	1587.50	2505.13	1583.82	1578.63
30 nov.	25	11	1593.50	2518.25	1589.86	1584.63
01 dic.	28	8	1599.50	2531.53	1596.26	1590.63
02 dic.	27	10	1606.00	2545.28	1602.88	1597.13
03 dic.	29	10	1613.50	2560.04	1610.48	1604.63
04 dic.	28	12	1621.50	2575.32	1618.48	1612.63
05 dic.	28	15	1631.00	2592.09	1627.98	1622.13
6-Dic	29	15	1641.00	2609.36	1637.98	1632.13
07 dic.	26	16	1650.00	2625.56	1646.98	1641.13
08 dic.	20	15	1655.50	2637.43	1652.48	1646.63
09 dic.	27	13	1663.50	2652.68	1660.48	1654.63
10 dic.	28	12	1671.50	2667.95	1668.48	1662.63
11 dic.	26	16	1680.50	2684.15	1677.48	1671.63
12 dic.	27	13	1688.50	2699.40	1685.48	1679.63
13 dic.	28	11	1696.00	2714.17	1693.01	1687.23
14 dic.	26	14	1704.00	2729.37	1701.01	1695.23
15 dic.	26	14	1712.00	2744.58	1709.01	1703.23
16 dic.	26	15	1720.50	2760.28	1717.51	1711.73
17 dic.	28	12	1728.50	2776.52	1726.51	1719.73
18 dic.	26	12	1735.50	2790.72	1733.51	1726.73
19 dic.	23	12	1741.00	2803.12	1739.01	1732.23



20 dic.	22	15	1747.50	2816.37	1745.51	1738.73
21 dic.	25	12	1754.00	2830.00	1752.01	1745.23
22 dic.	21	14	1759.50	2842.07	1757.51	1750.73
23 dic.	27	13	1767.50	2857.32	1765.51	1758.73
24 dic.	25	12	1774.00	2870.95	1772.01	1765.23
25 dic.	23	12	1779.50	2883.35	1777.51	1770.73
26 dic.	22	10	1783.50	2894.10	1781.68	1775.09
27 dic.	23	9	1787.50	2905.00	1786.00	1779.69
28 dic.	21	7	1789.50	2913.57	1788.89	1783.01
29 dic.	24	9	1794.00	2925.10	1793.69	1788.09
30 dic.	19	12	1797.50	2934.74	1797.19	1791.59
31 dic.	23	13	1803.50	2947.64	1803.19	1797.59
1 ene.	19	13	1807.50	2957.78	1807.19	1801.59
2 ene.	22	13	1813.00	2970.03	1812.69	1807.09
3 ene.	24	10	1818.00	2982.06	1817.84	1812.42

**Unidades calor acumuladas en la variedad Sunny sitio "Rancho Espinoza".**

DIA	T. MAX.	T. MIN.	UNIDADES CALOR ACUMULADAS			
			Residual	Fisiológico	Triangulación	Seno
19 jul.						
20 jul.	39	19	17.00	22.80	16.98	16.90
21 jul.	39	20	34.50	46.10	34.45	34.31
22 jul.	39	19	51.50	68.89	51.42	51.21
23 jul.	38	20	68.50	91.96	68.42	68.21
24 jul.	38	23.5	87.25	116.77	87.17	86.96
25 jul.	40	18.5	104.50	139.53	104.33	103.95
26 jul.	39	19	121.50	162.32	121.31	120.85
27 jul.	42	23	142.00	187.67	141.38	140.56
28 jul.	34	16	155.00	207.53	154.38	153.56
29 jul.	40	22	174.00	232.04	173.27	172.27
30 jul.	40	22	193.00	256.55	192.16	190.99
31 jul.	41.5	22.5	213.00	281.57	211.84	210.34
01 ago.	41.5	22	232.75	306.35	231.28	229.44
02 ago.	38	26.5	253.00	332.66	251.53	249.69
03 ago.	37	18	268.50	354.46	267.03	265.19
04 ago.	42	19	287.00	377.81	285.18	282.97
05 ago.	36.5	21.5	304.00	401.22	302.18	299.97
06 ago.	39	18	320.50	423.52	318.65	316.38
07 ago.	39	18.5	337.25	446.06	335.38	333.04
08 ago.	39	21	355.25	469.86	353.35	350.94
09 ago.	41.5	18	373.00	492.64	370.84	368.10
10 ago.	39	19	390.00	515.43	387.82	385.01
11 ago.	39	16.5	405.75	536.98	403.54	400.67
12 ago.	39	17.5	422.00	559.03	419.77	416.83
13 ago.	39	16.5	437.75	580.58	435.50	432.49
14 ago.	41.5	20.5	456.75	604.60	454.21	450.87
15 ago.	28	19	468.25	623.37	465.71	462.37
16 ago.	32.5	18	481.50	643.67	478.96	475.62
17 ago.	31.5	19.5	495.00	664.32	492.46	489.12
18 ago.	30	20	508.00	684.56	505.46	502.12
19 ago.	33	17	521.00	704.55	518.46	515.12
20 ago.	32	17	533.50	724.15	530.96	527.62
21 ago.	31	18	546.00	743.83	543.46	540.12
22 ago.	32.5	21	560.75	765.63	558.21	554.87
23 ago.	30	16	571.75	783.87	569.21	565.87



24 ago.	32	18	584.75	803.97	582.21	578.87
25 ago.	31	20	598.25	824.65	595.71	592.37
26 ago.	28	18	609.25	842.92	606.71	603.37
27 ago.	30	18	621.25	862.16	618.71	615.37
28 ago.	34	19.5	636.00	883.77	633.46	630.12
29 ago.	33.5	19	650.25	904.95	647.71	644.37
30 ago.	30	17	661.75	923.68	659.21	655.87
31 ago.	31.5	19.5	675.25	944.33	672.71	669.37
01 sep.	29	20.5	688.00	964.35	685.46	682.12
02 sep.	31.5	20	701.75	985.24	699.21	695.87
03 sep.	32	18	714.75	1005.34	712.21	708.87
04 sep.	30	20	727.75	1025.58	725.21	721.87
05 sep.	29	20	740.25	1045.35	737.71	734.37
06 sep.	30	18	752.25	1064.58	749.71	746.37
07 sep.	30	20	765.25	1084.82	762.71	759.37
08 sep.	29	18	776.75	1103.59	774.21	770.87
09 sep.	30	18	788.75	1122.83	786.21	782.87
10 sep.	32	18	801.75	1142.93	799.21	795.87
11 sep.	32	19	815.25	1163.53	812.71	809.37
12 sep.	26	18	825.25	1180.73	822.71	819.37
13 sep.	28	16	835.25	1198.00	832.71	829.37
14 sep.	29	16	845.75	1215.77	843.21	839.87
15 sep.	26	18	855.75	1232.97	853.21	849.87
16 sep.	28	18	866.75	1251.24	864.21	860.87
17 sep.	28	17	877.25	1269.02	874.71	871.37
18 sep.	31	18	889.75	1288.70	887.21	883.87
19 sep.	31	20	903.25	1309.38	900.71	897.37
20 sep.	31	18	915.75	1329.06	913.21	909.87
21 sep.	31	19	928.75	1349.24	926.21	922.87
22 sep.	32	18	941.75	1369.34	939.21	935.87
23 sep.	31.5	20	955.50	1390.24	952.96	949.62
24 sep.	32	20	969.50	1411.34	966.96	963.62
25 sep.	34	20	984.50	1433.20	981.96	978.62
26 sep.	30	18.5	996.75	1452.68	994.21	990.87
27 sep.	28	18	1007.75	1470.96	1005.21	1001.87
28 sep.	28	18	1018.75	1489.23	1016.21	1012.87
29 sep.	22	17	1026.25	1503.48	1023.71	1020.37
30 sep.	30	18	1038.25	1522.72	1035.71	1032.37
01 oct.	34	17	1051.75	1543.07	1049.21	1045.87
02 oct.	28	18	1062.75	1561.35	1060.21	1056.87
03 oct.	26	16	1071.75	1577.55	1069.21	1065.87

04 oct.	26	18	1081.75	1594.75	1079.21	1075.87
05 oct.	28.5	18	1093.00	1613.27	1090.46	1087.12
06 oct.	30	18	1105.00	1632.51	1102.46	1099.12
07 oct.	27.5	18	1115.75	1650.53	1113.21	1109.87
08 oct.	32.5	19.5	1129.75	1671.57	1127.21	1123.87
09 oct.	31	19.5	1143.00	1692.01	1140.46	1137.12
10 oct.	30	19	1155.50	1711.74	1152.96	1149.62
11 oct.	30	18	1167.50	1730.98	1164.96	1161.62
12 oct.	30	16	1178.50	1749.22	1175.96	1172.62
13 oct.	30	18	1190.50	1768.46	1187.96	1184.62
14 oct.	30	17	1202.00	1787.20	1199.46	1196.12
15 oct.	32	19	1215.50	1807.80	1212.96	1209.62
16-Oct	30	19	1228.00	1827.53	1225.46	1222.12
17 oct.	32	14	1239.00	1845.63	1236.46	1233.12
18 oct.	31	14	1249.50	1863.32	1246.96	1243.62
19 oct.	33	15	1261.50	1882.31	1258.96	1255.62
20 oct.	31	18	1274.00	1901.99	1271.46	1268.12
21 oct.	32	13	1284.50	1919.59	1281.96	1278.62
22 oct.	32	16	1296.50	1938.69	1293.96	1290.62
23 oct.	35	14	1309.00	1957.89	1306.46	1303.12
24 oct.	34	17	1322.50	1978.25	1319.96	1316.62
25 oct.	32	18	1335.50	1998.35	1332.96	1329.62
26 oct.	32	20	1349.50	2019.45	1346.96	1343.62
27 oct.	31	18	1362.00	2039.13	1359.46	1356.12
28 oct.	30	18	1374.00	2058.37	1371.46	1368.12
29 oct.	33	18	1387.50	2078.86	1384.96	1381.62
30 oct.	31	18	1400.00	2098.54	1397.46	1394.12
31 oct.	31	18	1412.50	2118.22	1409.96	1406.62
01 nov.	30	16	1423.50	2136.46	1420.96	1417.62
02 nov.	31	18	1436.00	2156.14	1433.46	1430.12
03 nov.	33	15	1448.00	2175.13	1445.46	1442.12
04 nov.	33	16	1460.50	2194.63	1457.96	1454.62
05 nov.	32	17	1473.00	2214.23	1470.46	1467.12
06 nov.	32	19	1486.50	2234.83	1483.96	1480.62
07 nov.	31	19	1499.50	2255.01	1496.96	1493.62
08 nov.	32	17	1512.00	2274.61	1509.46	1506.12
09 nov.	32	15	1523.50	2293.21	1520.96	1517.62
10 nov.	31	15	1534.50	2311.39	1531.96	1528.62
11 nov.	24	18	1543.50	2327.42	1540.96	1537.62
12 nov.	25	16	1552.00	2343.05	1549.46	1546.12
13 nov.	20	16	1558.00	2355.41	1555.46	1552.12

14 nov.	19	16	1563.50	2367.05	1560.96	1557.62
15 nov.	26	15	1572.00	2382.75	1569.46	1566.12
16 nov.	28	14	1581.00	2399.03	1578.46	1575.12
17 nov.	28	12	1589.00	2414.30	1586.46	1583.12
18 nov.	28	12	1597.00	2429.57	1594.46	1591.12
19 nov.	28	11	1604.50	2444.34	1601.96	1598.72
20 nov.	29.5	12	1613.25	2460.35	1610.71	1607.47
21 nov.	29	10	1620.75	2475.12	1618.21	1615.25
22 nov.	28	12	1628.75	2490.39	1626.21	1623.25
23 nov.	29	10	1636.25	2505.16	1633.71	1631.03
24 nov.	28	15	1645.75	2521.93	1643.21	1640.53
25 nov.	30	12	1654.75	2538.17	1652.21	1649.53
26 nov.	30	13	1664.25	2554.91	1661.71	1659.03
27 nov.	31	14	1674.75	2572.59	1672.21	1669.53
28 nov.	29	11	1682.75	2587.86	1680.21	1677.63
29 nov.	28	11	1690.25	2602.63	1687.71	1685.23
30 nov.	26	11	1696.75	2616.33	1694.21	1691.84
01 dic.	28	9	1703.25	2630.10	1700.71	1698.86
02 dic.	27.5	10	1710.00	2644.12	1707.46	1705.90
03 dic.	29	8.5	1716.75	2658.13	1714.21	1713.27
04 dic.	30	10	1724.75	2673.37	1722.21	1721.54
05 dic.	30	15	1735.25	2691.11	1732.71	1732.04
6-Dic	29	15	1745.25	2708.38	1742.71	1742.04
07 dic.	26	17	1754.75	2725.08	1752.21	1751.54
08 dic.	20	16	1760.75	2737.45	1758.21	1757.54
09 dic.	29	14	1770.25	2754.22	1767.71	1767.04
10 dic.	28	13	1778.75	2769.99	1776.21	1775.54
11 dic.	26	16	1787.75	2786.19	1785.21	1784.54
12 dic.	27	13	1795.75	2801.44	1793.21	1792.54
13 dic.	28	11	1803.25	2816.21	1800.71	1800.15
14 dic.	24	14	1810.25	2830.24	1807.71	1807.15