



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**COMPORTAMIENTO DE LA ACUMULACIÓN DE CALOR EN
EL ÁREA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE FES
CUAUTILÁN Y XOCHITLA, ESTADO DE MÉXICO**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA
P R E S E N T A :
MARCOS VÁZQUEZ GARCÍA**

**ASESOR: ING. ADOLFO JOSÉ MANUEL OCHOA IBARRA
COASESOR: M.C. GUSTAVO MERCADO MANCERA**

CUAUTILÁN IZCALLI, EDO DE MÉXICO

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

**Al Ing. Adolfo José Manual Ochoa Ibarra por asesorarme a lo largo de la tesis y acompañarme en este camino que hoy culmina en el presente trabajo, por compartir su conocimiento conmigo y brindarme su amistad.
¡GRACIAS!**

Al M. C. Gustavo Mercado Mancera por su valiosa aportación en este trabajo. ¡GRACIAS!

**Al H. Jurado de esta tesis por su tiempo y valiosas aportaciones.
¡GRACIAS!**

**A mis profesores de la FESC-UNAM, por su ejemplo de profesionalismo.
¡GRACIAS!**

A la FESC-UNAM de la que me siento orgulloso de pertenecer por formarme como persona y como profesionista. ¡GRACIAS!

A la Fundación Xochitla por el importante apoyo que ha prestado a este trabajo. ¡GRACIAS!

DEDICATORIAS

**A Dios
por todas las bendiciones que me ha dado.**

A mis Padres por darme la vida.

**A Magda quien en todo momento me ha alentado, apoyado, inspirado para
seguir adelante.**

A mis compañeros y amigos de la FES-C.

**Al Ing. Eduardo García de la Rosa por sus valiosos consejos, por ser un
profesionista ejemplar y un ser humano excepcional.**

**Al Q.F.B. Mariano López García por haberme
distinguido con su amistad**

**A mi hermana Lupe por su ayuda recibida
en una etapa de mi vida.**

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ii
RESUMEN.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	3
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
I.1 Clima y Agricultura.....	4
I.2 Parámetros del Clima que influyen en la Producción Agrícola.....	7
I.3 La Temperatura y los cultivos.....	10
I.3.1 Efecto de las variaciones de la temperatura del aire y del suelo en los cultivos.....	12
I.3.2 Efecto de la temperatura en los cultivos.....	13
I.3.3 El concepto de sumas de temperaturas.....	16
I.3.4 Constante térmica (Acumulación de calor).....	20
I.3.4.1 Métodos de Cuantificación de la constante térmica.....	24
I.3.4.2 Uso e importancia de la acumulación de calor en la agricultura.....	28
I.3.4.2.1. Estación y Periodo de Crecimiento.....	29
I.3.4.2.2. Estación de Crecimiento o Periodo de Crecimiento por disponibilidad de Temperatura.....	30
I.3.4.2.3.Fenología.....	31
I.4 Aspectos a considerar en la relación actual entre el clima y la agricultura.....	33
I.5 Las Islas de calor.....	38
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
II.1 Descripción y Ubicación del lugar en Estudio.....	40
II.2 Características Climáticas.....	40
II.3 Características Edáficas.....	41
II.4 Metodología.....	41
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
III.1 Visión General de la Zona de Estudio.....	47
III.1.1. Represa el Alemán.....	47
III.1.2 Estaciones de Estudio.....	48
IV. CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Ubicación de Estaciones.....	42
Imagen 2. Entorno de la Fundación Xochitla, Tepetzotlán, Estado de México.....	44
Imagen 3. Entorno de la FES Cuautitlán UNAM.	45
Imagen 4. Entorno de la Estación Represa el Alemán, Tepetzotlán Estado de México, SMN.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cambios en la atmósfera, clima y sistema biofísico terrestre durante el siglo XX indicadores de cambio.....	35
Tabla 2. Datos de las normales provisionales de la estación represa el Alemán y comportamiento de la acumulación de calor.....	47
Tabla 3. Comportamiento de la temperatura y la constante térmica de las estaciones que se consignan.....	48
Tabla 4. Comportamiento de la Acumulación de Calor, según la Época del año, para las normales de la estación Represa el Alemán.....	51
Tabla 5. Comportamiento de la Acumulación de Calor, por el método directo, según la época del año, para las estaciones que se consignan.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comportamiento de la Acumulación de calor, según la Época del año.....	52
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Normal Provisional de las Estaciones en Estudio.....	59
ANEXO 2 Acumulación de Calor en las Estaciones Almaraz y Xochitla para el periodo de 1990 a 2002.....	66

RESUMEN

Sin duda alguna, un factor de gran importancia en el desarrollo de las plantas es la temperatura, la cual podemos evaluar mediante el concepto de unidades térmicas requeridas para el cultivo. El conocimiento del régimen térmico de cualquier lugar, aporta información muy valiosa para la determinación de su capacidad agroclimática.

Los elementos climáticos que influyen en la agricultura son:

La temperatura, la humedad, la radiación solar, los vientos y la evaporación. En consecuencia las plantas deben tener, la capacidad de adaptarse a la combinación de estos elementos dentro de su microclima, de lo contrario resultará antieconómico su cultivo, por lo que es necesario conocer el clima de una región y compararlo con los requerimientos climáticos específicos de los cultivos, a fin de establecer la interrelación entre ambos.

La periodicidad de los diferentes estados de crecimiento y desarrollo de las plantas depende de las condiciones del medio ambiente, particularmente del comportamiento de los elementos del clima. Los elementos del clima que influyen en la periodicidad de las diferentes etapas fenológicas son:

- La marcha de la temperatura a través del año.
- La variación periódica de duración del día, y
- El régimen pluviométrico.

Si bien es cierto que dichos elementos están relacionados entre sí, la presente indagación se aboca al estudio de la acumulación de calor, ya que el conocimiento del comportamiento de la acumulación de calor es de importancia para prever, planificar o instrumentar las actividades agrícolas. (1, 2)

El presente trabajo tiene por objeto cuantificar y determinar el comportamiento de la acumulación de calor en el área de las Estaciones Meteorológicas de la FES Cuautitlán UNAM y Xochitla, Estado de México, en el periodo de 1990 al 2002.

OBJETIVOS

- Cuantificar y determinar el comportamiento de la acumulación de calor en el área de las estaciones meteorológicas de FES Cuautitlán y Xochitla, Estado de México.

- Obtener una tabla de la acumulación de calor, de cada una de las estaciones en estudio, FES Cuautitlán UNAM y Xochitla, para cuantificar la acumulación de calor.

HIPÓTESIS:

Si la acumulación de calor en el área de estudio ha sido constante, entonces el desarrollo urbano e industrial de la zona no influye en su comportamiento.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. (GENERALIDADES)

I.1 CLIMA Y AGRICULTURA

Generalmente, el clima se estudia considerando cuatro escalas geográficas interrelacionadas entre sí, de forma que las más reducidas depende de las más amplias.

a) Microclima, el cual corresponde a extensos espacios geográficos que incluyen un país, océano, continente o bien todo el planeta. A esta escala, la circulación general de la atmósfera y los factores astronómicos ejercen un papel preponderante, pero también hay que tener en cuenta los factores geográficos (Ochoa Ibarra,A., Comunicación Personal, 2008).

b) Mesoclima o clima regional, hace referencia a espacios reducidos entre miles y decenas de miles de kilómetros, definidos por criterios geográficos (cuenca, litoral,macizo montañoso). A esta escala tiene un papel predominante los movimientos de la atmósfera y las características geográficas de la región (Ídem).

c) Topoclima o clima local, se aplica a espacios de 1 a 10 kilómetros; valle, orilla de un lago, ciudad o bosque. Aquí el relieve y la naturaleza del terreno pueden ejercer una influencia predominante ya que determinan ciertos procesos como las brisas que no son significativas a escalas superiores (Ídem).

d) Microclima, se refiere a espacios entre unos centímetros y unas decenas de metros (Ídem).

Así el clima se presenta según diferentes escalas temporales, la geológica, histórica y los climas de referencia a una escala de 30 años.

En consecuencia, los climatólogos tratan de describir los valores de referencia a través de extensos periodos, en los cuales son de interés tanto la evolución de estos valores como sus desviaciones. Las evoluciones se describen en función de su amplitud, duración, frecuencia y forma (aleatoria, cíclica), en relación con el clima de referencia definido.

Las tendencias son variaciones en el tiempo que no presenta un aspecto cíclico. Actualmente se habla de una tendencia al calentamiento del clima del planeta. El análisis de las tendencias ilustra claramente la dificultad en la elección del periodo de referencia; así, aunque no se ha comprendido el proceso de las glaciaciones, pueden calificarse como “tendencia “a la fase de enfriamiento.

Las oscilaciones son variaciones repetitivas y alternas que poseen un carácter cíclico, aún cuando su periodicidad es difícil de evidenciar (caso del niño). (6)

Los ciclos son evoluciones climáticas más o menos regulares que retornan a su situación inicial (ejemplo estaciones del año y la duración del día).

Las mutaciones se refieren a los cambios que experimenta la tierra en su órbita o rotación que modifican la captación de la radiación solar, en espacios de tiempo muy extensos. (6)

El estudio del clima se fundamenta en los datos generados en la red de estaciones meteorológicas y su interpretación intenta establecer un clima de referencia. La agricultura es extraordinariamente sensible a los elementos del clima que condicionan la vida vegetal (6)

En los primeros 600 Km. de la atmósfera se distinguen cuatro capas térmicas, en la troposfera del suelo hasta los 10 Km. la temperatura disminuye regularmente

0.6°C por cada 100 metros. La temperatura y la insolación son parámetros que determinan de una forma fundamental el clima de un lugar.

El clima y los aspectos climáticos de ambiente influyen de alguna manera en nuestras actividades y comportamiento, sin embargo el estudio de la climatología permaneció hasta 1940 como un tema descriptivo, enfocado a establecer la relación clima – vegetación, presentando la información de algunos elementos climáticos en forma de valores medios, generalmente temperatura y precipitación. Es durante la segunda guerra mundial cuando el estudio del clima adquiere importancia y se inicia el desarrollo de la climatología aplicada que, para el caso de la agricultura, se denomina Agrometeorología o Agroclimatología. (7)

En el estudio de la agroclimatología, se toman los valores registrados en una estación determinada como representativo de otro lugar cercano, aunque tal vez tenga un microclima distinto. Sin embargo, para la mayoría de los problemas aplicados, el simple conocimiento del macroclima resulta insuficiente, por lo que es necesario estudiar el microclima del área en cuestión a fin de conocer las variaciones climáticas dentro de distancias horizontales y verticales reducidas, es decir, una zona de influencia con un radio de 8 Km. a la redonda y con un desnivel vertical menor o igual a 200 m y en el horizontal menor o igual a 500 m, siempre considerando que la zona no sea afectada por cerros. Por tanto, es y será necesario, estudiar las interrelaciones de todos los factores posibles antes de definir el clima óptimo para el crecimiento de una especie vegetal, en consecuencia, se debe comparar el clima patrón y el clima específico del cultivo para poder establecer la interrelación que existe entre el clima y la agricultura.

I.2. PARÁMETROS DEL CLIMA QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

En función de la latitud, altitud, el relieve, la distribución de tierras y aguas y de las corrientes marinas (factores del clima) así como de la forma en que estos modifican las condiciones de temperatura, precipitación y humedad, la dirección y velocidad del viento y la presión atmosférica (elementos del tiempo y del clima), el clima varía de un lugar a otro y de una estación a otra, lo cual da lugar a que cada región presente un potencial agrícola basado, particularmente, en el comportamiento de los elementos del clima. En este contexto, el crecimiento y desarrollo de los vegetales y / o animales esta determinado por: (7)

- La variación periódica de la duración del día.
- Régimen pluviométrico.
- La marcha de la temperatura a través del año.

Sin embargo, los principales factores que limitan el desarrollo agropecuario, en México son: el régimen pluviométrico y la marcha de la temperatura a través del año.

La radiación solar es la fuente de la mayor parte de los fenómenos meteorológicos y de sus variaciones a través del día y del año, actúa en forma de luz y calor y esta compuesta de: a) Rayos ultravioleta o químicos cuya longitud de onda es menor de 360 milimicras; b) Rayos luminosos, con una longitud de onda que va de 360 a 760 milimicras, y; c) Rayos térmicos o caloríficos, longitud de onda mayor de 760 milimicras. (8)

La luz es la parte de la radiación solar que proviene, principalmente, de la región azul violeta del espectro e influye en los procesos vitales de las plantas, favoreciendo o inhibiendo la distribución de las mismas. Es por ello que, en la producción agrícola, la luz es un factor que estimula los procesos vitales de las plantas debido a que éstas se desarrollan dentro de determinados límites de luz, los cuales dependen de la localidad en que se ubiquen (latitud, altitud, exposición, pendiente y cobertura), de su situación respecto a otras comunidades o estratos y de la duración de la vegetación. Es decir, que la mayoría de las plantas coordinan su crecimiento y desarrollo con la duración del día. (8)

La precipitación, en todas sus formas, es la manera natural en que el suelo y las plantas se abastecen de humedad. En el suelo, esta permite su aereación, la solubilización de los minerales, e influye en los procesos de formación, compactación y erosión del suelo, mientras que en los vegetales provoca el lavado de las hojas e influye favorablemente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Su importancia está determinada por la cantidad y la manera en que se distribuye durante el año, esta última se relaciona con algunos periodos críticos de las plantas. Si bien, la falta de humedad del suelo puede retrasar el desarrollo de los cultivos, hay que considerar que la pérdida de humedad está relacionada con los procesos de evaporación y evapotranspiración los cuales determinan en su momento la relación precipitación – suelo – cultivo, mediante el concepto denominado balance hídrico, el cual constituye una herramienta para determinar los requerimientos hídricos de los cultivos. (8)

En este sentido, se hace una caracterización de las regiones según los valores de la evaporación potencial:

- 350 a 500 mm. Zona fresca, precipitación uniforme, influencia marítima pronunciada.
- 750 a 1000mm. Zona fresca, precipitación uniforme, influencia continental.

- 1500 a 1800 mm. Clima mediterráneo, zona de influencia continental fresca y calurosa, zona cálida de montañas e islas.
- 2500 a 3000 mm. Regiones semiáridas, calurosas y cálidas.
- 3500 mm. Zonas de desierto.

Estas cifras son sólo aproximadas, sin embargo, proporciona una idea de la magnitud de las pérdidas por evaporación. (8)

Todos los cultivos presentan límites mínimos, máximos y óptimos de temperatura para cada etapa de su desarrollo, y pueden variar apreciablemente. Por ejemplo, los cultivos tropicales como el cacao o el dátil requieren de temperaturas elevadas durante todo el año, mientras que la cebada de invierno puede soportar temperaturas por debajo del punto de congelación durante su periodo latente invernal. Sin embargo, se debe considerar que la temperatura óptima de desarrollo, no necesariamente coincide con la del rendimiento máximo. (8)

La mayoría de las plantas suspenden su actividad a temperaturas menores de 6 grados centígrados, debido a que, a temperaturas bajas, se reduce la capacidad de absorción de humedad. A ésta temperatura se le denomina cero vital, temperatura base o temperatura umbral. De aquí que la temperatura en combinación con la humedad, sea un factor de gran importancia para el desarrollo de las plantas, puesto que aporta información para la determinación del potencial agroclimático de los cultivos. (8)

I.3 LA TEMPERATURA Y LOS CULTIVOS

El calor equivale a la energía calorífica que contienen los cuerpos mientras que la temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo, la temperatura es una condición que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro: del más caliente al más frío. La transmisión de calor de un cuerpo a otro se da de tres maneras diferentes:

- 1) Por conducción, que se efectúa al poner en contacto dos cuerpos de diferente temperatura, de manera que el más caliente se enfría, mientras que el más frío se calienta.

- 2) Por convección, que se efectúa sólo en los fluidos en virtud de movimientos de las porciones del fluido que se desplazan de la parte que esta más caliente, hacia las partes más frías; como resultado de la diferente densidad adquirida por las porciones del mismo en contacto directo con la fuente de calor.

- 3) Por radiación, que se efectúa por medio de ondas electromagnéticas, las radiaciones se distinguen principalmente por su longitud de onda.

La temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos por los efectos que ejerce sobre los organismos vivientes, es un factor fácil de medir; su influencia es casi universal y, frecuentemente, limitante para el crecimiento y distribución de plantas y animales, condicionando así su adaptación, crecimiento y rendimiento, puesto que actúa sobre su desarrollo acelerando o retrasando los procesos metabólicos y, en consecuencia, su ciclo vegetativo se acelera o acorta según el comportamiento de la temperatura. En consecuencia la producción vegetal está relacionada a la reacción entre la planta y el ambiente, en donde los elementos de

éste actúan desde un mínimo (limitante por defecto) hasta un máximo (limitante por exceso) pasando por un óptimo (9).

En este contexto, la temperatura del aire es un elemento bioclimático que favorece el aumento de la masa vegetativa. El crecimiento de una planta se detiene cuando la temperatura del aire desciende por debajo de un cierto valor mínimo o excede un cierto valor máximo. Entre estos límites existe un rango óptimo, en el cual la tasa de crecimiento es mayor. Estos valores o “umbrales” son conocidos como temperaturas cardinales. Se ha demostrado que, por razones de complejidad fisiológica, no es posible una determinación precisa de las temperaturas cardinales. No obstante, los valores aproximados de las temperaturas cardinales se conocen para la mayoría de las especies vegetales. (10)

Con respecto a las temperaturas cardinales, se definen:

Temperatura vital mínima: es la temperatura a la cual la planta comienza a crecer o bien, es la temperatura más baja a la cual un organismo puede vivir indefinidamente en estado activo. Ante incrementos de temperaturas, hay incrementos de crecimiento hasta llegar a:

Temperatura óptima: en la que se produce la mayor velocidad de crecimiento. La temperatura óptima para un proceso determinado, puede considerarse como aquella en la que el proceso se realiza a la máxima velocidad. Pero la temperatura correspondiente a dicha intensidad máxima es diferente para los distintos procesos que tienen lugar dentro de un mismo organismo. En plantas de zonas templadas, la temperatura óptima para la germinación es diferente al valor óptimo para la fructificación y el óptimo para la floración también difiere de las anteriores.

Temperatura vital máxima: es la temperatura de mayor intensidad calórica bajo la cual la especie puede seguir viviendo indefinidamente en estado de actividad.

En los extremos encontramos:

Temperatura letal mínima: por debajo de la temperatura vital mínima, es la que produce la muerte por bajas temperaturas.

Temperatura letal máxima: está por encima de la temperatura vital máxima y la muerte se produce por altas temperaturas.

El ámbito de temperaturas efectivas dentro del cual el organismo puede vivir y fuera del cual se presenta la muerte, queda comprendido entre la temperatura vital mínima y temperatura vital máxima (10).

I.3.1 EFECTO DE LAS VARIACIONES DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y DEL SUELO EN LOS CULTIVOS

Las temperaturas elevadas pueden producir escaldamiento o lesiones (golpe de sol) debido a la radiación intensa, la cual conduce al calentamiento excesivo de la planta, expuesta directamente a la radiación solar, afectando la acumulación de frío y/o calor.

Ciertas plantas mueren al ser expuestas a temperaturas bajas y no necesariamente debajo del punto de congelación. El frío reduce la circulación del agua hacia la raíz de las plantas, provocando que se marchiten y se sequen; mientras que los cultivos de papa, maíz y varias hortalizas resisten tales condiciones. Por otra parte, cuando las plantas se someten a temperaturas debajo del punto de congelación durante su etapa de crecimiento, se daña o muere. Ciertos árboles frutales como el manzano, pueden resistir temperaturas extremadamente bajas durante el invierno, mientras que otros como el higo morirían. En general, las temperaturas altas no son tan destructoras como las

bajas, siempre y cuando se disponga de suficiente humedad para evitar el marchitamiento (8).

Los frutales caducifolios son diferentes a los cultivos anuales en su relación con el medio ambiente ya que, como plantas perennes se encuentran sujetos al efecto de la temperatura durante todo el año. Los frutales de hoja caduca pasan por dos etapas principales durante el año: la etapa vegetativa, que ocurre a partir de la floración y brotación en la primavera, hasta la caída de las hojas en el otoño, y la etapa de descanso invernal, que ocurre desde la caída de las hojas hasta la brotación y floración en la primavera. El efecto de la temperatura, combinado con la disponibilidad de agua, determina el desarrollo del fruto. De la siembra a la emergencia, la planta es afectada por la temperatura del suelo, más que por la temperatura del aire. La falta de humedad del suelo en forma severa, pueden retrasar el desarrollo de los cultivos, periodos de sequía de 14, 21 y 28 días después de la iniciación floral, demoran la floración 10, 24 y 30 días respectivamente (11).

I.3.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LOS CULTIVOS

Durante el día, la temperatura del aire varía principalmente debido al movimiento aparente del sol sobre el horizonte. En general, la temperatura es más elevada en horas del día y más baja durante la noche, a estos cambios se le denominan: marcha diaria de la temperatura. Esta marcha es bastante regular en días despejados, pero puede experimentar modificaciones irregulares por nubosidad (11).

La temperatura del suelo está determinada por un conjunto de factores externos y otros internos o propios del suelo. Los factores externos más importantes son: la radiación solar, la nubosidad, la temperatura y la humedad de aire, el viento, la precipitación y la distribución tierra – mar. Entre los factores internos están: el albedo (refracción de la luz) y color del suelo, la exposición, la cobertura vegetal,

la textura, el contenido de humedad del suelo, la materia orgánica y la rugosidad. Las condiciones climatológicas en el suelo y en el aire están íntimamente relacionadas (11).

La influencia de los fenómenos atmosféricos influyen directa o indirectamente sobre la producción agrícola y su economía, los fenómenos meteorológicos pueden producir efectos favorables o desfavorables, dependiendo del estado de evolución del cultivo, por esta razón, la importancia agronómica de un fenómeno meteorológico depende de la etapa de desarrollo de la planta y/o de la tarea que se realizará sobre el cultivo (11).

La temperatura del aire influye sobre el proceso de desarrollo de los vegetales de tres maneras: (11)

- a) por la acción de las amplitudes térmicas (termoperiodismo)
- b) por la acción de la acumulación de frío (horas de frío)
- c) por la acción de la acumulación de calor (sumas térmicas)

Termoperíodo se le denomina a la respuesta de las plantas a una fluctuación rítmica de la temperatura, entre las que figuran la germinación, el alargamiento del tallo, el desarrollo floral, la fructificación y el aumento de resistencia al frío. Se verifican de la manera más satisfactoria bajo un ritmo alternante de temperaturas. El termoperíodo se calcula por la siguiente fórmula:

Temperatura diurna o fototemperatura =

$$T. \text{ Máxima} - 0.25*(T. \text{ máxima} - T. \text{ mínima})$$

Temperatura nocturna o Nictotemperatura =

$$T. \text{ Mínima} + 0.25*(T. \text{ máxima} - T. \text{ mínima})$$

La importancia de la periodicidad anual de la temperatura se manifiesta en la distribuci3n geográfica de los cultivos. El éxito o el fracaso de la introducci3n de especies ex3ticas dependen, en gran parte, de la similitud o diferencia entre las

condiciones termoperiódicas anuales de las regiones de origen y las regiones donde se intentará el nuevo cultivo (12).

En la producción de tomates cultivados bajo condiciones de temperaturas constantes y alternantes, se encontró que este es sensible, a las temperaturas nocturnas. La temperatura nocturna óptima era de 26 a 30 grados centígrados; la fructificación se verifica abundantemente con temperaturas diurnas de 26.5°C y nocturnas de 15 a 20°C. El tomate crece principalmente de noche, con temperaturas superiores a 18°C. La traslocación de azúcares se convierte en factor limitante. La fructificación en el campo es escasa a temperaturas nocturnas superiores a los 22°C o inferiores a los 10°C (12).

El término termoperiodismo es usado para referirse a la respuesta que presentan las plantas a los cambios cíclicos de la temperatura ambiental, la temperatura es uno de los elementos meteorológicos característicamente cíclicos, por lo tanto, es común referirse al estudio de su variación por medio de termoperíodos anuales, diarios o irregulares, de acuerdo a si la variación estudiada comprende ciclos completos de un año, un día o varios días. Sin excepción, todos los termoperíodos presentan dos termofases, una positiva o sea la más cálida, y otra negativa, o sea la más fría. El estudio conjunto de ambas termofases señala las reacciones de los cultivos a la marcha temporal de la temperatura, tanto en su crecimiento como en su desarrollo. Según la respuesta de los cultivos al termoperíodo anual, estos se clasifican en: Termocíclicos, Paratermocíclicos y Atermocíclicos. Los cultivos termocíclicos son aquellos que presentan tejidos activos durante uno o más años, es decir, los cultivos perennes, estos a su vez, pueden ser criófilos o termófilos, según si tienen importantes requerimientos de bajas temperaturas o no. Por ejemplo, el manzano, el ciruelo y durazno son perennes criófilos y en cambio, el cacao, el cocotero y el caucho son perennes termófilos. También los cultivos bianuales se clasifican como cultivos termocíclicos. Los cultivos paratermocíclicos son las especies anuales que presentan tejidos activos en porciones de las termofases positiva y negativa, es el caso de los cultivos llamados de invierno,

como el trigo, la avena y la cebada. Los cultivos atermocíclicos son aquellos cultivos que solo presentan tejidos activos durante la termofase positiva del termoperíodo anual, como el maíz, tomate, frijól, chile, etc. (12).

Los termoperíodos irregulares son causados por la advección anormal de masas de aire polar o tropical. La respuesta de los cultivos, en general, se traduce en adaptaciones deficientes a las condiciones climáticas manifestadas como bajas brotación, floración prematura, escasa fructificación, rendimiento bajo, etc. (12)

I.3.3 EL CONCEPTO DE SUMA DE TEMPERATURAS

Cuando se estudia la duración de un cultivo (de ciclo anual), se observa que no es constante, variando según las regiones y de acuerdo a los años y fechas de siembra. Diversos estudios realizados concluyen que si se suma la temperatura media diaria desde el día en que se produce la germinación hasta el momento de la madurez, la suma total es siempre la misma cualquiera haya sido la ubicación del cultivo y el año considerado. Estas sumas fijas para cada vegetal recibieron el nombre de constante térmica. La constante térmica también puede calcularse para cada subperíodo. La idea de que las plantas tienen un “requerimiento de temperatura” para completar su ciclo, data del siglo XVIII, pero el mayor impulso a la teoría de acumulación energética o suma de temperaturas necesarias para que un cultivo complete su ciclo se establece en los últimos 70 años. A dicha acumulación se la designa de varias maneras: Suma de Unidades de Crecimiento, Sumatoria de Temperaturas, Sumatoria de Unidades Calóricas, Sumatoria de Grados-Día, etc. Existen distintos métodos para estimar las sumas térmicas: método directo, residual, exponencial, termofisiológico, Weather Bureau, etc. (14).

Puesto que las épocas en las que se producen las diferentes fases de desarrollo para una misma planta varían de un lugar a otro y de un año al siguiente, es útil investigar si es posible prever estas épocas con datos fijos. Se ha esperado llegar

a este resultado calculando la suma de temperaturas. La suma de temperaturas pueden ser obtenidas de diversas formas. Según Réaumur, que parece ser el primero que propuso su empleo, se calculan adicionando las temperaturas medias de todos los días transcurridos entre dos fases de la vegetación, se admite que una fase no puede producirse hasta que cierta suma de temperatura haya sido alcanzada. Se pueden establecer así las sumas relativas a la floración, la maduración, etc., calculadas desde el principio de la vegetación. Si nos acercamos al momento en que debe producirse normalmente una de estas fases y si la suma de temperatura que le corresponde está casi cubierta, se puede deducir que la fase se producirá en seguida. Si por el contrario, ésta suma está más o menos lejos de ser alcanzada, se puede calcular aproximadamente el número de días de atraso, dividiendo el valor de déficit de la suma de temperaturas por la temperatura media del momento (14).

Las diferencias comprobadas entre las épocas en las cuales se producen las fases del desarrollo de una misma planta en diversos lugares se explican bastante bien por medio de la suma de temperaturas. Es evidente, en efecto, que será necesario tanto más tiempo para alcanzar estas sumas, cuanto que la temperatura media del aire sea menos elevada (14).

Gasparín modificó el método de Réaumur, tomando como temperatura de cada día la media de la temperatura mínima nocturna observada por medio de un termómetro de mínimas y de la temperatura máxima observada por medio de un termómetro expuesto al sol. Se puede hacer una grave objeción al método de Gasparín, porque la temperatura indicada por un termómetro expuesto al sol no significa nada, basta cambiar la forma del depósito del instrumento o más sencillamente, ensuciarlo de algo para que varíen considerablemente sus indicaciones. Si Gasparín obtuvo resultados concordantes fue sin duda, debido a que utilizó el mismo termómetro en sus diferentes observaciones (14).

Empleando los métodos precedentes, se supone implícitamente que la velocidad de crecimiento es proporcional al exceso de la temperatura de aire sobre la del hielo lo que no puede ser exacto, puesto que por debajo de cierta temperatura (6 grados por ejemplo para el trigo) la planta deja de vegetar y su metabolismo es mínimo. (14).

Con el fin de eliminar este error, Candolle ha propuesto hacer la suma, no de las temperaturas medias del aire, sino de los excesos de estas temperaturas sobre la temperatura mínima de crecimiento vegetal. Por ejemplo, las temperaturas de 7 grados, 10 grados, etc., solo contarían como 1 grado, 4 grados, etc., en el caso del trigo. (14).

Cuando se comparan las temperaturas para latitudes muy diferentes, las sumas de temperaturas calculadas por uno u otro de los métodos indicados, se comprueban casi siempre entre ellas grandes desacuerdos.

Así Martins ha obtenido por el método de Réaumur, 1.005 °C para la cebada en Lyngen (70° grados de latitud norte), mientras que Boussingault obtuvo por el mismo método y para la misma planta un poco más de 1.700 grados en Bechelbronn (Alsacia). Este desacuerdo proviene de que la duración de día es mucho mayor en las latitudes elevadas que en las latitudes medias. Si se suman, para los diferentes lugares, no ya las temperaturas medias de cada día, sino las temperaturas medias de cada una de las horas durante las cuales las plantas han recibido la luz del sol, el acuerdo se establece en gran parte. (14).

Del estudio anterior de la suma de temperaturas, puede deducirse, que las sumas calculadas para un mismo vegetal presentan entre sí ya un perfecto desacuerdo, que no podría ser un efecto al azar, y a desacuerdos que inducen a negarle toda significación. La contradicción manifiesta de las dos conclusiones que acabamos de formular, demuestra que los cálculos de la suma de temperaturas son cálculos incompletos, siendo válidos únicamente cuando las circunstancias susceptibles de

influnciar la vegetación aparte de la temperatura del aire son iguales entre sí. La temperatura del aire, esta lejos de ser, en efecto, el único factor susceptible de influnciar la vegetación: a temperaturas iguales, la desigualdad de la radiación solar y de la precipitación bastarían para diversificar las épocas de las diversas fases de la vegetación. (14).

Es necesario reconocer, sin embargo, que en lo concerniente a las intensidades de la radiación solar, la suma de temperaturas está relacionada con ella en cierta proporción. La temperatura del aire sigue, en efecto, con un retraso mayor o menor, las variaciones de intensidad de la radiación solar (medidas por las cantidades de calor derramadas diariamente por el sol), la temperatura del suelo, aunque menos importante desde el punto de vista vegetativo que la del aire, tiene, sin embargo una influencia que no es despreciable. (14).

Según la temperatura del suelo, las raíces que éste encierra se encuentran más o menos dispuestas para los cambios osmóticos; cuando la temperatura es baja, la absorción de agua por las raíces es débil. Puede ocurrir que la temperatura del aire aumente mucho más rápidamente que la del suelo, la evaporación por los órganos aéreos de las plantas puede entonces originar un gasto de agua superior a la cantidad que pueden proporcionar las raíces y las plantas se marchitan. Así se explican los malos efectos que suele producir una brusca elevación de temperatura en primavera. (14)

1.3.4 CONSTANTE TÉRMICA (ACUMULACIÓN DE CALOR)

Se ha usado desde el siglo XVIII el concepto de suma de temperaturas más conocido como constante térmica, unidades térmicas (UT), grados día o unidades térmicas de crecimiento. La mayoría de los sistemas de unidades térmicas se fundamentan en la suma de las temperaturas positivas, por encima de una temperatura base o punto cero de actividad vital. Para la mayoría de las plantas sembradas tempranamente, como trigo, cebada y guisantes, la temperatura base utilizada es la de 4.5 °C., se sabe que a esta temperatura usualmente se produce un crecimiento apreciable. Para maíz ha sido utilizada una temperatura base de 10 °C., y para algodón posiblemente es preferible la de 15 °C.

El número de unidades térmicas para un día se obtiene substrayendo de la temperatura actual para aquel día, la temperatura base. La suma de las unidades térmicas diarias da el total para el periodo comprendido entre la fecha de plantación y la de maduración. Este sistema ha sido denominado también, sistema del índice restante, y los valores expresados en términos de día grado, grados día, unidades calor y unidades térmicas (15).

Una planta para completar su ciclo vegetativo, debe acumular cierto número de grados de temperatura, el método de cálculo más sencillo es la suma de temperaturas medias diarias. Otro método es el llamado crecimiento grados día, cuyo procedimiento se basa en que toda la planta comienza a crecer por encima de una temperatura mínima llamada punto crítico (PC). Los vegetales no tienen una alta temperatura corporal, lo que es muy característico de los animales superiores. La temperatura de la mayoría de las plantas es muy cercana a la ambiental; las plantas absorben o pierden calor conforme el ambiente se hace más cálido o más frío, respectivamente. Se ha mencionado anteriormente, que

todas las plantas deben consumir o acumular determinada cantidad de calor, desde la germinación, hasta la madurez (15).

La constante térmica se puede definir como la cantidad de temperatura acumulada que necesita una especie vegetal para completar su ciclo vegetativo. Siempre que sea posible, es recomendable calcular la constante térmica por variedades o por subperiodos o etapas fenológicas. La constante térmica no es absolutamente invariable, ya que existen ciertos factores ambientales que la modifican, los más importantes son el contenido de humedad del suelo, su nivel de fertilidad, su temperatura y tipo de suelo, además, de la densidad de población (15).

La mayor parte de la literatura sobre este tema tienen por objeto conocer los requerimientos térmicos de un cultivo, pero los estudios para determinar las necesidades de calor por fase y etapa fenológica son escasos.

El trabajo de Adisarwato *et. al.* (1994) referente a necesidades térmicas de haba, muestra que la acumulación de calor en la emergencia presenta un promedio de 208 días grado de desarrollo. Su estudio se encaminó a determinar el efecto de la fecha de siembra sobre la floración y vernalización en dos localidades diferentes de sur australiano. (15)

Wiggans (1956) menciona que las plantas, aparte de requerir condiciones favorables de humedad, se ven afectadas por la temperatura. En su estudio con avena concluyó que, aunque otros factores como la lluvia y las enfermedades pueden afectar el crecimiento de las plantas, la temperatura es el principal factor en la determinación de su madurez (16).

Murray (1977) después de diferentes experiencias, llegó a la conclusión de que la tasa de desarrollo no está en función directa de la escala de temperatura, ya que varía de acuerdo con la fase fenológica (17).

La acumulación de unidades térmicas durante una etapa vegetativa varía de un lugar a otro, ya que al calcular la constante térmica para maíz, Bootsma (1977), determinó que en Kentville se requieren 2207 U. T.; en Truro 2249 U. T. y en Charlottetown 2421 U. T.

Pascale y Damario (1954) confirmaron que existe variabilidad de las U. T. para completar el desarrollo vegetativo del cultivo de trigo, aún en el mismo lugar para años diferentes y para distintas fechas de siembra (18).

Hayek y Gutiérrez (1979) coincidieron que el desarrollo de las plantas depende de la temperatura, factor importante para planificar las épocas de siembra, determinar las probables fechas de maduración de los productos, practicar siembras seriadas, etc. (19).

Bloc y Gouet (1977) relacionaron el efecto de las UT sobre la madurez de maíz mediante estimaciones de temperatura base en función del método residual, que relaciona la temperatura máxima y mínima restando una temperatura base propuesta. Concluyeron que el método de UT acumuladas para la predicción de madurez en maíz es más eficiente que utilizando el número de días, así mismo indican que los periodos fenológicos deben controlarse para diferentes tipos de suelo y fechas de siembra (20).

En Valles Altos, Hernández (1983) estudió los requerimientos térmicos de algunas variedades de maíz, haciendo con esto una distribución en localidades que reúnen las necesidades requeridas por las variedades, estimando la cantidad de UT necesarias desde la siembra hasta la floración y madurez fisiológica. Al analizar las UT de siembra a floración observó en cada material genético diferentes requerimientos, Tlaxcala 169 SMC2 acumulo 744.3 UT, H – 129, acumulo 883.7 UT, H – 32, acumulo 724.9 UT (21).

Mora (1985) determino las condiciones agroclimáticas en función de las U. T. en variedades de trigo en el Campo Experimental El Bajío, utilizando el método directo, ya que presentó el mejor ajuste para la región. El experimento se hizo con dos fechas de siembra: 1 y 24 de diciembre, llegando a la conclusión de que los requerimientos de U. T. fueron mayores en la fecha del 1º de diciembre con 2291 UT, y para el 24 de diciembre de 2095 U. T. El rendimiento fue mayor en las variedades sembradas en la primera fecha. (22)

Rocha (1987) observó la diversidad del material genético y regiones ecológicas, ya que existe el problema de la distribución y adaptación de los cultivos agrícolas. Determinó las necesidades térmicas de varios tipos de maíz criollo, concluyendo que existe una relación directa entre el crecimiento de las plantas y las UT acumuladas en los diferentes tipos de maíz criollos (18).

Corzo (1991) empleó el método residual en su estudio del potencial térmico y estación de crecimiento, usando como temperatura base 7, 8 y 10 grados centígrados en los cultivos de maíz, frijol y trigo (18).

Robertson y Frazier, citados por Flores (1990) encontraron que el frijol requiere de 1800 UT de siembra a cosecha, determinados por el método residual (23).

I.3.4.1 MÉTODOS DE CUANTIFICACION DE LA CONSTANTE TÉRMICA

Método directo.- Consiste en sumar las temperaturas medias diarias, desde la germinación hasta la madurez fisiológica, exceptuando las temperaturas por debajo de cero grados centígrados.

$$CT = T x * \text{Número de días}$$

$$CT = \text{Suma de temperaturas expresada en } ^\circ \text{ días}$$

T x = Temperatura media diaria, semanal, decenal, quincenal o mensual
(* multiplicación)

Método residual.- Este método requiere para su cálculo la temperatura media a la cual se le resta una temperatura base que depende de cada especie vegetal y debajo de la cual el crecimiento y desarrollo se inhibe. La temperatura base para el crecimiento y desarrollo de los cultivos es mas conocida como cero vital, siendo 6° C. el cero vital universal.

$$CT = (T x - C V) * \text{Número de días}$$

$$CT = \text{Suma de temperaturas expresada en } ^\circ \text{ C/ días}$$

T x = Temperatura media diaria, semanal, decenal, quincenal o mensual

C V = Cero vital, también llamado Temperatura base o umbral

Este método mejoraría notablemente sus resultados si se usaran valores particulares del cero vital por especie o subperíodos, ya que se sabe por ejemplo, que el maíz tiene un cero vital de 10 grados centígrados, en cuyo caso se estaría sobre valorando la constante térmica y en el caso de trigos invernales se subestimaría, ya que durante sus primeros días requieren temperaturas inferiores a los 6 grados centígrados, que son efectivas para su desarrollo. (24)

Método exponencial.- Este método utiliza el principio de Vant Of y Arrhenius, que establece que la velocidad de las reacciones dentro de las plantas se duplica por cada aumento de 10 grados centígrados en la temperatura. De acuerdo a este método, las temperaturas elevadas de 40°C; 50°C. etc., serían las más eficientes, lo cual induce a errores, pues se sabe que por encima de la temperatura cardinal óptima, cualquier elevación térmica es más bien perjudicial que benéfica, por lo tanto este método es objetable para ser usado en zonas calurosas. Por este método, la constante térmica resulta de la sumatoria de los índices exponenciales.

$$CT = (T x - T u) / (10)$$

CT = suma de temperaturas expresada en °C/ días

T x = Temperatura media diaria, semanal, decenal, quincenal o mensual

T u = Temperatura unitaria = 4.5 °C. (24).

Método de Gilmore y Rogers (1958): adoptado por la Oficina Meteorológica de EE.UU (Weather Bureau), Para calcular la acumulación de unidades de calor, se utiliza la siguiente fórmula: (25)

$$\text{Unidades térmicas WB} = \frac{T. \text{Máx} + T. \text{Mín.}}{2} - 10$$

Con la salvedad de que:

- Cuando la temperatura máxima supera los 30°C, se utiliza en la fórmula el valor de 30°C.
- Cuando la temperatura mínima es inferior a 10°C. en la fórmula se utiliza el valor de 10°C.

365

Ejemplo: $\sum_{1}^{F_2} \frac{\text{Temp. Máx} + \text{Temp. Mín.}}{2} - 10 = \text{unidades térmicas WB anuales}$

Ejemplo: $\sum_{F_1}^{F_2} \frac{\text{Temp. Máx} + \text{Temp. Mín.}}{2} - 10 = \text{unidades térmicas WB del subperiodo}$

La suma de temperaturas puede expresar la necesidad del vegetal para el desarrollo, siempre que la temperatura sea el único elemento, o el fundamental, determinante de la expresión de su desarrollo. Pero, cuando otros elementos contribuyen para el cumplimiento del proceso fásico, la suma de temperaturas como elemento biometeorológico del proceso resulta insuficiente.

Método termofisiológico.- La eficiencia de la temperatura se establece comparando la velocidad de crecimiento de la planta a dicha temperatura respecto a la velocidad de la temperatura unitaria (4.5 °C). Por ejemplo si a 30 °C la eficiencia de la temperatura es de 120, esto quiere decir que a 30 °C el crecimiento de la planta es 120 veces más rápido que a 4.5 grados centígrados. Para calcular la constante térmica por este método, se tomaría la temperatura media diaria en la gráfica o tabla respectiva y se obtendría el índice termofisiológico correspondiente. La sumatoria de los índices daría la constante térmica.

Los métodos vistos hasta aquí presentan las siguientes deficiencias:

1) Se toma una sola temperatura base o cero vital, sin tomar en cuenta que esta varía con la especie y con las etapas fenológicas.

- 2) Se toma una respuesta lineal de las plantas a las temperaturas dando con ello un mayor peso a las temperaturas elevadas.
- 3) Se asume que las temperaturas diurnas y nocturnas tienen la misma importancia para el crecimiento de las plantas.
- 4) No se distingue la diferencia entre periodos calurosos y fríos y la situación contraria.
- 5) No se toma en cuenta que las variaciones diarias en la temperatura son con frecuencia más importantes que el valor de la temperatura media diaria.

Método de los triángulos y de los trapecios.- Son métodos gráficos que eliminan varias de las deficiencias de los anteriores métodos, solo que son más laboriosos y requieren de termogramas, los cuales no siempre están disponibles. Se mantiene únicamente la deficiencia de darle demasiado peso a las temperaturas máximas y esa deficiencia se elimina al usar el método de los trapecios. En éstos métodos se pueden establecer diferentes valores del cero vital y temperatura cardinal óptima para diferentes lapsos de tiempo, de acuerdo a la etapa fenológica vigente. (25)

Método de Thom.- Da Mota (1979) cita un método ideado por Thom en 1954, que tiene importancia más por su facilidad de cálculo que por la exactitud de sus resultados. Utiliza como datos principales la temperatura media mensual, la desviación de la media mensual y la temperatura base o cero vital correspondiente a la especie estudiada (25).

Índice Heliotérmico de Geslin.- El conocimiento de la iteración de la temperatura y la duración del día sobre el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales es relativamente reciente. La constante térmica se ve afectada por el fotoperíodo y entonces se tiene diferentes constantes térmicas para diferentes duraciones del día, por ejemplo, La constante térmica disminuye al aumentar la duración del día.

Las plantas, para su crecimiento y desarrollo, presentan exigencias combinadas de temperatura y fotoperíodo, es decir, presentan necesidades heliotérmicas o fototérmicas, así, si el fotoperíodo permite la floración de una planta, ésta solo se producirá si la planta ha recibido una suma determinada de temperaturas y viceversa, o sea, si la planta ha recibido la suficiente cantidad de temperatura, la floración solo se producirá si también se cumplen las exigencias de fotoperíodo. Diversos experimentos han llevado a la conclusión de que las exigencias heliotérmicas de las plantas son constantes según la especie y aún más, según la variedad.

De Fina (1975) aclara que dicho índice permanece razonablemente constante para cierta variedad, siempre que las siembras hayan sido realizadas en la época normal correspondiente a la variedad estudiada, ya que por la metodología de cálculo, no se puede distinguir si durante el ciclo vegetativo el fotoperíodo va disminuyendo o aumentando.

I.3.4.2 USO E IMPORTANCIA DE LA ACUMULACIÓN DE CALOR EN LA AGRICULTURA

Algunas de las aplicaciones de las unidades térmicas en la agricultura son las siguientes:

- A) Zonificación de variedades de cultivo de acuerdo a las unidades térmicas disponibles en una región, así como a las unidades térmicas requeridas por un cultivar de la siembra a la madurez.
- B) Pronóstico de las fases fenológicas de los cultivos, tales como emergencia, floración, madurez, etc.

- C) Programación de actividades agrícolas, tales como, fechas de siembra, aplicación de insecticidas para el control de plagas, fechas de cosecha, etc.
- D) Programación de fechas de siembra de progenitores de maíz y sorgo en programas de producción de semillas.
- E) Clasificación de especies y variedades con unidades térmicas como una medida estándar, en lugar de días, para evitar las diferencias que se presentan para un mismo cultivar de una región a otra.
- F) Periodicidad de los estados de crecimiento y desarrollo de las plantas.
- G) Verificar el exceso o disminución de temperaturas en una zona.
- H) Evaluar los requerimientos térmicos de la planta (34)

I.3.4.2.1 ESTACIÓN Y PERIODO DE CRECIMIENTO

La estación de crecimiento es el periodo disponible para las plantas, que presentan condiciones favorables de humedad y temperatura, para su desarrollo, crecimiento y rendimiento.

Day (citado por Grassi, 1983) utilizó el término estación o periodo de crecimiento para el número de días entre la fecha promedio de la última y primera helada que mata las plantas en primavera y otoño. Este concepto lo utilizó para determinar la longitud de la estación de crecimiento en los Estados Unidos de América (27).

Reed 1916 (citado por Grassi, 1983) definió la estación de crecimiento como el periodo de tiempo comprendido entre la fecha de helada con razonable seguridad en primavera y la fecha con razonable seguridad en otoño. Este autor observó que el simple promedio de esos periodos no representa el tiempo aprovechable para el crecimiento de las plantas cultivadas (27).

Grassi (1983) concluyó que la estación de crecimiento para un genotipo está determinada por algún o algunos de los elementos ambientales como las heladas,

la precipitación, la humedad del suelo y del aire, el fotoperíodo, el termoperíodo, el granizo, el viento, la incidencia de plagas y enfermedades, y otros cuya variación en el tiempo llegue a niveles que limiten el rendimiento potencial del cultivo. (27, 28, 29)

Por otro lado, Ojeda et al. (1987) define la estación de crecimiento como el número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y temperaturas favorables para el desarrollo de un cultivo. (31)

I.3.4.2.2 ESTACIÓN DE CRECIMIENTO O PERIODO DE CRECIMIENTO POR DISPONIBILIDAD DE TEMPERATURA.

Se designa como al periodo (en días) durante el cual un cultivo se desarrolla sin ser afectado por bajas temperaturas (heladas). Este tipo de estación de crecimiento depende de las temperaturas, las cuales pueden afectar notablemente el desarrollo de los cultivos. En este sentido, se establecen diferencias en cuanto a la temperatura limitante para el desarrollo del cultivo:

Helada meteorológica ≤ 0 °C.

Helada agrometeorológica ≤ 4.5 °C.

Para trabajos de zonificación de cultivos (FAO 1978) ≤ 6.5 °C.

Ortiz (1987) aplicó la metodología de la FAO (1978) para determinar la estación de crecimiento. El consideró la temperatura mínima media mensual de 6.5 °C como el límite de la temperatura favorable para el desarrollo de los cultivos, por lo que el periodo de temperaturas inferiores a 6.5 °C es restado del periodo de disponibilidad de agua (10, 32)

Velásquez (1989) considerando los diversos criterios de estación de crecimiento, concluye, que este concepto ha sido definido tomando como característica principal, el elemento climático de mayor importancia en el lugar, como: temperatura umbral de desarrollo, humedad disponible y las heladas. Por ello, este autor sugiere que, la definición de estación de crecimiento que propone la FAO (1978), que se refiere al número de días durante el año en el que la disponibilidad de agua y temperatura favorables que permiten el mejor desarrollo de los cultivos, es la más adecuada. (33)

I.3.4.2.3 FENOLOGÍA

Uno de los fenómenos naturales más evidentes es el que las plantas aumenten de tamaño en forma más o menos continua y desarrollen nuevos órganos en forma intermitente durante su vida. En la vida vegetal se distinguen dos grandes etapas, el desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo. La primera etapa se refiere al desarrollo de las raíces, tallos y hojas; la segunda etapa, a la formación de flores, frutos y semillas. Las observaciones fenológicas en la agricultura son de suma importancia, ya que el conocimiento de las necesidades climáticas de una especie vegetal permite una mejor elección de tipo de producción a implementar en una zona o región (34).

En los vegetales, desde su nacimiento e inicio de su crecimiento, se da una actividad biológica que está determinada por un ritmo – se acelera o retarda – según la ocurrencia de los fenómenos meteorológicos. La planta es un verdadero aparato meteorológico que no registra las variaciones de un solo elemento, sino las de todos los componentes del complejo climático que tienen influencia sobre su ciclo biológico (34).

Una fase fenológica representa cada uno de los rasgos o fenómenos periódicos que presentan los vegetales. Así una etapa fenológica es el intervalo comprendido entre dos fases sucesivas, como por ejemplo, la etapa floración – amarre de fruto, siembra – emergencia, etc. Las principales variables que controlan la fenología de cultivos son: fecha de siembra, duración del día (fotoperiodo), temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad del suelo, disponibilidad de nutrientes y el componente genético de la planta (34).

Las aplicaciones más sobresalientes de las fases y etapas fenológicas incluyen:

- a) Elaborar planes de trabajos agrícolas, según la longitud del periodo vegetativo.
- b) Calendario para el combate de plagas, enfermedades y malezas de acuerdo a la época de mayor incidencia.
- c) Zonificación agrícola en base a mapas fenológicos.

Existe una gran cantidad de variedades para cada cultivo, las cuales tienen un amplio rango de respuestas a los factores que controlan la fenología. Los datos fenológicos obtenidos durante los diferentes años pueden ser comparables, los campos muestreados deben tener propiedades similares: tipos de suelo, aspecto, relieve, etc. Los campos seleccionados para las observaciones deben tener una extensión óptima de alrededor de una hectárea (10000 m²) o como mínimo de 2000 m². Es importante saber escoger las fases fenológicas a monitorear, hacer las observaciones tres veces por semana, pero en ningún caso el intervalo de observación debe ser mayor a una semana. Las observaciones se deben hacer aproximadamente a la misma hora, de preferencia antes de las 10 hrs., siguiendo la misma ruta. En cultivos que son sembrados en hileras de anchuras diferentes: maíz, girasol, algodón, etc., las observaciones fenológicas son llevadas a cabo en 40 plantas seleccionadas al azar las cuales se mantienen constantes durante todo el periodo de crecimiento, no es recomendable que exista una distancia menor de

15 a 20 m entre las repeticiones. En cultivos anuales sembrados al voleo como trigo, cebada, alfalfa y trébol, las observaciones fenológicas son llevadas a cabo nuevamente, en 40 plantas. En cultivos perennes las observaciones se hacen solamente en 10 plantas seleccionadas para el cultivo. Los datos fenológicos deben ser registrados en formatos especiales para los informes mensuales (34).

I.4 ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA RELACIÓN ACTUAL ENTRE EL CLIMA Y LA AGRICULTURA.

El objetivo principal de la Meteorología Agrícola es mejorar la producción agropecuaria mediante la previsión y conocimiento de las condiciones atmosféricas. En otras palabras, es poner la ciencia de la meteorología al servicio de la agricultura en sus diversas formas y facetas (fruticultura, ganadería, silvicultura, etc.). Sin embargo, De Fina y Ravelo (1975) consideran que dado que actualmente los pronósticos o predicciones meteorológicas son a muy corto plazo (de 48 horas a 10 días) y que su grado de precisión no es del todo satisfactorio, tiene más utilidad para la agricultura el estudio de las probabilidades de que ocurran eventos desfavorables para los cultivos. Este tipo de estudios se basaría lógicamente en estadísticas de los fenómenos meteorológicos. Es decir, que por el momento la agroclimatología tiene más utilidad práctica que la agrometeorología. Azzi, (1971) concuerda con la idea anterior al decir que a la fecha, la agricultura no puede adaptarse al tiempo, sino al clima. (35)

Las diferencias de ambas disciplinas es clara, pero también es claro que la agroclimatología surge de los análisis estadísticos de los datos agrometeorológicos, es decir, que con el término agrometeorología se pueden englobar ambas disciplinas siempre y cuando se tenga presente lo anterior (35).

Además del clima natural, de sus variaciones locales, de las modificaciones artificiales del medio ambiente, la Meteorología Agrícola enfrenta un gran reto debido a los siguientes planteamientos:

1. El cambio climático
2. El calentamiento global
3. El oscurecimiento global
4. El efecto de invernadero

Los cambios observados en el clima muestran que la composición de la atmósfera está cambiando al igual que el clima de la tierra (la temperatura, las precipitaciones, el nivel del mar, las capas de hielo marino, y en algunas regiones los fenómenos climáticos extremos tales como las olas de calor, fuertes precipitaciones y sequías). Dichos cambios se han observado en la Región de Cuautitlán y particularmente en el área de las estaciones meteorológicas en estudio, en este sentido los productores de durazno de la región indicaron que el cultivo de durazno presentaba problemas de en la maduración del fruto, es decir que no llegaba a termino, a partir de esta inquietud el Ing. Guzmán 1990 en el trabajo de su tesis profesional indica que el crecimiento urbano e industrial de la región de Cuautitlán ha modificado el clima local de la zona de tal forma que la estación y periodo de crecimiento tiende a variar y consideró que la disminución anual de las unidades calor acumuladas eran las responsables de la no maduración del fruto. No obstante, el efecto en la zona no era generalizado y no se consideró relevante y fue hasta fines de la década de los 90's cuando se hace evidente la modificación de la estación y periodo de crecimiento de la zona de influencia de la Facultad, es decir se tiene un desfase en las fecha de siembra de 30 a 45 días. (Ochoa Ibarra, comunicación personal 2008)

Por otra parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, en el documento técnico V del IPCC – Cambio climático y biodiversidad - publicado en abril del 2002 bajo los auspicios del Presidente del IPCC, el Dr. Robert T. Watson, Incluye cambios en la atmósfera, clima y sistema biofísico terrestre durante el siglo XX indicadores de cambio (tabla 1).

Tabla 1 Indicadores de cambio

Indicadores Meteorológicos	Cambios Observados
Temperatura media global de la superficie	Aumento en un 0.6 más menos 0.2°C muy probablemente (90 a 99%)
Índice de calor/días calor	Aumento probablemente (66 a 90%)
Días fríos/con heladas	Disminuyeron en casi todas las zonas terrestre muy probablemente

Indicadores biológicos y físicos	Cambios observados
Estación de crecimiento	Aumento entre 1 y 4 días por década durante os últimos 40 años en el hemisferio norte, especialmente en latitudes altas.
Cría, floración y migración	Anticipación en la floración de plantas, la llegada de pájaros y fechas de crianza, así como la pronta aparición de insectos en el hemisferio norte.

Muchas fluctuaciones del tiempo forman parte de regímenes temporales, pero identificar los grandes ciclos es un objetivo difícil de alcanzar. Es importante comprender que las olas de calor o de frío y otros fenómenos extremos pueden formar parte de un ciclo meteorológico temporal que, de hecho, no implica un cambio climático, ya que las variaciones a largo de períodos prolongados también parecen seguir un ciclo.

Los cambios climáticos en la tierra son el resultado de un complejo de factores o parámetros ya que por un lado los sistemas de circulación de la atmósfera puede provocar cambios en el tiempo que persisten durante décadas, mientras que los

sistemas de circulación de los océanos pueden provocar cambios climáticos con una duración entre años y milenios. Otro aspecto es la teoría de la deriva de los continentes y/o la cantidad de radiación emitida por el sol junto a la actividad de las manchas solares. No obstante, la teoría más importante sobre el cambio climático a largo plazo hace referencia a las variaciones de la órbita de la tierra (teoría de Milankovitch). Esta teoría relaciona tres cambios periódicos de la trayectoria anual de la tierra alrededor del sol con la evolución de las glaciaciones. Estos cambios en la órbita de la tierra alteran la cantidad de luz que llega a las distintas latitudes debido a que:

1. El eje de la tierra describe un círculo completo cada 19000 y 23000 años aproximadamente.
2. La inclinación del eje fluctúa entre 22 y 24.5° 41000 años.
3. La anchura máxima de su órbita crece y decrece cada 100000 y 433000 años.

La teoría de Milankovitch. está avalada por los estudios de la cantidad de luz solar que llega a las latitudes altas del hemisferio norte, la cual ha variado en un 9% dentro de cada período de 100000 años. Otra razón es que las variaciones de la órbita terrestre coinciden casi exactamente con la aparición y desaparición de las glaciaciones (36).

Hoy en día se considera al factor humano como un elemento más del cambio climático, aún cuando no hay consenso sobre la influencia exacta que la actividad humana tiene sobre el clima a largo plazo es indudable que hemos influido en el tiempo local o escala local, ya que el crecimiento de las ciudades están alterando las condiciones climáticas de su entorno debido a que los edificios y las carreteras absorben gran cantidad de luz y la almacenan con eficacia, así también, los procesos industriales y el aire acondicionado generan calor, en consecuencia, las ciudades son más cálidas que sus alrededores, sobre todo en noches tranquilas y despejadas en el centro de la ciudad, donde la temperatura puede ser superior en relación con su periferia (36).

El calor adicional hace que el aire se eleve más sobre las ciudades, lo cual junto con la niebla y el polvo generados en las zonas urbanas, potencian la formación de nubes y producen entre un 5 y 10% más de precipitación, sobre todo en forma de fuertes tormentas de verano. Además, las construcciones forman una barrera irregular que disminuye la velocidad del viento a nivel del suelo, lo cual contribuye a la formación de smog (niebla tóxica fotoquímica) en verano y aumenta la probabilidad de niebla en invierno. El smog se combina con las temperaturas elevadas y hace que las olas de calor resulten más sofocantes en las ciudades; la lluvia presenta un pH más ácido (36).

La deforestación genera opiniones encontradas y puede tener consecuencias para el medio ambiente, pero sus efectos sobre el clima global no están claros. La destrucción de las selvas tropicales afecta en gran medida al clima local, ya que aumentan las temperaturas diurnas y disminuyen las nocturnas, sin embargo, según los estudios realizados tienen poca consecuencia en la escala global. El suelo desnudo refleja más luz solar al espacio, lo cual podría tener un efecto de enfriamiento en el clima global. No obstante, al mismo tiempo, a menor número de árboles que desprenden vapor de agua a la atmósfera, disminuye la formación de nubes y las precipitaciones. La ausencia de nubes provoca un calentamiento y compensa el hecho de que la superficie sea más reflectante, se ha argumentado que parte del enfriamiento global que se ha producido en los últimos 5000 años se puede atribuir a la reforestación (36).

El calentamiento global debido a las actividades humanas refuerza el efecto de invernadero natural y según los científicos se prevé un aumento en la temperatura global media de entre 1.5 y 4.5°C. En las regiones polares sería de 9°C y en los trópicos un máximo de 3°C, en consecuencia, el calentamiento global conlleva a un aumento de la temperatura y a cambios en los regímenes pluviales, que a su vez tendrían consecuencias graves para la agricultura. Según los modelos

informáticos se prevé que el mundo industrializado se beneficiaría del aumento de temperatura y precipitación en las latitudes medias, sin embargo, estos cambios provocarían sequía en los países en vías de desarrollo situados en los trópicos y subtropicos. Esta conclusión aumenta el abismo existente entre el mundo desarrollado y los países en vía de desarrollo (36).

El clima global se ha calentado en 0.5°C durante los últimos 100 años, según los modelos climáticos globales (GCM), los cuales se basan en el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera. Las nubes reflejan la luz solar, lo cual provoca el enfriamiento de la tierra, pero también absorben el calor, lo cual tiene un efecto de calentamiento. Se cree que reflejan más energía que la que absorben, por lo que el efecto final es un enfriamiento. La contaminación aumenta la formación de nubes y el incremento de nubosidad reduce la luz solar que llega a la tierra. Teniendo esto en cuenta, las predicciones de un calentamiento en ciertas zonas del hemisferio norte se han revisado a la baja; sin embargo, en 1994, los científicos se percataron que las nubes son capaces de absorber hasta cuatro veces más energía solar de la que se suponía (36).

Por otra parte, se ha considerado que el calentamiento observado en décadas recientes podría ser una fluctuación natural de la circulación oceánica o de los regímenes atmosféricos. (36)

I.5 LAS ISLAS DE CALOR

Las islas de calor se caracterizan por que la temperatura tiende a ser mayor en las áreas urbanas que en las rurales, esto se debe a las construcciones y al pavimento de las carreteras, así como a la modificación que sufre la dirección del viento. Este calor adicional puede reducir el total de grados días de calor acumulado, de un 5 a 15%, aunque puede aumentar el número de días grados fríos. La estación de crecimiento puede ser mayor dentro de las ciudades que en sus alrededores (8).

Las zonas o domos de polvo son favorecidos por el desarrollo urbano e industrial y ejercen un efecto pronunciado en las longitudes de onda corta, reduce la intensidad de los rayos ultravioleta y la radiación solar la cual es más pronunciada durante el invierno (8).

Las islas de calor y los domos de polvo promueven la variación climática a corta distancia dentro de una zona urbana. (8)

II. MATERIALES Y MÉTODOS:

II.1 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO.

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, FES-C, campo 4 que se ubica en el Municipio de Cuautitlán Izcalli Estado de México, ya que dentro de las instalaciones de la FES-C, se encuentra la estación meteorológica Almaraz, con las siguientes coordenadas: 99° 11' 21.12" de longitud Oeste y 19° 41' 18.6" de latitud Norte, con una altitud de 2274 msnm.

La FES-C, se encuentra a 2.5 Km. al Noroeste del Municipio de Cuautitlán Estado de México; colindando al Sur con el mismo municipio Municipio, al Sureste con el Municipio de Melchor Ocampo, al Norte con el Municipio de Teoloyucán y al Oeste con el Municipio de Tepotzotlán.

Este estudio también incluye la Estación Meteorológica del Parque de la Reserva Natural de Xochitla, dentro del Municipio de Tepotzotlán, Estado de México, aproximadamente a 3 Km de la FES-C. Sus coordenadas son 99° 11' 58.2" de longitud Oeste y 19° 43' 04.8" de latitud norte, con una altitud de 2289 msnm.

II.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

De acuerdo con la Maestra Teresa Reyna T (1978), en su estudio climático frutícola, determinó que con base en el sistema de Koppen modificado por García, el clima de la región corresponde a C (Wo) (w) b (i); templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano e invierno seco, menos del 5% de la precipitación anual, con verano largo y fresco, con poca oscilación de temperatura. Dicho estudio se considera que la temperatura media anual es de 15.7°C, con una oscilación media mensual de 6.5 °C, siendo enero el mes mas

frío, con una temperatura promedio de 11.8 °C y junio el mes mas caliente con una temperatura promedio de 18.3 °C.

La temperatura máxima promedio es de 26.5 °C en el mes de abril y la temperatura mínima promedio es de 2.3 °C en el mes de enero. La constante térmica o acumulación de calor promedio, con un CV=12°C, es de 1250°C/días al año. (3).

II.3 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS.

De acuerdo con el sistema de clasificación, los suelos de la región han sido clasificados por Orlando de la Teja, (1982), como Vertisoles Pélicos. Son suelos con textura fina, arcillosa, suelos pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; forman grietas profundas cuando se secan y pueden ser impermeables al agua de riego o lluvia. (4)

Situación de la zona de estudio.

A partir de 1974 la zona de estudio presentó y presenta un gran desarrollo urbano e industrial que ha modificado el uso del suelo, de tal manera que en la actualidad el desarrollo a desplazado las parcelas de cultivo alterando así el clima del lugar, es decir, que el clima prevaleciente en la actualidad es urbano ya que se puede observar la presencia de islas de calor y zonas de polvo.

II.4 METODOLOGIA

En el presente estudio los datos utilizados fueron recopilados desde el mes de enero del año 1990 al mes de diciembre del año 2002, y corresponden a las Estaciones Almaraz y Xochitla, las variables utilizadas fueron la temperatura máxima, mínima y media. La ubicación de las Estaciones Meteorológicas de la Represa el Alemán, Almaraz y Xochitla, se muestra en la Imagen 1.



Imagen 1. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas Represa Alemán, Almaraz y Xochitla en el municipio de Cuautitlán estado de México.

Para contrastar la información se utiliza como clima Patrón el trabajo de la Maestra Teresa Reyna T, y como referencial la normal de 1961 a 1990 de la Estación Represa el Alemán, posteriormente y con el propósito de contar con una visión oficial se incluyeron las normales de 1951 a 1980 y 1971 al 2000, de la estación mencionada. (Anexo 1. Normales de la Estación Represa El Alemán, Tepotzotlán estado de México). (5, 26) Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Equipo de cómputo: Programa Excel.

Análisis de información.

El procesamiento de los datos climáticos de temperatura y obtención de la normal correspondiente a 13 años, permitió obtener el cálculo de la constante térmica y el comportamiento de la acumulación de calor..

Para el cálculo de la constante térmica se obtuvo la normal de la temperatura media diaria de cada una de las estaciones y se utilizaron los métodos directo y residual, este último método con 6 ceros vitales (temperatura base), a saber: 4.5, 6.0, 8.0, 10, 12 y 15°C. (Anexo 2.)

Para el análisis del comportamiento de la acumulación de calor se utilizó el Método Directo y se consideró que una variación menor o igual al 5% de la acumulación total anual era normal.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que la acumulación de calor anual en la Estación Almaraz es de 5487.0°C y de 5355.9°C para la Estación Xochitla, lo cual se puede explicar debido a la ubicación de las instituciones, es decir Xochitla (Imagen 2) se encuentra en la periferia mientras que la FES Cuautitlán está dentro de una zona urbana e industrial (Imagen 3) y por tanto se puede suponer la existencia de una isla de calor en su área de influencia inmediata, no obstante al considerar el referencial Alemán, (5490.8°C) (Imagen 4) observamos que no existe una diferencia con respecto al Almaraz y dada su ubicación la acumulación de calor debería ser similar a la de Xochitla.

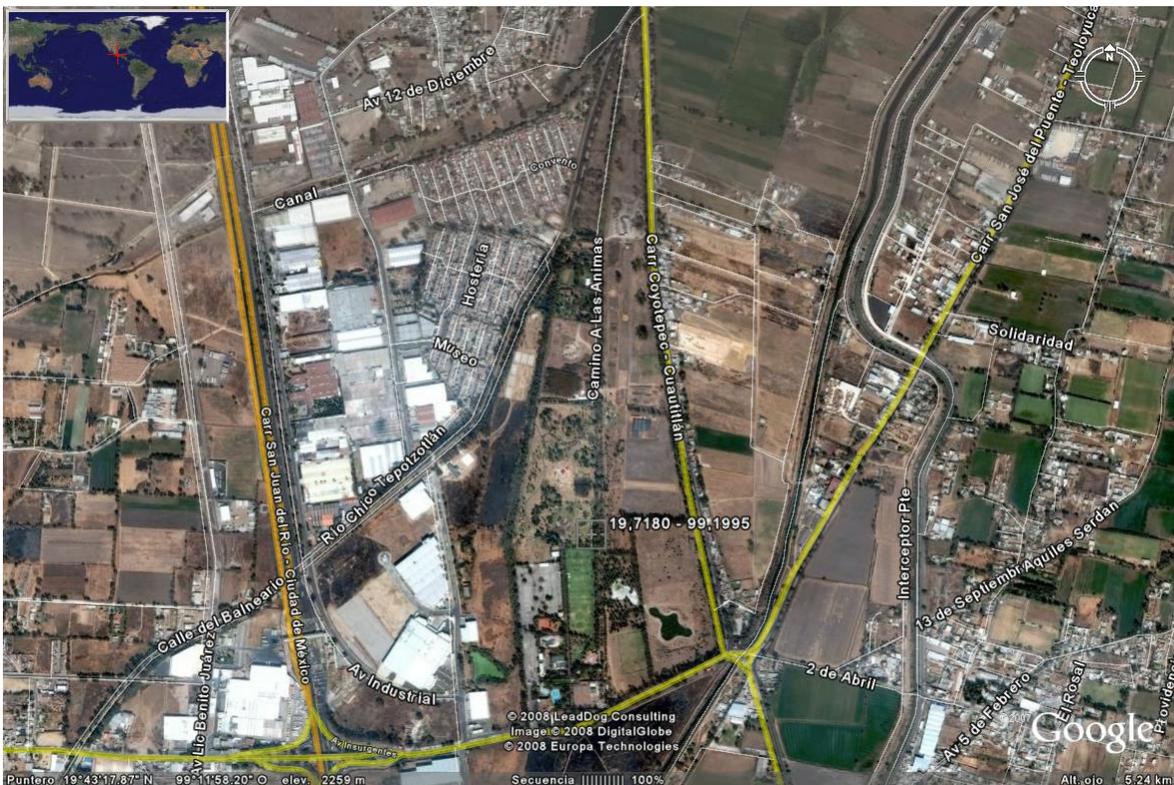


Imagen 2. Entorno de la estación climatológica ubicada en Fundación Xochitla, Tepotzotlán Estado de México (Fuente: Google)

Se observa la existencia de una mayor cantidad de áreas de cultivo, así como el avance que tiene el desarrollo urbano e industrial, la imagen es de hace aproximadamente cuatro años por lo que no se aprecian los fraccionamientos que se vienen dando a un costado de la Fundación.



Imagen 3. Entorno de la estación climatológica ubicada en la FES Cuautitlán UNAM, municipio de Cuautitlán Izacalli. (Fuente: Google)

Observe el crecimiento urbano e industrial, lo que hace suponer la existencia de una isla de calor en el área.

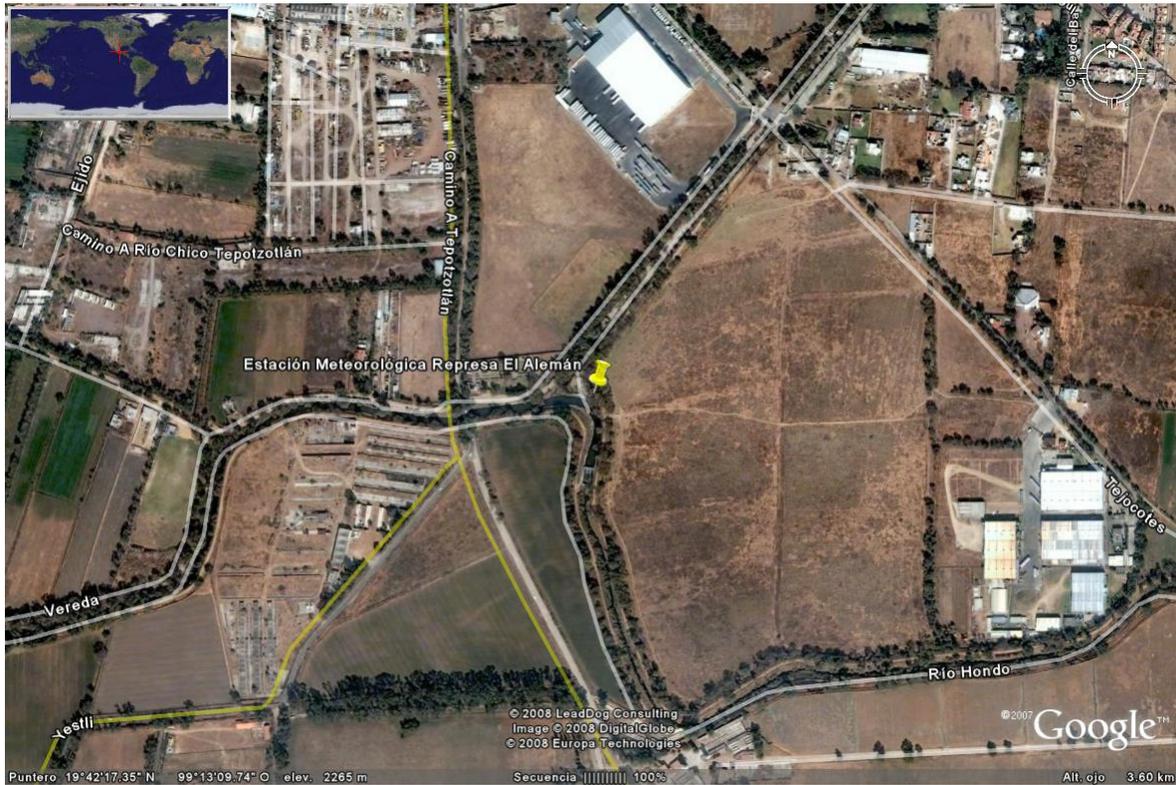


Imagen 4. Entorno de la Estación Represa el Alemán, Tepetzotlán Estado de México, SMN. (Fuente: Google)

Al igual que en el caso de la Fundación Xochitla se observan más áreas de cultivo, sin embargo y debido a que la imagen no está actualizada, no se observan las construcciones, bodegas, existentes en los límites con el municipio de Cuautitlán Izcalli, ni en el municipio de Tepetzotlán que incluye, a un costado de la Represa, la construcción de una vialidad de gran envergadura y de bodegas. Por otra parte cabe aclarar que la Represa se encuentra en las márgenes del Río Hondo de Tepetzotlán y por tanto las fluctuaciones de la temperaturas, teóricamente, deben de ser más atenuadas que en la Estación Xochitla y Almaraz.

III.1 VISIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

III.1.1 Represa el Alemán.

Con base en las normales oficiales de la Estación Represa El Alemán (Periodo 1951- 1980, 1971-1990 y 1971-2000), se observa que la temperatura máxima promedio anual presenta un incremento aparente de 0.4°C, el cual se mantiene estable de 1961 al 2000, mientras que con respecto a la normal de 1951 a 1980. La temperatura mínima promedio anual disminuyó 0.1°C en la normal de 1961 a 1990 y 0.3°C en la normal de 1971 a 2000. En relación con la constante térmica anual (acumulación de calor) y tomando como base la normal de 1961 a 1990, resulta que la Constante Térmica a variado 72.7°C días para la normal de 1951-1980 y en 42.5° días para 1971 a 2000, lo que representa una fluctuación promedio de 57° días, es decir, 1.3% y 0.8% (promedio 0.1%) del total anual, lo cual es aceptable, ya que no rebasa el mínimo indicado para el presente trabajo (5%), en consecuencia se puede decir que el clima del lugar, basado en la estación de Referencia (Represa el Alemán) presenta una fluctuación normal y por lo tanto la zona no presenta calentamiento ni enfriamiento.

Tabla 2. Datos de las Normales Provisionales de la Estación Represa El Alemán y Comportamiento de la Acumulación de Calor.

ESTACIÓN REPRESA EL ALEMAN	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP. MEDIA	CT ANUAL DIRECTO	CT FEB OCT	CT ANUAL RESIDUAL CV 12°C	CT FEB- OCT RESIDUAL CV 12°C
1951-1980	23.1	6.7	14.8	5418.1	4302.9	1038.1	1026.9
1961-1990	23.5	6.6	15.0	5490.8	4369.3	1110.8	1093.3
1971- 2000	23.5	6.4	14.9	5448.3	4336.2	1068.3	1060.2
PROMEDIO	23.4	6.6	14.9	5452.4	4336.1	1072.4	1060.1

III.1.2 Estaciones en Estudio:

Se toma como clima Patrón al estudio realizado por la Maestra Teresa Reyna Trujillo 1978, y como Referencial a la normal de 1961 a 1990 a la Estación Represa El Alemán debido a que las estaciones en estudio caen dentro de su área de influencia. (Tabla 3)

Tabla 3. Comportamiento de la temperatura y la constante térmica de las estaciones Patrón, Represa el Alemán, Almaraz y Xochitla, ubicadas en Cuautitlán Estado de México.

ESTACIÓN	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP. MEDIA	CT ANUAL DIRECTO	CT FEB OCT	CT ANUAL RESIDUAL CV 12°C	CT FEB-OCT RESIDUAL CV 12°C
PATRÓN	24.2	7.2	15.7	5723.1	5357.3	1343.1	1349.3
R. EL ALEMÁN 1961-1990	23.5	6.6	15.0	5490.8	4369.3	1110.8	1093.3
ALMARAZ 1990 a 2002	23.7	6.4	15.0	5487.0	5124.3	1107.0	1116.3
XOCHITLA 1990 a 2002	23.5	5.9	14.7	5355.9	5020.5	975.9	1015.4

Se observa que todas las estaciones difieren en todos los parámetros indicados en la tabla; en general, se observa que con respecto al patrón las estaciones presentan una disminución en todas las temperaturas y en la acumulación de calor, tanto en la anual como en la de febrero a octubre, situación que manifiesta un “cambio” en la condición climática de la zona sin que la explicación del fenómeno quede enmarcada dentro de un fenómeno particular.

En este contexto se tiene que, respecto al Patrón, la temperatura máxima presenta una disminución de 0.5°C con relación a el Almaraz, mientras que para la Represa

El Alemán y Xochitla es de 0.7°C. En el caso de la temperatura mínima se tiene una disminución de 0.6°C, 0.8°C y 1.3°C, para la Represa El Alemán, Almaraz y Xochitla, respectivamente. En el caso de la temperatura media, la disminución de la temperatura para la Represa El Alemán y Almaraz de 0.7°C y para Xochitla de 1°C. En relación con la acumulación de calor se observa que tanto en la Represa. El Alemán como el Almaraz se presenta una variación de 4.1%, mientras que el caso de Xochitla es de 6.4%.

Con respecto al Referencial, la estación Almaraz presenta, en la temperatura máxima 0.2°C arriba mientras que en la mínima es de 0.2°C abajo del referencial, sin embargo la media es igual (15.0°C), pero la acumulación de calor 5487.0°C días, es decir, 3.8°C días menos que el referencial (5490.8°C días).

En el caso de Xochitla, la temperatura máxima no presenta variación (23.5°C) con respecto al referencial, pero en la mínima y en la media esta es menor 0.7°C y 0.3°C, respectivamente. En cuanto a la acumulación de calor, existe una diferencia de 134°C días con respecto al Referencial.

La diferencia entre la temperatura y la acumulación de calor entre la Estación Almaraz y Xochitla son: para la máxima 0.2°C, mínima 0.5°C y en la media 0.3°C. En el caso de la acumulación de calor es 131.1°C días.

Con base en lo anterior, se observa que la temperatura mínima y la acumulación de calor es la que presenta variación entre las estaciones y aún cuando la temperatura máxima es más alta en la Estación Almaraz (25.7°C), el fenómeno de la disminución de la temperatura media anual no es claro.

Los resultados para el área de estudio difieren con el planteamiento del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático y sus seguidores, puesto que indican:

1. Que la temperatura media global de la superficie terrestre a aumentado con una probabilidad de 90 a 99%, aproximadamente de $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$.

2. Los grados días de calor acumulados anualmente aumentarán con una probabilidad de 66 a 90% de probabilidad, aumentaran.
3. Los días con frío, muy probablemente disminuirán.

Sin embargo, con base en el clima Patrón, la zona de estudio, presenta una disminución en la temperatura media de $0.7^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$; una disminución que oscila entre el 4 y 6% de los grados días acumulados anualmente, y en el caso de la disminución de los días con heladas se coincide, para el caso de la Estación Almaraz, donde se observa que de 64 días con heladas paso a 32, pero en el caso de la Estación Xochitla se observa un incremento en los días con heladas ya que paso de 64 a 132 días. Por otra parte, hay que considerar que para el caso de los cultivos la disminución de los días con heladas no necesariamente conlleva a un aumento de la Estación de crecimiento, ya que éstos pueden sufrir daños a temperaturas superiores a 0°C , y menores o iguales a 10°C , según la duración del evento climático, estado de desarrollo del cultivo y la influencia de otros factores ambientales.

La situación que se presenta en un estudio como el que aquí se plantea se debe, básicamente, a la decisión de tomar o establecer un clima Patrón, sea derivado de instituciones particulares, académicas u oficiales, que cumpla con el objetivo de contraste de información y explicación de los fenómenos que se presenta en la zona con respecto a la producción agrícola u otra actividad. Para el caso que nos ocupa, el comportamiento de la acumulación de calor en el área de las Estaciones Almaraz y Xochitla, la información oficial no satisface la explicación del fenómeno, mientras que el trabajo de Teresa Reyna, sí permite su explicación. En este sentido, tenemos que las fechas de siembra presentan, en promedio, un retraso de 45 días, es decir, que la disminución de la temperatura media anual en el área estudiada presenta una disminución de 0.7°C , que representa de 42 a 49 días de retraso, puesto que la temperatura disminuye, según dice la premisa que: por cada

0.1°C se tiene un retraso o adelanto de 6 a 7 días en la estación de crecimiento.
(8)

A fin de conocer la forma en que se vienen dando la disminución de calor, se elaboró una tabla que indica el comportamiento de la acumulación de calor, según la estación o época del año (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Comportamiento de la Acumulación de Calor según la Época del año, para las normales de la Estación Represa El Alemán, en diferentes periodos de tiempos.

ESTACIÓN REPRESA EL ALEMÁN	CT PRIMAVERA EN ° DÍAS	CT VERANO EN ° DÍAS	CT OTOÑO EN ° DÍAS	CT INVIERNO EN ° DÍAS
1951-1980	1531.2 con una temp. Media de 16.4°C	1538.9 con una temp. Media de 16.5°C	1219.6 con una temp. Media de 14.0°C	1128.4 con una temp. Media de 12.6°C
1961-1990	1550.4 (16.6°C)	1570.2 (16.8°C)	1226.1 (14.1°C)	1144.1 (12.8°C)
1971- 2000	1537.1 (16.5°C)	1560.8 (16.7°C)	1226.3 (14.1°C)	1124.1 (12.6°C)
PROMEDIO	1539.6 (16.5°C)	1556.6 (16.7°C)	1224.0 (14.1°C)	1131.2 (12.7°C)

El comportamiento de la acumulación de calor anual por estación del año no presenta mayor variación que la normal y por tanto se conserva aceptable.

Tabla 5. Comportamiento de la Acumulación de Calor, por el Método Directo, según la Época del año, para las estaciones que se consignan:

Época del año	Patrón	Alemán	Almaraz	Xochitla
PRIMAVERA	1589.5	1550.4	1544.1	1503.8
VERANO	1650.2	1570.2	1575.1	1577.8
OTOÑO	1298.2	1226.1	1218.1	1200.4
INVIERNO	1185.3	1144.1	1149.7	1072.0

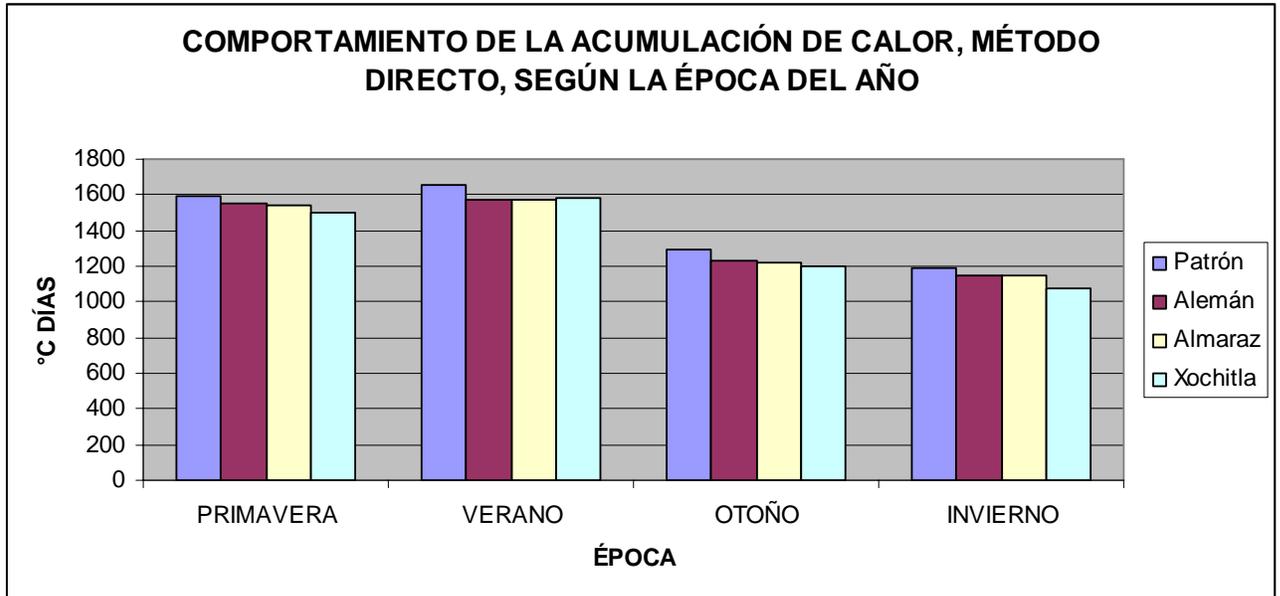


Gráfico 1. Comportamiento de la Acumulación de calor, según la Época del año.

En apariencia, no hay diferencia entre las estaciones en estudio, según la época del año.

Es conveniente tener en cuenta que los proyectos de investigación que se realizan en el área de estudio pueden tener resultados “engañosos” cuando el comportamiento de los cultivos respondan de manera precoz o tardía cuando se introduzcan en ambientes donde no exista una disminución de calor.

IV. CONCLUSIONES

1. Las normales oficiales indican que el comportamiento del clima del área en estudio es normal y por tanto no se presenta un calentamiento ni enfriamiento.
2. El área presenta un fenómeno que no puede ser explicado a través de la Estación referencial pero sí del clima Patrón seleccionado.
3. Con respecto al clima Patrón considerado, la zona de estudio presenta una disminución en la temperatura media anual y en la acumulación de calor.
4. La zona de estudio tiende a enfriarse.
5. Es importante tener presente la disminución de la acumulación de calor, en proyectos de mejoramiento genético y domesticación.
6. Se requiere hacer una indagación con mayor detenimiento para determinar el comportamiento de diversos parámetros del clima y proporcionar una mayor información sobre los procesos de cambio y deterioro ambiental que se presentan en la zona de estudio.
7. Se plantea la posibilidad de cambio de cultivos en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Brom Rojas, E. 1970. Apuntes de fenología.
CONAFRUT. México.
- 2) De Fina, L. A. y Ravelo, C. A. 1979. Climatología y Fenología Agrícola.
Ed. Universitaria de Buenos Aires, 3ra Edición
actualizada, Argentina.
- 3) Reyna T. T. 1978. Características Climático Frutícolas en Cuautitlán,
Estado de México.
Boletín Instituto de Geografía. Vol. 8, UNAM, México.
- 4) de la T. Orlando 1982. Estudio de las características Edáficas de los
suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
Departamento de Ciencias Agrícolas, UNAM.
- 5) www.google.com.mx, Image 2008, Digital Globe FES Cuautitlán UNAM
- 6) Ochoa Ibarra, A., 2008. Comunicación Personal.
- 7) Universidad de Entre Dos Ríos, 2003 Facultad de Ciencias
Agropecuarias, Cátedra de Climatología y
Fenología Agrícola.
- 8) . Griffiths John F, 1985. Climatología Aplicada
Primera Edición en Español
Publicaciones Cultural, S.A. de C.V.
- 9) Hernández Ma. Engracia., 1985 Influencia de la temperatura en las
etapas fenológicas del café.
Investigadora. Instituto de geografía, UNAM.
- 10) Ortiz Solorio, Carlos A. 1987. Elementos de Agrometeorología
Cuantitativa con aplicaciones en la República Mexicana
3ra Edición. UACH.

- 11) Villalpando Ibarra Fco. Del Real Laborde, Ignacio, Ruiz Corral José Ariel
1991. Temperatura y Fenología Agrícola.
Guadalajara, Jalisco.
- 12) Ortiz Carlos A. 1987. Elementos de Agroclimatología cuantitativa con
aplicaciones en la República Mexicana
3ra Edición, UACH.
- 13) Melgarejo Moreno, Pablo, 1996. El frío invernal, factor limitante para el
cultivo frutal: Modelos y métodos para determinar la
acumulación de frío y de calor en frutales.
A. Madrid Vicente Ediciones, Septiembre de 1996.
Madrid España.
- 14) Klein P. y Sanson J. 1928. Meteorología y Física Agrícolas.
Ed. Salvat, Editores, S. A. España.
- 15) Adisarwanto. T. *Et al* 1994. Effect of time of Sowing on Flowering in
Faba Bean (*Vicia faba*).
Australian Journal of Experiment Agriculture, University
of Adelaida, Australia.
- 16) Wiggans, C. S. 1956. The effect of Seasonal temperatures on Maturity
of Oats Planted at Different Dates. Agron. J. 48.
- 17) Murray, B. D. 1977. Response of Maize to Environment Temperatures:
A Review. In. Agrometeorology of the Maize (corn).
Crop. WMO No. 481.
- 18) Corzo, S.J. 1991. Estación de crecimiento y Potencial Térmico para
cultivos básicos en el Estado de México.
Tesis de Licenciatura; FES, UNAM, Cuautitlán Izcalli,
Estado de México.
- 19) Hajey, E. R. y Gutierrez J. 1979. Periodos Vegetativos en Chile: Un
enfoque basado en la temperatura. Ciencias e
Investigación Agr.

- 20) Bloc, D. and J. P. Gouet 1977. Influence of Accumulated Heat Units on Maturity in corn: A Review. In Agrometeorology of the Maize (corn) Crop. WMO No. 481.
- 21) Hernández, L. A. 1983. Caracterización de Genotipos de Maíz en Valles Altos por sus requerimientos de Unidades Calor. Tesis de Licenciatura. UACH, Chapingo México.
- 22) Mora, G. M. 1985. Caracterización agroclimática del Cultivo de Trigo para el Área del Centro Agrícola Experimental del Bajío (CIAB). Memorias de la Primera Reunión Nacional De Agroclimatología, UNAM.
- 23) Flores, Luis F., *Et al* 1990. Metodología de Investigación y Diagnóstico en relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. SARH. México.
- 24) Romo González José R., Arteaga Ramírez Ramón 1983. Meteorología Agrícola. Departamento de Irrigación. UACH., Chapingo México.
- 25) Mota, F. S. Da 1979. Meteorología Agrícola. 4ta Ed. Librería Nobel. Sao Paulo, Brasil.
- 26) Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Normales Meteorológicas
- 27) Grassi, C. B. 1983. Riesgo de Primeras y Últimas Heladas en Puebla y Tlaxcala respecto a los Cultivos Básicos. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 28) Reed, W. G. 1916. The Problem Growing Season Mon Wes Rev. 44.
- 29) Pendleton, J. W. y Egli, D. B. 1969. Potential Yield of Corn as Effectuated by Planting Data. Agron J. 61
- 30) Benoit, P. 1977. The Start of the Growing Season in Northern Nigerio. Agricultural Meteorology (The Netherlands).

- 31) Ojeda, T. E., Pájaro H. D. y Ortiz, S. C. 1987. Curso de Zonificación Agroecológica de Cultivos. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 32) FAO 1978. Agro-Ecological Zones Project. Vol I. Methodology and Results for Africa. Rome, Italy.
- 33) Velázquez, G. J. 1985. Caracterización Agroclimática y Alternativas de Cultivo para una Región de Temporal Deficiente en el Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco.
- 34) Planchuelo-Ravelo Ana, A. C. Ravelo y A. J. Pascale 1987. Seminario de Fenología Agrícola. Apuntes. Quito, Ecuador.
- 35) Azzi, G. 1971. Ecología Agraria. Instituto del Libro. La Habana, Cuba.
- 36) William J. Borroughs. 1978. Observar el tiempo, Editorial Planeta.

ANEXOS

ANEXO 1

Normal Provisional de las Estaciones en Estudio

ESTACIÓN	REPRESA EL ALEMAN
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 43' LN
LONGITUD	99° 14' LW
ELEVACIÓN	2260
UBICACIÓN	TEPOTZOTLÁN EDO. MEXICO
DEPENDENCIA	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

AÑO	1951 - 1980
PARÁMETRO	TEMPERATURAS

No. DÍAS DEL MES	MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT ANU
31	ENERO	21.5	1.4	11.4	3
28	FEBRERO	22.5	2.3	12.4	3
31	MARZO	25.3	4.6	14.9	4
30	ABRIL	26.0	6.6	16.3	4
31	MAYO	25.8	8.8	17.3	5
30	JUNIO	23.9	10.3	17.1	5
31	JULIO	22.7	10.4	16.5	5
31	AGOSTO	22.4	10.1	16.2	5
30	SEPTIEMBRE	22.1	10.1	16.1	4
31	OCTUBRE	21.8	7.9	14.8	4
30	NOVIEMBRE	21.6	4.9	13.2	3
31	DICIEMBRE	21.1	2.5	11.8	3
	SUMATORIA	276.7	79.9	178.0	5
	PROMEDIO	23.1	6.7	14.8	4

MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT ES
21-Mar	25.3	4.6	14.9	1
	26.0	6.6	16.3	4
	25.8	8.8	17.3	5
20-Jun	23.9	10.3	17.1	3
PRIMAVERA	25.3	7.6	16.4	1
21-Jun	23.9	10.3	17.1	1
	22.7	10.4	16.5	5
	22.4	10.1	16.2	5
22-Sep	22.1	10.1	16.1	3
VERANO	22.8	10.2	16.5	1
23-Sep	22.1	10.1	16.1	1
	21.8	7.9	14.8	4
	21.6	4.9	13.2	3
20-Dic	21.1	2.5	11.8	2
OTOÑO	21.7	6.4	14.0	1
21-Dic	21.1	2.5	11.8	1
	21.5	1.4	11.4	3
	22.5	2.3	12.4	3
20-Mar	25.3	4.6	14.9	2
INVIERNO	22.6	2.7	12.6	1

ESTACIÓN	REPRESA EL ALEMAN
-----------------	--------------------------

TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 43'LN
LONGITUD	99° 14' LW
ELEVACIÓN	2260
UBICACIÓN	TEPOTZOTLÁN EDO. MEXICO
DEPENDENCIA	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
AÑO	1961 - 1990
PARÁMETRO	TEMPERATURAS

No. DÍAS DEL MES	MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT. DIF
31	ENERO	21.5	1.4	11.5	3
28	FEBRERO	23.0	2.4	12.7	3
31	MARZO	25.2	4.9	15.0	4
30	ABRIL	26.2	6.9	16.6	4
31	MAYO	26.1	8.7	17.4	5
30	JUNIO	24.6	10.3	17.4	5
31	JULIO	23.2	10.3	16.7	5
31	AGOSTO	23.3	10.2	16.7	5
30	SEPTIEMBRE	22.8	10.0	16.4	4
31	OCTUBRE	22.3	7.5	14.9	4
30	NOVIEMBRE	22.2	4.0	13.1	3
31	DICIEMBRE	21.5	2.5	12.0	3
	SUMATORIA	281.9	79.1	180.4	5
	PROMEDIO	23.5	6.6	15.0	4

MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT EST
21-Mar	25.2	4.9	15.0	1
	26.2	6.9	16.6	4
	26.1	8.7	17.4	5
20-Jun	24.6	10.3	17.4	3
PRIMAVERA	25.5	7.7	16.6	1
21-Jun	24.6	10.3	17.4	1
	23.2	10.3	16.7	5
	23.3	10.2	16.7	5
22-Sep	22.8	10.0	16.4	3
VERANO	23.5	10.2	16.8	1
23-Sep	22.8	10.0	16.4	1
	22.3	7.5	14.9	4
	22.2	4.0	13.1	3
20-Dic	21.5	2.5	12.0	2

OTOÑO		22.2	6.0	14.1	1
	21-Dic	21.5	2.5	12.0	1
		21.5	1.4	11.5	3
		23.0	2.4	12.7	3
	20-Mar	25.2	4.9	15.0	3
INVIERNO		22.8	2.8	12.8	1

ESTACIÓN	REPRESA EL ALEMAN
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 43'LN (19° 42' 16")
LONGITUD	99° 14' LW (99° 13' 09")
ELEVACIÓN	2260 (?)
UBICACIÓN	TEPOTZOTLÁN EDO. MEXICO
DEPENDENCIA	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
AÑO	1971 - 2000
PARÁMETRO	TEMPERATURAS

No. DÍAS DEL MES	MES	TEMP. MÁX.	TEMP. MÍN.	TEMP.MED	CT ANU.
31	ENERO	21.6	0.9	11.2	3
28	FEBRERO	23.0	2.0	12.5	3
31	MARZO	25.3	4.3	14.8	4
30	ABRIL	26.2	6.5	16.4	4
31	MAYO	26.2	8.4	17.3	5
30	JUNIO	24.5	10.1	17.3	5
31	JULIO	23.2	10.1	16.6	5
31	AGOSTO	23.2	10.0	16.6	5
30	SEPTIEMBRE	22.7	9.9	16.3	4
31	OCTUBRE	22.2	7.7	14.9	4
30	NOVIEMBRE	22.2	4.1	13.2	3
31	DICIEMBRE	21.6	2.2	11.9	3
	SUMATORIA	281.9	76.2	179.0	5
	PROMEDIO	23.5	6.4	14.9	4

MES	TEMP. MÁX.	TEMP. MÍN.	TEMP.MED	CT ES
21-Mar	25.3	4.3	14.8	1
	26.2	6.5	16.4	4
	26.2	8.4	17.3	5
20-Jun	24.5	10.1	17.3	3
PRIMAVERA	25.6	7.3	16.5	1

	21-Jun	24.5	10.1	17.3	1
		23.2	10.1	16.6	5
		23.2	10.0	16.6	5
	22-Sep	22.7	9.9	16.3	3
VERANO		23.4	10.0	16.7	1
	23-Sep	22.7	9.9	16.3	
		22.2	7.7	14.9	4
		22.2	4.1	13.2	3
	20-Dic	21.6	2.2	11.9	2
OTOÑO		22.2	6.0	14.1	1
	21-Dic	21.6	2.2	11.9	1
		21.6	0.9	11.2	3
		23.0	2.0	12.5	3
	20-Mar	25.3	4.3	14.8	2
INVIERNO		22.9	2.4	12.6	1

ESTACIÓN	ALMARAZ
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 41' E
LONGITUD	99° 11' W
ELEVACIÓN	2251.0 m.
UBICACIÓN	CUAUTILAN IZCALLI EDO. MEXICO
DEPENDENCIA	UNAM FES CUAUTITLAN CAMPO IV
AÑO	1990 2002
PARÁMETRO	TEMPERATURAS

No. DÍAS DEL MES	MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT ANUAL D
31	ENERO	21.9	1.5	11.7	362.7
28	FEBRERO	23.4	2.4	12.9	361.2
31	MARZO	25.7	3.9	14.8	458.8
30	ABRIL	26.4	6.2	16.3	489.0
31	MAYO	26.4	8.3	17.3	536.3
30	JUNIO	25.1	10.4	17.8	534.0
31	JULIO	23.5	10.1	16.8	520.8
31	AGOSTO	23.5	9.9	16.7	517.7
30	SEPTIEMBRE	22.7	10.0	16.3	489.0
31	OCTUBRE	22.2	7.3	14.7	455.7
30	NOVIEMBRE	22.1	4.2	13.2	396.0
31	DICIEMBRE	21.6	2.0	11.8	365.8
	SUMATORIA	284.5	76.2	180.3	5487.0
	PROMEDIO	23.7	6.4	15.0	457.3

MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT ESTACION DIR
21-Mar	25.7	3.9	14.8	162.8
	26.4	6.2	16.3	489.0
	26.4	8.3	17.3	536.3
20-Jun	25.1	10.4	17.8	356.0
PRIMAVERA	25.9	7.2	16.6	1544.1
21-Jun	25.1	10.4	17.8	178.0
	23.5	10.1	16.8	520.8
	23.5	9.9	16.7	517.7
22-Sep	22.7	10.0	16.3	358.6
VERANO	23.7	10.1	16.9	1575.1
23-Sep	22.7	10.0	16.3	130.4
	22.2	7.3	14.7	455.7
	22.1	4.2	13.2	396.0
20-Dic	21.6	2.0	11.8	236.0
OTOÑO	22.2	5.9	14.0	1218.1
21-Dic	21.6	2.0	11.8	129.8
	21.9	1.5	11.7	362.7
	23.4	2.4	12.9	361.2
20-Mar	25.7	3.9	14.8	296.0
INVIERNO	23.2	2.5	12.8	1149.7

ESTACIÓN	XOCHITLA
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 43' 04.8" N
LONGITUD	99° 11' 58.2" w
ELEVACIÓN	2289
UBICACIÓN	TEPOTZOTLÁN EDO. MEXICO
DEPENDENCIA	FUNDACION XOCHITLA
AÑO	1990 - 2002
PARÁMETRO	TEMPERATURAS

No. DÍAS DEL MES	MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT ANUAL DIRECTO
31	ENERO	21.4	0.2	10.8	335.4
28	FEBRERO	22.8	1.2	12.0	335.7
31	MARZO	25.1	2.7	13.9	430.9
30	ABRIL	26.2	5.7	15.9	477.3
31	MAYO	26.4	7.5	16.9	524.2
30	JUNIO	24.9	10.2	17.5	525.9
31	JULIO	23.3	9.9	16.6	514.6
31	AGOSTO	23.4	10.2	16.8	522.0
30	SEPTIEMBRE	22.7	10.7	16.7	501.3
31	OCTUBRE	22.0	7.7	14.8	459.4
30	NOVIEMBRE	21.9	3.6	12.8	382.8
31	DICIEMBRE	21.4	0.9	11.2	346.3
	SUMATORIA	281.5	70.4	176.0	5355.9

PROMEDIO	23.5	5.9	14.7	446.3
-----------------	-------------	------------	-------------	--------------

MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT ESTACIONAL DIR
21-Mar	25.1	2.7	13.9	152.9
	26.2	5.7	15.9	477.0
	26.3	7.5	16.9	523.9
20-Jun	24.9	10.2	17.5	350.0
PRIMAVERA	25.6	6.5	16.1	1503.8
21-Jun	24.9	10.2	17.5	175.0
	23.3	9.9	16.6	514.6
	23.4	10.2	16.8	520.8
22-Sep	22.7	10.7	16.7	367.4
VERANO	23.6	10.3	16.9	1577.8
23-Sep	22.7	10.7	16.7	133.6
	22.0	7.7	14.8	458.8
	21.9	3.6	12.8	384.0
20-Dic	21.4	0.9	11.2	224.0
OTOÑO	22.0	5.7	13.9	1200.4
21-Dic	21.4	0.9	11.2	123.2
	21.4	6.7	10.8	334.8
	22.7	1.2	12.0	336.0
20-Mar	25.1	2.7	13.9	278.0
INVIERNO	22.7	2.9	12.0	1072.0

ESTACIÓN	PATRON
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	
LONGITUD	
ELEVACIÓN	
UBICACIÓN	TEPOTZOTLÁN EDO. MEXICO
DEPENDENCIA	
AÑO	1990 - 2002
PARÁMETRO	TEMPERATURAS

No. DÍAS DEL MES	MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT A
31	ENERO	21.3	2.3	11.8	
28	FEBRERO	23.6	2.9	13.3	
31	MARZO	26.0	5.1	15.6	
30	ABRIL	26.5	7.7	17.1	
31	MAYO	26.4	8.4	17.4	
30	JUNIO	25.7	10.9	18.3	
31	JULIO	24.7	10.6	17.7	
31	AGOSTO	24.3	10.5	17.4	

30	SEPTIEMBRE	24.0	10.6	17.3	
31	OCTUBRE	23.4	8.2	15.8	
30	NOVIEMBRE	22.6	5.4	14.0	
31	DICIEMBRE	21.6	3.4	12.5	
	SUMATORIA	290.1	86.0	188.1	
	PROMEDIO	24.2	7.2	15.7	

maxextrema 33.5°C/5/jun/1959 CTRCV12=1250
minextrema - 64.1 DÍAS CON
9.0°C/12/enero/1956 HELADAS
HF 800 - 820

MES	TEMP. MÁX	TEMP. MÍN	TEMP.MED	CT
21-Mar	26.0	5.1	15.6	
	26.5	7.7	17.1	
	26.4	8.4	17.4	
20-Jun	25.7	10.9	18.3	
PRIMAVERA	26.2	8.0	17.1	
21-Jun	25.7	10.9	18.3	
	24.7	10.6	17.7	
	24.3	10.5	17.4	
22-Sep	24.0	10.6	17.3	
VERANO	24.7	10.7	17.7	
23-Sep	24.0	10.6	17.3	
	23.4	8.2	15.8	
	22.6	5.4	14.0	
20-Dic	21.6	3.4	12.5	
OTOÑO	22.9	6.9	14.9	
21-Dic	21.6	3.4	12.5	
	21.3	2.3	11.8	
	23.6	2.9	13.3	
20-Mar	26.0	5.1	15.6	
INVIERNO	23.1	3.4	13.3	

ANEXO 2

Acumulación de Calor en las Estaciones Almaraz y Xochitla para el periodo de 1990 a 2002

ESTACIÓN	ALMARAZ
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 41' 18.6" N
LONGITUD	99° 11' 21.12" W
ELEVACIÓN	2274
UBICACIÓN	CUAUTILÁN IZCALLI EDO MÉXICO
DEPENDENCIA	UNAM FES CUAUTILÁN CAMPO IV

AÑO	1990 - 2002
PARÁMETRO	CONSTANTE TÉRMICA

DÍA JULIANO	DÍA	MES	T.MEDIA DIARIA	M. DIRECTO	
				C.T.	CV= 4.5
1	1	ENERO	11.1	11.1	6.6
2	2	ENERO	11.4	11.4	6.9
3	3	ENERO	11.3	11.3	6.8
4	4	ENERO	11.1	11.1	6.6
5	5	ENERO	11.3	11.3	6.8
6	6	ENERO	11.6	11.6	7.1
7	7	ENERO	11.4	11.4	6.9
8	8	ENERO	11.2	11.2	6.7
9	9	ENERO	11.0	11.0	6.5
10	10	ENERO	11.2	11.2	6.7
11	11	ENERO	11.5	11.5	7.0
12	12	ENERO	11.1	11.1	6.6
13	13	ENERO	11.2	11.2	6.7
14	14	ENERO	10.8	10.8	6.3
15	15	ENERO	10.9	10.9	6.4
16	16	ENERO	11.4	11.4	6.9
17	17	ENERO	11.8	11.8	7.3
18	18	ENERO	12.3	12.3	7.8
19	19	ENERO	11.8	11.8	7.3
20	20	ENERO	11.7	11.7	7.2
21	21	ENERO	11.9	11.9	7.4
22	22	ENERO	11.9	11.9	7.4
23	23	ENERO	11.8	11.8	7.3
24	24	ENERO	11.7	11.7	7.2
25	25	ENERO	11.6	11.6	7.1
26	26	ENERO	12.2	12.2	7.7
27	27	ENERO	12.2	12.2	7.7
28	28	ENERO	12.7	12.7	8.2
29	29	ENERO	13.4	13.4	8.9
30	30	ENERO	13.1	13.1	8.6
31	31	ENERO	12.1	12.1	7.6
32	1	FEBRERO	12.6	12.6	8.1
33	2	FEBRERO	12.2	12.2	7.7
34	3	FEBRERO	12.3	12.3	7.8
35	4	FEBRERO	11.6	11.6	7.1
36	5	FEBRERO	11.5	11.5	7.0
37	6	FEBRERO	11.6	11.6	7.1
38	7	FEBRERO	12.3	12.3	7.8
39	8	FEBRERO	11.5	11.5	7.0
40	9	FEBRERO	12.4	12.4	7.9
41	10	FEBRERO	13.0	13.0	8.5
42	11	FEBRERO	12.6	12.6	8.1
43	12	FEBRERO	12.2	12.2	7.7
44	13	FEBRERO	12.3	12.3	7.8
45	14	FEBRERO	13.2	13.2	8.7
46	15	FEBRERO	13.3	13.3	8.8
47	16	FEBRERO	12.7	12.7	8.2

48	17	FEBRERO	13.3	13.3	8.8
49	18	FEBRERO	13.5	13.5	9.0
50	19	FEBRERO	13.6	13.6	9.1
51	20	FEBRERO	13.6	13.6	9.1
52	21	FEBRERO	12.8	12.8	8.3
53	22	FEBRERO	12.8	12.8	8.3
54	23	FEBRERO	13.2	13.2	8.7
55	24	FEBRERO	13.4	13.4	8.9
56	25	FEBRERO	13.7	13.7	9.2
57	26	FEBRERO	14.2	14.2	9.7
58	27	FEBRERO	14.2	14.2	9.7
59	28	FEBRERO	13.9	13.9	9.4
60	29	FEBRERO	14.3	14.3	9.8
61	1	MARZO	14.1	14.1	9.6
62	2	MARZO	14.1	14.1	9.6
63	3	MARZO	14.1	14.1	9.6
64	4	MARZO	13.4	13.4	8.9
65	5	MARZO	14.0	14.0	9.5
66	6	MARZO	14.5	14.5	10.0
67	7	MARZO	14.6	14.6	10.1
68	8	MARZO	14.0	14.0	9.5
69	9	MARZO	14.0	14.0	9.5
70	10	MARZO	14.0	14.0	9.5
71	11	MARZO	13.9	13.9	9.4
72	12	MARZO	14.5	14.5	10.0
73	13	MARZO	14.6	14.6	10.1
74	14	MARZO	15.0	15.0	10.5
75	15	MARZO	15.1	15.1	10.6
76	16	MARZO	14.9	14.9	10.4
77	17	MARZO	14.9	14.9	10.4
78	18	MARZO	14.8	14.8	10.3
79	19	MARZO	15.2	15.2	10.7
80	20	MARZO	14.8	14.8	10.3
81	21	MARZO	14.9	14.9	10.4
82	22	MARZO	14.9	14.9	10.4
83	23	MARZO	14.7	14.7	10.2
84	24	MARZO	15.8	15.8	11.3
85	25	MARZO	15.7	15.7	11.2
86	26	MARZO	15.9	15.9	11.4
87	27	MARZO	15.9	15.9	11.4
88	28	MARZO	15.7	15.7	11.2
89	29	MARZO	15.6	15.6	11.1
90	30	MARZO	15.8	15.8	11.3
91	31	MARZO	15.5	15.5	11.0
92	1	ABRIL	16.1	16.1	11.6
93	2	ABRIL	16.2	16.2	11.7
94	3	ABRIL	16.4	16.4	11.9
95	4	ABRIL	16.3	16.3	11.8
96	5	ABRIL	16.2	16.2	11.7
97	6	ABRIL	16.5	16.5	12.0
98	7	ABRIL	15.9	15.9	11.4

99	8	ABRIL	15.7	15.7	11.2
100	9	ABRIL	15.6	15.6	11.1
101	10	ABRIL	15.9	15.9	11.4
102	11	ABRIL	16.1	16.1	11.6
103	12	ABRIL	16.4	16.4	11.9
104	13	ABRIL	16.5	16.5	12.0
105	14	ABRIL	16.4	16.4	11.9
106	15	ABRIL	16.0	16.0	11.5
107	16	ABRIL	16.0	16.0	11.5
108	17	ABRIL	16.2	16.2	11.7
109	18	ABRIL	16.1	16.1	11.6
110	19	ABRIL	16.3	16.3	11.8
111	20	ABRIL	16.4	16.4	11.9
112	21	ABRIL	16.8	16.8	12.3
113	22	ABRIL	16.7	16.7	12.2
114	23	ABRIL	16.3	16.3	11.8
115	24	ABRIL	16.6	16.6	12.1
116	25	ABRIL	16.7	16.7	12.2
117	26	ABRIL	16.3	16.3	11.8
118	27	ABRIL	16.2	16.2	11.7
119	28	ABRIL	16.6	16.6	12.1
120	29	ABRIL	16.9	16.9	12.4
121	30	ABRIL	17.6	17.6	13.1
122	1	MAYO	17.1	17.1	12.6
123	2	MAYO	17.8	17.8	13.3
124	3	MAYO	18.1	18.1	13.6
125	4	MAYO	17.5	17.5	13.0
126	5	MAYO	17.6	17.6	13.1
127	6	MAYO	17.1	17.1	12.6
128	7	MAYO	17.1	17.1	12.6
129	8	MAYO	17.1	17.1	12.6
130	9	MAYO	17.3	17.3	12.8
131	10	MAYO	16.9	16.9	12.4
132	11	MAYO	16.7	16.7	12.2
133	12	MAYO	17.5	17.5	13.0
134	13	MAYO	17.4	17.4	12.9
135	14	MAYO	17.3	17.3	12.8
136	15	MAYO	16.8	16.8	12.3
137	16	MAYO	16.5	16.5	12.0
138	17	MAYO	16.9	16.9	12.4
139	18	MAYO	17.3	17.3	12.8
140	19	MAYO	17.2	17.2	12.7
141	20	MAYO	17.3	17.3	12.8
142	21	MAYO	17.6	17.6	13.1
143	22	MAYO	16.5	16.5	12.0
144	23	MAYO	17.3	17.3	12.8
145	24	MAYO	17.3	17.3	12.8
146	25	MAYO	18.0	18.0	13.5
147	26	MAYO	17.6	17.6	13.1
148	27	MAYO	17.9	17.9	13.4
149	28	MAYO	17.5	17.5	13.0

150	29	MAYO	17.9	17.9	13.4
151	30	MAYO	17.8	17.8	13.3
152	31	MAYO	17.7	17.7	13.2
153	1	JUNIO	17.3	17.3	12.8
154	2	JUNIO	17.7	17.7	13.2
155	3	JUNIO	17.5	17.5	13.0
156	4	JUNIO	17.4	17.4	12.9
157	5	JUNIO	18.1	18.1	13.6
158	6	JUNIO	18.0	18.0	13.5
159	7	JUNIO	18.4	18.4	13.9
160	8	JUNIO	18.7	18.7	14.2
161	9	JUNIO	18.1	18.1	13.6
162	10	JUNIO	18.6	18.6	14.1
163	11	JUNIO	18.2	18.2	13.7
164	12	JUNIO	18.0	18.0	13.5
165	13	JUNIO	17.8	17.8	13.3
166	14	JUNIO	17.7	17.7	13.2
167	15	JUNIO	17.6	17.6	13.1
168	16	JUNIO	18.5	18.5	14.0
169	17	JUNIO	18.3	18.3	13.8
170	18	JUNIO	18.1	18.1	13.6
171	19	JUNIO	17.5	17.5	13.0
172	20	JUNIO	17.7	17.7	13.2
173	21	JUNIO	17.8	17.8	13.3
174	22	JUNIO	17.6	17.6	13.1
175	23	JUNIO	17.5	17.5	13.0
176	24	JUNIO	17.3	17.3	12.8
177	25	JUNIO	17.4	17.4	12.9
178	26	JUNIO	17.2	17.2	12.7
179	27	JUNIO	17.4	17.4	12.9
180	28	JUNIO	17.1	17.1	12.6
181	29	JUNIO	17.4	17.4	12.9
182	30	JUNIO	17.5	17.5	13.0
183	1	JULIO	17.0	17.0	12.5
184	2	JULIO	17.0	17.0	12.5
185	3	JULIO	16.9	16.9	12.4
186	4	JULIO	17.2	17.2	12.7
187	5	JULIO	17.1	17.1	12.6
188	6	JULIO	16.7	16.7	12.2
189	7	JULIO	16.7	16.7	12.2
190	8	JULIO	16.5	16.5	12.0
191	9	JULIO	16.6	16.6	12.1
192	10	JULIO	16.8	16.8	12.3
193	11	JULIO	17.2	17.2	12.7
194	12	JULIO	17.0	17.0	12.5
195	13	JULIO	17.4	17.4	12.9
196	14	JULIO	16.7	16.7	12.2
197	15	JULIO	16.8	16.8	12.3
198	16	JULIO	17.0	17.0	12.5
199	17	JULIO	17.2	17.2	12.7
200	18	JULIO	16.7	16.7	12.2

201	19	JULIO	17.1	17.1	12.6
202	20	JULIO	16.7	16.7	12.2
203	21	JULIO	17.1	17.1	12.6
204	22	JULIO	16.8	16.8	12.3
205	23	JULIO	16.4	16.4	11.9
206	24	JULIO	16.4	16.4	11.9
207	25	JULIO	16.6	16.6	12.1
208	26	JULIO	16.3	16.3	11.8
209	27	JULIO	16.4	16.4	11.9
210	28	JULIO	16.8	16.8	12.3
211	29	JULIO	16.5	16.5	12.0
212	30	JULIO	16.9	16.9	12.4
213	31	JULIO	16.8	16.8	12.3
214	1	AGOSTO	16.6	16.6	12.1
215	2	AGOSTO	16.3	16.3	11.8
216	3	AGOSTO	16.4	16.4	11.9
217	4	AGOSTO	16.8	16.8	12.3
218	5	AGOSTO	16.9	16.9	12.4
219	6	AGOSTO	16.9	16.9	12.4
220	7	AGOSTO	16.4	16.4	11.9
221	8	AGOSTO	17.0	17.0	12.5
222	9	AGOSTO	16.1	16.1	11.6
223	10	AGOSTO	15.8	15.8	11.3
224	11	AGOSTO	16.9	16.9	12.4
225	12	AGOSTO	17.1	17.1	12.6
226	13	AGOSTO	16.7	16.7	12.2
227	14	AGOSTO	17.0	17.0	12.5
228	15	AGOSTO	17.3	17.3	12.8
229	16	AGOSTO	16.7	16.7	12.2
230	17	AGOSTO	16.7	16.7	12.2
231	18	AGOSTO	16.7	16.7	12.2
232	19	AGOSTO	17.0	17.0	12.5
233	20	AGOSTO	16.1	16.1	11.6
234	21	AGOSTO	16.7	16.7	12.2
235	22	AGOSTO	16.8	16.8	12.3
236	23	AGOSTO	16.3	16.3	11.8
237	24	AGOSTO	17.0	17.0	12.5
238	25	AGOSTO	17.4	17.4	12.9
239	26	AGOSTO	16.9	16.9	12.4
240	27	AGOSTO	16.8	16.8	12.3
241	28	AGOSTO	16.8	16.8	12.3
242	29	AGOSTO	16.9	16.9	12.4
243	30	AGOSTO	16.3	16.3	11.8
244	31	AGOSTO	16.7	16.7	12.2
245	1	SEPTIEMBRE	17.2	17.2	12.7
246	2	SEPTIEMBRE	17.2	17.2	12.7
247	3	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3
248	4	SEPTIEMBRE	16.4	16.4	11.9
249	5	SEPTIEMBRE	17.0	17.0	12.5
250	6	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3
251	7	SEPTIEMBRE	16.5	16.5	12.0

252	8	SEPTIEMBRE	16.5	16.5	12.0
253	9	SEPTIEMBRE	16.4	16.4	11.9
254	10	SEPTIEMBRE	16.2	16.2	11.7
255	11	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1
256	12	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3
257	13	SEPTIEMBRE	16.9	16.9	12.4
258	14	SEPTIEMBRE	16.9	16.9	12.4
259	15	SEPTIEMBRE	16.2	16.2	11.7
260	16	SEPTIEMBRE	17.0	17.0	12.5
261	17	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1
262	18	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1
263	19	SEPTIEMBRE	17.2	17.2	12.7
264	20	SEPTIEMBRE	15.7	15.7	11.2
265	21	SEPTIEMBRE	15.9	15.9	11.4
266	22	SEPTIEMBRE	16.2	16.2	11.7
267	23	SEPTIEMBRE	16.4	16.4	11.9
268	24	SEPTIEMBRE	16.0	16.0	11.5
269	25	SEPTIEMBRE	16.1	16.1	11.6
270	26	SEPTIEMBRE	16.1	16.1	11.6
271	27	SEPTIEMBRE	15.7	15.7	11.2
272	28	SEPTIEMBRE	14.9	14.9	10.4
273	29	SEPTIEMBRE	15.0	15.0	10.5
274	30	SEPTIEMBRE	14.5	14.5	10.0
275	1	OCTUBRE	15.2	15.2	10.7
276	2	OCTUBRE	15.7	15.7	11.2
277	3	OCTUBRE	15.9	15.9	11.4
278	4	OCTUBRE	15.7	15.7	11.2
279	5	OCTUBRE	16.0	16.0	11.5
280	6	OCTUBRE	15.4	15.4	10.9
281	7	OCTUBRE	15.8	15.8	11.3
282	8	OCTUBRE	15.0	15.0	10.5
283	9	OCTUBRE	15.3	15.3	10.8
284	10	OCTUBRE	14.3	14.3	9.8
285	11	OCTUBRE	14.8	14.8	10.3
286	12	OCTUBRE	14.5	14.5	10.0
287	13	OCTUBRE	14.8	14.8	10.3
288	14	OCTUBRE	14.6	14.6	10.1
289	15	OCTUBRE	14.0	14.0	9.5
290	16	OCTUBRE	14.3	14.3	9.8
291	17	OCTUBRE	14.6	14.6	10.1
292	18	OCTUBRE	14.5	14.5	10.0
293	19	OCTUBRE	14.9	14.9	10.4
294	20	OCTUBRE	14.5	14.5	10.0
295	21	OCTUBRE	14.7	14.7	10.2
296	22	OCTUBRE	13.9	13.9	9.4
297	23	OCTUBRE	14.1	14.1	9.6
298	24	OCTUBRE	14.1	14.1	9.6
299	25	OCTUBRE	14.4	14.4	9.9
300	26	OCTUBRE	14.3	14.3	9.8
301	27	OCTUBRE	14.1	14.1	9.6
302	28	OCTUBRE	14.3	14.3	9.8

303	29	OCTUBRE	14.2	14.2	9.7
304	30	OCTUBRE	14.8	14.8	10.3
305	31	OCTUBRE	14.7	14.7	10.2
306	1	NOVIEMBRE	14.5	14.5	10.0
307	2	NOVIEMBRE	13.8	13.8	9.3
308	3	NOVIEMBRE	14.1	14.1	9.6
309	4	NOVIEMBRE	14.6	14.6	10.1
310	5	NOVIEMBRE	13.9	13.9	9.4
311	6	NOVIEMBRE	14.5	14.5	10.0
312	7	NOVIEMBRE	14.2	14.2	9.7
313	8	NOVIEMBRE	13.9	13.9	9.4
314	9	NOVIEMBRE	13.6	13.6	9.1
315	10	NOVIEMBRE	13.4	13.4	8.9
316	11	NOVIEMBRE	13.1	13.1	8.6
317	12	NOVIEMBRE	13.7	13.7	9.2
318	13	NOVIEMBRE	13.1	13.1	8.6
319	14	NOVIEMBRE	13.1	13.1	8.6
320	15	NOVIEMBRE	13.7	13.7	9.2
321	16	NOVIEMBRE	13.8	13.8	9.3
322	17	NOVIEMBRE	13.2	13.2	8.7
323	18	NOVIEMBRE	12.9	12.9	8.4
324	19	NOVIEMBRE	12.7	12.7	8.2
325	20	NOVIEMBRE	11.9	11.9	7.4
326	21	NOVIEMBRE	12.2	12.2	7.7
327	22	NOVIEMBRE	12.3	12.3	7.8
328	23	NOVIEMBRE	12.2	12.2	7.7
329	24	NOVIEMBRE	12.2	12.2	7.7
330	25	NOVIEMBRE	12.9	12.9	8.4
331	26	NOVIEMBRE	12.4	12.4	7.9
332	27	NOVIEMBRE	12.8	12.8	8.3
333	28	NOVIEMBRE	12.5	12.5	8.0
334	29	NOVIEMBRE	12.0	12.0	7.5
335	30	NOVIEMBRE	11.9	11.9	7.4
336	1	DICIEMBRE	12.7	12.7	8.2
337	2	DICIEMBRE	12.2	12.2	7.7
338	3	DICIEMBRE	12.5	12.5	8.0
339	4	DICIEMBRE	11.7	11.7	7.2
340	5	DICIEMBRE	12.3	12.3	7.8
341	6	DICIEMBRE	12.0	12.0	7.5
342	7	DICIEMBRE	11.8	11.8	7.3
343	8	DICIEMBRE	11.6	11.6	7.1
344	9	DICIEMBRE	11.9	11.9	7.4
345	10	DICIEMBRE	11.8	11.8	7.3
346	11	DICIEMBRE	11.8	11.8	7.3
347	12	DICIEMBRE	12.2	12.2	7.7
348	13	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7
349	14	DICIEMBRE	11.3	11.3	6.8
350	15	DICIEMBRE	11.7	11.7	7.2
351	16	DICIEMBRE	11.4	11.4	6.9
352	17	DICIEMBRE	11.7	11.7	7.2
353	18	DICIEMBRE	11.8	11.8	7.3

354	19	DICIEMBRE	12.0	12.0	7.5
355	20	DICIEMBRE	11.8	11.8	7.3
356	21	DICIEMBRE	12.1	12.1	7.6
357	22	DICIEMBRE	11.9	11.9	7.4
358	23	DICIEMBRE	12.2	12.2	7.7
359	24	DICIEMBRE	12.0	12.0	7.5
360	25	DICIEMBRE	11.7	11.7	7.2
361	26	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7
362	27	DICIEMBRE	12.0	12.0	7.5
363	28	DICIEMBRE	11.3	11.3	6.8
364	29	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7
365	30	DICIEMBRE	11.0	11.0	6.5
366	31	DICIEMBRE	11.5	11.5	7.0
TOTAL			5501.3	5501.3	3854.3
PROMEDIO			15.0	15.0	10.5

ESTACIÓN	XOCHITLA
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	19° 43' 08" N
LONGITUD	99° 11' 58.2" W
ELEVACIÓN	2289
UBICACIÓN	TEPOTZOTLÁN EDO. MÉXICO
DEPENDENCIA	FUNDACIÓN XOCHITLA
AÑO	1990 - 2002
PARÁMETRO	CONSTANTE TÉRMICA

DÍA JULIANO	DÍA	MES	T.MEDIA DIARIA	M. DIRECTO			MÉTODO			RESIDUAL	
				C.T.	CV= 4.5	CV= 5.5	CV= 6.0	CV= 8.0	CV= 10.0		
1	1	ENERO	10.2	10.2	5.7	4.7	4.2	2.2	0.2		
2	2	ENERO	10.1	10.1	5.6	4.6	4.1	2.1	0.1		
3	3	ENERO	10.1	10.1	5.6	4.6	4.1	2.1	0.1		
4	4	ENERO	10.5	10.5	6.0	5.0	4.5	2.5	0.5		
5	5	ENERO	10.1	10.1	5.6	4.6	4.1	2.1	0.1		
6	6	ENERO	10.4	10.4	5.9	4.9	4.4	2.4	0.4		
7	7	ENERO	10.8	10.8	6.3	5.3	4.8	2.8	0.8		
8	8	ENERO	11.1	11.1	6.6	5.6	5.1	3.1	1.1		
9	9	ENERO	10.0	10.0	5.5	4.5	4.0	2.0	0.0		
10	10	ENERO	10.8	10.8	6.3	5.3	4.8	2.8	0.8		
11	11	ENERO	10.1	10.1	5.6	4.6	4.1	2.1	0.1		
12	12	ENERO	10.2	10.2	5.7	4.7	4.2	2.2	0.2		
13	13	ENERO	10.5	10.5	6.0	5.0	4.5	2.5	0.5		
14	14	ENERO	10.1	10.1	5.6	4.6	4.1	2.1	0.1		

15	15	ENERO	10.0	10.0	5.5	4.5	4.0	2.0	0.0
16	16	ENERO	10.4	10.4	5.9	4.9	4.4	2.4	0.4
17	17	ENERO	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
18	18	ENERO	11.5	11.5	7.0	6.0	5.5	3.5	1.5
19	19	ENERO	10.9	10.9	6.4	5.4	4.9	2.9	0.9
20	20	ENERO	10.1	10.1	5.6	4.6	4.1	2.1	0.1
21	21	ENERO	11.1	11.1	6.6	5.6	5.1	3.1	1.1
22	22	ENERO	11.3	11.3	6.8	5.8	5.3	3.3	1.3
23	23	ENERO	10.8	10.8	6.3	5.3	4.8	2.8	0.8
24	24	ENERO	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
25	25	ENERO	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
26	26	ENERO	10.5	10.5	6.0	5.0	4.5	2.5	0.5
27	27	ENERO	11.0	11.0	6.5	5.5	5.0	3.0	1.0
28	28	ENERO	11.6	11.6	7.1	6.1	5.6	3.6	1.6
29	29	ENERO	12.6	12.6	8.1	7.1	6.6	4.6	2.6
30	30	ENERO	12.3	12.3	7.8	6.8	6.3	4.3	2.3
31	31	ENERO	12.3	12.3	7.8	6.8	6.3	4.3	2.3
32	1	FEBRERO	11.6	11.6	7.1	6.1	5.6	3.6	1.6
33	2	FEBRERO	10.9	10.9	6.4	5.4	4.9	2.9	0.9
34	3	FEBRERO	11.7	11.7	7.2	6.2	5.7	3.7	1.7
35	4	FEBRERO	11.1	11.1	6.6	5.6	5.1	3.1	1.1
36	5	FEBRERO	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
37	6	FEBRERO	10.8	10.8	6.3	5.3	4.8	2.8	0.8
38	7	FEBRERO	11.3	11.3	6.8	5.8	5.3	3.3	1.3
39	8	FEBRERO	10.9	10.9	6.4	5.4	4.9	2.9	0.9
40	9	FEBRERO	10.7	10.7	6.2	5.2	4.7	2.7	0.7
41	10	FEBRERO	11.5	11.5	7.0	6.0	5.5	3.5	1.5
42	11	FEBRERO	12.3	12.3	7.8	6.8	6.3	4.3	2.3
43	12	FEBRERO	12.1	12.1	7.6	6.6	6.1	4.1	2.1
44	13	FEBRERO	11.5	11.5	7.0	6.0	5.5	3.5	1.5
45	14	FEBRERO	11.7	11.7	7.2	6.2	5.7	3.7	1.7
46	15	FEBRERO	12.3	12.3	7.8	6.8	6.3	4.3	2.3
47	16	FEBRERO	12.2	12.2	7.7	6.7	6.2	4.2	2.2
48	17	FEBRERO	12.4	12.4	7.9	6.9	6.4	4.4	2.4
49	18	FEBRERO	12.4	12.4	7.9	6.9	6.4	4.4	2.4
50	19	FEBRERO	12.7	12.7	8.2	7.2	6.7	4.7	2.7
51	20	FEBRERO	12.9	12.9	8.4	7.4	6.9	4.9	2.9
52	21	FEBRERO	12.7	12.7	8.2	7.2	6.7	4.7	2.7
53	22	FEBRERO	12.4	12.4	7.9	6.9	6.4	4.4	2.4
54	23	FEBRERO	11.9	11.9	7.4	6.4	5.9	3.9	1.9
55	24	FEBRERO	12.1	12.1	7.6	6.6	6.1	4.1	2.1
56	25	FEBRERO	12.6	12.6	8.1	7.1	6.6	4.6	2.6
57	26	FEBRERO	13.1	13.1	8.6	7.6	7.1	5.1	3.1
58	27	FEBRERO	13.5	13.5	9.0	8.0	7.5	5.5	3.5
59	28	FEBRERO	12.7	12.7	8.2	7.2	6.7	4.7	2.7
60	29	FEBRERO	12.6	12.6	8.1	7.1	6.6	4.6	2.6
61	1	MARZO	13.3	13.3	8.8	7.8	7.3	5.3	3.3
62	2	MARZO	13.4	13.4	8.9	7.9	7.4	5.4	3.4
63	3	MARZO	13.4	13.4	8.9	7.9	7.4	5.4	3.4
64	4	MARZO	12.9	12.9	8.4	7.4	6.9	4.9	2.9
65	5	MARZO	12.8	12.8	8.3	7.3	6.8	4.8	2.8
66	6	MARZO	13.7	13.7	9.2	8.2	7.7	5.7	3.7
67	7	MARZO	13.4	13.4	8.9	7.9	7.4	5.4	3.4
68	8	MARZO	13.8	13.8	9.3	8.3	7.8	5.8	3.8
69	9	MARZO	12.8	12.8	8.3	7.3	6.8	4.8	2.8
70	10	MARZO	13.1	13.1	8.6	7.6	7.1	5.1	3.1
71	11	MARZO	12.2	12.2	7.7	6.7	6.2	4.2	2.2

72	12	MARZO	13.0	13.0	8.5	7.5	7.0	5.0	3.0
73	13	MARZO	13.8	13.8	9.3	8.3	7.8	5.8	3.8
74	14	MARZO	13.3	13.3	8.8	7.8	7.3	5.3	3.3
75	15	MARZO	13.9	13.9	9.4	8.4	7.9	5.9	3.9
76	16	MARZO	13.6	13.6	9.1	8.1	7.6	5.6	3.6
77	17	MARZO	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
78	18	MARZO	13.2	13.2	8.7	7.7	7.2	5.2	3.2
79	19	MARZO	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
80	20	MARZO	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
81	21	MARZO	13.9	13.9	9.4	8.4	7.9	5.9	3.9
82	22	MARZO	14.3	14.3	9.8	8.8	8.3	6.3	4.3
83	23	MARZO	13.7	13.7	9.2	8.2	7.7	5.7	3.7
84	24	MARZO	15.0	15.0	10.5	9.5	9.0	7.0	5.0
85	25	MARZO	15.0	15.0	10.5	9.5	9.0	7.0	5.0
86	26	MARZO	15.4	15.4	10.9	9.9	9.4	7.4	5.4
87	27	MARZO	15.1	15.1	10.6	9.6	9.1	7.1	5.1
88	28	MARZO	15.2	15.2	10.7	9.7	9.2	7.2	5.2
89	29	MARZO	14.9	14.9	10.4	9.4	8.9	6.9	4.9
90	30	MARZO	14.8	14.8	10.3	9.3	8.8	6.8	4.8
91	31	MARZO	15.4	15.4	10.9	9.9	9.4	7.4	5.4
92	1	ABRIL	15.3	15.3	10.8	9.8	9.3	7.3	5.3
93	2	ABRIL	15.5	15.5	11.0	10.0	9.5	7.5	5.5
94	3	ABRIL	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
95	4	ABRIL	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
96	5	ABRIL	15.6	15.6	11.1	10.1	9.6	7.6	5.6
97	6	ABRIL	16.0	16.0	11.5	10.5	10.0	8.0	6.0
98	7	ABRIL	15.5	15.5	11.0	10.0	9.5	7.5	5.5
99	8	ABRIL	15.2	15.2	10.7	9.7	9.2	7.2	5.2
100	9	ABRIL	15.5	15.5	11.0	10.0	9.5	7.5	5.5
101	10	ABRIL	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
102	11	ABRIL	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
103	12	ABRIL	15.4	15.4	10.9	9.9	9.4	7.4	5.4
104	13	ABRIL	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
105	14	ABRIL	16.0	16.0	11.5	10.5	10.0	8.0	6.0
106	15	ABRIL	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
107	16	ABRIL	15.6	15.6	11.1	10.1	9.6	7.6	5.6
108	17	ABRIL	16.1	16.1	11.6	10.6	10.1	8.1	6.1
109	18	ABRIL	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
110	19	ABRIL	15.5	15.5	11.0	10.0	9.5	7.5	5.5
111	20	ABRIL	15.7	15.7	11.2	10.2	9.7	7.7	5.7
112	21	ABRIL	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
113	22	ABRIL	16.1	16.1	11.6	10.6	10.1	8.1	6.1
114	23	ABRIL	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
115	24	ABRIL	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
116	25	ABRIL	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
117	26	ABRIL	16.1	16.1	11.6	10.6	10.1	8.1	6.1
118	27	ABRIL	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
119	28	ABRIL	15.6	15.6	11.1	10.1	9.6	7.6	5.6
120	29	ABRIL	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
121	30	ABRIL	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
122	1	MAYO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
123	2	MAYO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
124	3	MAYO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
125	4	MAYO	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
126	5	MAYO	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
127	6	MAYO	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
128	7	MAYO	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0

129	8	MAYO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
130	9	MAYO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
131	10	MAYO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
132	11	MAYO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
133	12	MAYO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
134	13	MAYO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
135	14	MAYO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
136	15	MAYO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
137	16	MAYO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
138	17	MAYO	15.9	15.9	11.4	10.4	9.9	7.9	5.9
139	18	MAYO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
140	19	MAYO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
141	20	MAYO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
142	21	MAYO	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
143	22	MAYO	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
144	23	MAYO	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
145	24	MAYO	16.1	16.1	11.6	10.6	10.1	8.1	6.1
146	25	MAYO	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
147	26	MAYO	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
148	27	MAYO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
149	28	MAYO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
150	29	MAYO	18.3	18.3	13.8	12.8	12.3	10.3	8.3
151	30	MAYO	17.8	17.8	13.3	12.3	11.8	9.8	7.8
152	31	MAYO	18.2	18.2	13.7	12.7	12.2	10.2	8.2
153	1	JUNIO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
154	2	JUNIO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
155	3	JUNIO	17.7	17.7	13.2	12.2	11.7	9.7	7.7
156	4	JUNIO	17.5	17.5	13.0	12.0	11.5	9.5	7.5
157	5	JUNIO	17.7	17.7	13.2	12.2	11.7	9.7	7.7
158	6	JUNIO	18.1	18.1	13.6	12.6	12.1	10.1	8.1
159	7	JUNIO	18.1	18.1	13.6	12.6	12.1	10.1	8.1
160	8	JUNIO	18.2	18.2	13.7	12.7	12.2	10.2	8.2
161	9	JUNIO	17.7	17.7	13.2	12.2	11.7	9.7	7.7
162	10	JUNIO	18.9	18.9	14.4	13.4	12.9	10.9	8.9
163	11	JUNIO	18.0	18.0	13.5	12.5	12.0	10.0	8.0
164	12	JUNIO	17.5	17.5	13.0	12.0	11.5	9.5	7.5
165	13	JUNIO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
166	14	JUNIO	18.0	18.0	13.5	12.5	12.0	10.0	8.0
167	15	JUNIO	17.7	17.7	13.2	12.2	11.7	9.7	7.7
168	16	JUNIO	17.5	17.5	13.0	12.0	11.5	9.5	7.5
169	17	JUNIO	17.8	17.8	13.3	12.3	11.8	9.8	7.8
170	18	JUNIO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
171	19	JUNIO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
172	20	JUNIO	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
173	21	JUNIO	17.6	17.6	13.1	12.1	11.6	9.6	7.6
174	22	JUNIO	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
175	23	JUNIO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
176	24	JUNIO	17.6	17.6	13.1	12.1	11.6	9.6	7.6
177	25	JUNIO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
178	26	JUNIO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
179	27	JUNIO	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
180	28	JUNIO	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
181	29	JUNIO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
182	30	JUNIO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
183	1	JULIO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
184	2	JULIO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
185	3	JULIO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9

186	4	JULIO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
187	5	JULIO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
188	6	JULIO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
189	7	JULIO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
190	8	JULIO	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
191	9	JULIO	16.2	16.2	11.7	10.7	10.2	8.2	6.2
192	10	JULIO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
193	11	JULIO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
194	12	JULIO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
195	13	JULIO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
196	14	JULIO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
197	15	JULIO	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
198	16	JULIO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
199	17	JULIO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
200	18	JULIO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
201	19	JULIO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
202	20	JULIO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
203	21	JULIO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
204	22	JULIO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
205	23	JULIO	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
206	24	JULIO	16.1	16.1	11.6	10.6	10.1	8.1	6.1
207	25	JULIO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
208	26	JULIO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
209	27	JULIO	16.2	16.2	11.7	10.7	10.2	8.2	6.2
210	28	JULIO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
211	29	JULIO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
212	30	JULIO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
213	31	JULIO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
214	1	AGOSTO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
215	2	AGOSTO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
216	3	AGOSTO	16.3	16.3	11.8	10.8	10.3	8.3	6.3
217	4	AGOSTO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
218	5	AGOSTO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
219	6	AGOSTO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
220	7	AGOSTO	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
221	8	AGOSTO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
222	9	AGOSTO	16.9	16.9	12.4	11.4	10.9	8.9	6.9
223	10	AGOSTO	15.7	15.7	11.2	10.2	9.7	7.7	5.7
224	11	AGOSTO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
225	12	AGOSTO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
226	13	AGOSTO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
227	14	AGOSTO	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
228	15	AGOSTO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
229	16	AGOSTO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
230	17	AGOSTO	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
231	18	AGOSTO	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
232	19	AGOSTO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
233	20	AGOSTO	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
234	21	AGOSTO	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
235	22	AGOSTO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
236	23	AGOSTO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
237	24	AGOSTO	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
238	25	AGOSTO	17.4	17.4	12.9	11.9	11.4	9.4	7.4
239	26	AGOSTO	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
240	27	AGOSTO	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
241	28	AGOSTO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
242	29	AGOSTO	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1

243	30	AGOSTO	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
244	31	AGOSTO	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
245	1	SEPTIEMBRE	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
246	2	SEPTIEMBRE	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
247	3	SEPTIEMBRE	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
248	4	SEPTIEMBRE	17.2	17.2	12.7	11.7	11.2	9.2	7.2
249	5	SEPTIEMBRE	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
250	6	SEPTIEMBRE	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
251	7	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
252	8	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
253	9	SEPTIEMBRE	17.3	17.3	12.8	11.8	11.3	9.3	7.3
254	10	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
255	11	SEPTIEMBRE	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
256	12	SEPTIEMBRE	17.5	17.5	13.0	12.0	11.5	9.5	7.5
257	13	SEPTIEMBRE	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
258	14	SEPTIEMBRE	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
259	15	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
260	16	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
261	17	SEPTIEMBRE	17.0	17.0	12.5	11.5	11.0	9.0	7.0
262	18	SEPTIEMBRE	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
263	19	SEPTIEMBRE	17.1	17.1	12.6	11.6	11.1	9.1	7.1
264	20	SEPTIEMBRE	16.8	16.8	12.3	11.3	10.8	8.8	6.8
265	21	SEPTIEMBRE	16.4	16.4	11.9	10.9	10.4	8.4	6.4
266	22	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
267	23	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
268	24	SEPTIEMBRE	16.7	16.7	12.2	11.2	10.7	8.7	6.7
269	25	SEPTIEMBRE	16.6	16.6	12.1	11.1	10.6	8.6	6.6
270	26	SEPTIEMBRE	16.1	16.1	11.6	10.6	10.1	8.1	6.1
271	27	SEPTIEMBRE	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
272	28	SEPTIEMBRE	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
273	29	SEPTIEMBRE	15.6	15.6	11.1	10.1	9.6	7.6	5.6
274	30	SEPTIEMBRE	14.7	14.7	10.2	9.2	8.7	6.7	4.7
275	1	OCTUBRE	14.9	14.9	10.4	9.4	8.9	6.9	4.9
276	2	OCTUBRE	15.3	15.3	10.8	9.8	9.3	7.3	5.3
277	3	OCTUBRE	16.2	16.2	11.7	10.7	10.2	8.2	6.2
278	4	OCTUBRE	15.9	15.9	11.4	10.4	9.9	7.9	5.9
279	5	OCTUBRE	16.5	16.5	12.0	11.0	10.5	8.5	6.5
280	6	OCTUBRE	16.0	16.0	11.5	10.5	10.0	8.0	6.0
281	7	OCTUBRE	15.8	15.8	11.3	10.3	9.8	7.8	5.8
282	8	OCTUBRE	15.4	15.4	10.9	9.9	9.4	7.4	5.4
283	9	OCTUBRE	15.5	15.5	11.0	10.0	9.5	7.5	5.5
284	10	OCTUBRE	15.6	15.6	11.1	10.1	9.6	7.6	5.6
285	11	OCTUBRE	14.7	14.7	10.2	9.2	8.7	6.7	4.7
286	12	OCTUBRE	14.6	14.6	10.1	9.1	8.6	6.6	4.6
287	13	OCTUBRE	15.3	15.3	10.8	9.8	9.3	7.3	5.3
288	14	OCTUBRE	14.8	14.8	10.3	9.3	8.8	6.8	4.8
289	15	OCTUBRE	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
290	16	OCTUBRE	14.5	14.5	10.0	9.0	8.5	6.5	4.5
291	17	OCTUBRE	14.1	14.1	9.6	8.6	8.1	6.1	4.1
292	18	OCTUBRE	14.7	14.7	10.2	9.2	8.7	6.7	4.7
293	19	OCTUBRE	14.3	14.3	9.8	8.8	8.3	6.3	4.3
294	20	OCTUBRE	14.7	14.7	10.2	9.2	8.7	6.7	4.7
295	21	OCTUBRE	15.2	15.2	10.7	9.7	9.2	7.2	5.2
296	22	OCTUBRE	13.8	13.8	9.3	8.3	7.8	5.8	3.8
297	23	OCTUBRE	14.0	14.0	9.5	8.5	8.0	6.0	4.0
298	24	OCTUBRE	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
299	25	OCTUBRE	14.4	14.4	9.9	8.9	8.4	6.4	4.4

300	26	OCTUBRE	14.1	14.1	9.6	8.6	8.1	6.1	4.1
301	27	OCTUBRE	14.6	14.6	10.1	9.1	8.6	6.6	4.6
302	28	OCTUBRE	14.1	14.1	9.6	8.6	8.1	6.1	4.1
303	29	OCTUBRE	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
304	30	OCTUBRE	13.9	13.9	9.4	8.4	7.9	5.9	3.9
305	31	OCTUBRE	14.3	14.3	9.8	8.8	8.3	6.3	4.3
306	1	NOVIEMBRE	14.0	14.0	9.5	8.5	8.0	6.0	4.0
307	2	NOVIEMBRE	14.3	14.3	9.8	8.8	8.3	6.3	4.3
308	3	NOVIEMBRE	13.9	13.9	9.4	8.4	7.9	5.9	3.9
309	4	NOVIEMBRE	14.7	14.7	10.2	9.2	8.7	6.7	4.7
310	5	NOVIEMBRE	13.7	13.7	9.2	8.2	7.7	5.7	3.7
311	6	NOVIEMBRE	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
312	7	NOVIEMBRE	13.8	13.8	9.3	8.3	7.8	5.8	3.8
313	8	NOVIEMBRE	14.2	14.2	9.7	8.7	8.2	6.2	4.2
314	9	NOVIEMBRE	12.4	12.4	7.9	6.9	6.4	4.4	2.4
315	10	NOVIEMBRE	13.5	13.5	9.0	8.0	7.5	5.5	3.5
316	11	NOVIEMBRE	13.0	13.0	8.5	7.5	7.0	5.0	3.0
317	12	NOVIEMBRE	13.6	13.6	9.1	8.1	7.6	5.6	3.6
318	13	NOVIEMBRE	13.0	13.0	8.5	7.5	7.0	5.0	3.0
319	14	NOVIEMBRE	12.4	12.4	7.9	6.9	6.4	4.4	2.4
320	15	NOVIEMBRE	13.2	13.2	8.7	7.7	7.2	5.2	3.2
321	16	NOVIEMBRE	13.5	13.5	9.0	8.0	7.5	5.5	3.5
322	17	NOVIEMBRE	13.0	13.0	8.5	7.5	7.0	5.0	3.0
323	18	NOVIEMBRE	12.0	12.0	7.5	6.5	6.0	4.0	2.0
324	19	NOVIEMBRE	12.0	12.0	7.5	6.5	6.0	4.0	2.0
325	20	NOVIEMBRE	12.1	12.1	7.6	6.6	6.1	4.1	2.1
326	21	NOVIEMBRE	11.9	11.9	7.4	6.4	5.9	3.9	1.9
327	22	NOVIEMBRE	11.0	11.0	6.5	5.5	5.0	3.0	1.0
328	23	NOVIEMBRE	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
329	24	NOVIEMBRE	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
330	25	NOVIEMBRE	11.6	11.6	7.1	6.1	5.6	3.6	1.6
331	26	NOVIEMBRE	12.1	12.1	7.6	6.6	6.1	4.1	2.1
332	27	NOVIEMBRE	12.1	12.1	7.6	6.6	6.1	4.1	2.1
333	28	NOVIEMBRE	12.1	12.1	7.6	6.6	6.1	4.1	2.1
334	29	NOVIEMBRE	11.8	11.8	7.3	6.3	5.8	3.8	1.8
335	30	NOVIEMBRE	11.4	11.4	6.9	5.9	5.4	3.4	1.4
336	1	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
337	2	DICIEMBRE	11.9	11.9	7.4	6.4	5.9	3.9	1.9
338	3	DICIEMBRE	11.7	11.7	7.2	6.2	5.7	3.7	1.7
339	4	DICIEMBRE	12.4	12.4	7.9	6.9	6.4	4.4	2.4
340	5	DICIEMBRE	11.6	11.6	7.1	6.1	5.6	3.6	1.6
341	6	DICIEMBRE	11.6	11.6	7.1	6.1	5.6	3.6	1.6
342	7	DICIEMBRE	10.9	10.9	6.4	5.4	4.9	2.9	0.9
343	8	DICIEMBRE	11.4	11.4	6.9	5.9	5.4	3.4	1.4
344	9	DICIEMBRE	10.8	10.8	6.3	5.3	4.8	2.8	0.8
345	10	DICIEMBRE	10.8	10.8	6.3	5.3	4.8	2.8	0.8
346	11	DICIEMBRE	11.5	11.5	7.0	6.0	5.5	3.5	1.5
347	12	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
348	13	DICIEMBRE	11.5	11.5	7.0	6.0	5.5	3.5	1.5
349	14	DICIEMBRE	10.5	10.5	6.0	5.0	4.5	2.5	0.5
350	15	DICIEMBRE	10.9	10.9	6.4	5.4	4.9	2.9	0.9
351	16	DICIEMBRE	10.5	10.5	6.0	5.0	4.5	2.5	0.5
352	17	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
353	18	DICIEMBRE	11.1	11.1	6.6	5.6	5.1	3.1	1.1
354	19	DICIEMBRE	11.5	11.5	7.0	6.0	5.5	3.5	1.5
355	20	DICIEMBRE	11.4	11.4	6.9	5.9	5.4	3.4	1.4
356	21	DICIEMBRE	11.0	11.0	6.5	5.5	5.0	3.0	1.0

357	22	DICIEMBRE	11.3	11.3	6.8	5.8	5.3	3.3	1.3
358	23	DICIEMBRE	11.4	11.4	6.9	5.9	5.4	3.4	1.4
359	24	DICIEMBRE	12.2	12.2	7.7	6.7	6.2	4.2	2.2
360	25	DICIEMBRE	11.2	11.2	6.7	5.7	5.2	3.2	1.2
361	26	DICIEMBRE	11.1	11.1	6.6	5.6	5.1	3.1	1.1
362	27	DICIEMBRE	10.6	10.6	6.1	5.1	4.6	2.6	0.6
363	28	DICIEMBRE	11.1	11.1	6.6	5.6	5.1	3.1	1.1
364	29	DICIEMBRE	10.4	10.4	5.9	4.9	4.4	2.4	0.4
365	30	DICIEMBRE	10.4	10.4	5.9	4.9	4.4	2.4	0.4
366	31	DICIEMBRE	10.0	10.0	5.5	4.5	4.0	2.0	0.0
TOTAL			5366.2	5366.2	3719.2	3353.2	3170.2	2438.2	1706.2
PROMEDIO			14.7	14.7	10.2	9.2	8.7	6.7	4.7