

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**Evaluación del Cambio Climático en el Municipio de Saltillo, Coahuila,
México y sus Consecuencias para la Agricultura.**

POR:

HÉCTOR JESÚS SANTOS BOLÓN.

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

**Evaluación del Cambio Climático en el Municipio de Saltillo, Coahuila,
México y sus Consecuencias para la Agricultura.**

POR:

HÉCTOR JESÚS SANTOS BOLÓN.

Tesis

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo en Irrigación.**

APROBADA

El presidente del jurado

Dr. Alejandro Zermeño

Dr. Raúl Rodríguez García
Asesor

Mc. Carlos Rojas Peña
Asesor

Dr. Javier Jesús Cortes Bracho
Suplente.

El coordinador de la división de ingeniería

Dr. Javier Jesús Cortes Bracho

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México., Mayo de 2006

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme dado la vida, y tener mis manos, pies y mente bien para poder concluir mi carrera

A la UNIVESIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO mi mas sincero agradecimiento y al DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE por haberme acogido en su seno y contribuir en mi formación profesional y por brindarme la oportunidad de terminar mi carrera.

Agradecer el apoyo recibido por el Dr. Alejandro Zermeño González por dedicar parte de su tiempo para la realización de esta tesis.

A mis padres y mi familia por haberme brindado apoyo condicional durante el transcurso de mi vida, por la motivación, consejos, bendiciones y atenciones brindadas.

A la familia de León Torres por el apoyo que me brindaron durante la estancia en la universidad y acogerme como un miembro mas de su familia GRACIAS.

A mi novia Sandra que me a apoyado moralmente, en las situaciones criticas y las atenciones que me ha dado. GRACIAS

A mis amigos de la universidad que fueron un apoyo en los momentos dificiles de la estancia en ella

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Jesús Santos Cruz.

Sra. Margarita Bolón Gutiérrez.

Agradezco infinitamente a mis padres que me brindaran apoyo, esfuerzos para culminar con este eslabón en mi vida y que me permitieran ser un profesionista.

A mis hermanos (as):

Isaac, Roger, Víctor, Adriana y Yudit Santos Bolón. Por haberme brindado su confianza, amor, cariño y comprensión en todo lo que me han dado en los momentos mas difíciles de mi vida, que como hermanos son únicos y que con sus esfuerzos salimos adelante, gracias por haberme brindado lo mejor que hay en la vida. Mil gracias

A mis tíos (as):

Guadalupe, Maria de los Ángeles, Maria Antonia, Jorge Luís, Milo, Luís Enrique, por sus consejos y gracias por su apoyo.

A mis abuelos:

Elvira y Manuel por su cariño y preocupación en los momentos difíciles gracias por su apoyo.

A mi novia.

Sandra y su familia por el apoyo, confianza y consejos, no hay forma ni palabra para agradecerle. Mil gracias.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Evidencias del cambio climático en Saltillo	3
2.2 Evidencias del calentamiento global	3
2.3 Evidencias del cambio climático en México	4
2.5 Efecto del calentamiento global en los ecosistemas naturales y agrícolas	5
2.6 Efecto del de la temperatura y el CO2 en el desarrollo de las plantas	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Recopilación de información	10
3.1.1 Población y vivienda	10
3.1.2 Información climatológica	10
3.1.3 Información agrícola	10
3.1.4 Análisis estadístico de las series de datos	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1 Ubicación geográfica de las principales localidades del municipio de Saltillo y crecimiento urbano de 1950 al 2000	12
4.2 Características de la agricultura del municipio de Saltillo	13
4.3 Análisis estadístico de las series de tiempo de precipitación y Evaporación	17
4.4 Análisis estadístico de las series de tiempo de temperatura media Mensual	20

4.5	Análisis estadístico de las series de tiempo de temperatura máxima y mínima promedio mensual	21
4.6	Análisis estadístico de las series de tiempo de temperatura máxima y mínima extrema mensual	24
4.7	Evaluación del crecimiento urbano en el cambio climático del valle de Saltillo	26
4.8	Evaluación de las tendencias de cambio climático del valle de Saltillo en las diferentes estaciones del año	27
V. CONCLUSIONES		29
VI. LITERATURA CITADA		31

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las principales localidades del municipio de Saltillo	12
Cuadro 2. Crecimiento poblacional y de la vivienda del municipio de Saltillo de 1950 a 2000	13
Cuadro 3. Principales cultivos sembrados y cosechados con agricultura de temporal en el municipio de Saltillo de 1999 al 2002	14
Cuadro 4. Principales cultivos sembrados y cosechados con agricultura de riego en el municipio de Saltillo de 1999 al 2002	15
Cuadro 5 parámetros estadísticos de la precipitación y evaporación mensual y anual (1950 - 2005) de la estación climatológica de la CNA de Saltillo, Coahuila	18
Cuadro 6. parámetros estadísticos de la temperatura media mensual y anual (1950-2005), de la estación de la CNA, Saltillo, Coahuila, México	21
Cuadro 7. Parámetros estadísticos de la temperatura máxima y mínima promedio mensual y anual (1950-2005) de la estación de la CNA, Saltillo, Coahuila, México	24
Cuadro 8. parámetros estadísticos de la temperatura máxima y mínima extrema mensual y anual (1950-2005), de la estación de la CNA, Saltillo, Coahuila, México	26
Cuadro 9. Incremento poblacional y de vivienda por década desde 1950 hasta 2000 y valores promedio correspondientes de temperatura, precipitación y evaporación	27
Cuadro 10. Tendencia promedio de cambio de la precipitación, evaporación, temperatura máxima y mínima en las diferentes estaciones del año en el valle de Saltillo, Coahuila, México, tendencias calculadas con valores promedio de 55 años (1950-2005)	28

Cuadro 11 Serie de tiempo de temperatura media mensual	39
Cuadro 12 Serie de tiempo de precipitación mensual	40
Cuadro 13 Serie de tiempo de temperatura máxima promedio mensual	41
Cuadro 14 Serie de tiempo de temperatura mínima promedio mensual	43
Cuadro 15 Serie de tiempo de temperatura máxima extrema	44
Cuadro 16 Serie de tiempo de temperatura mínima extrema	45
Cuadro 17 Serie de tiempo de evaporación	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fast Fourier Transform de la precipitación del mes de agosto.	19
Figura 2. Variaciones de la temperatura máxima promedio de Julio de 1950 a 2005 y tendencia promedio de cambio.	23

I. INTRODUCCIÓN.

La historia del planeta muestra la ocurrencia de cambios climáticos desde la era cuaternaria. Varios de ellos caracterizados por cambios en la dinámica de los océanos, erupciones volcánicas o bien alteraciones de la radiación solar (Schwartz y Randall, 2003; Alexandrov y Hoogenboom, 2000).

Actualmente, la humanidad se enfrenta a un nuevo escenario de cambio climático donde varios estudios (Carson, 1996; Cao-MingKui *et al.*, 1998) indican que debido a las grandes emisiones de gases de invernadero como bióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrógeno (N₂O), metano (CH₄) ozono (O₃) y clorofluro carbonos (gases de refrigeración) la temperatura promedio del planeta se ha incrementado entre 0.3 y 0.7 °C en los últimos 100 años. Dichos estudios también indican que debido a este calentamiento global y el fenómeno climático el Niño, la ocurrencia de eventos climáticos extraordinarios como sequías, inundaciones, temperaturas extremas altas y temperaturas extremas bajas ha aumentado en las últimas décadas (Lauenroth and Smith, 1996; Smith, 1996). Lo cual puede afectar a diversos sectores de la economía, y en particular al sector agrícola, debido a su estrecha relación con el clima.

El calentamiento global y el cambio climático, pueden afectar directamente el crecimiento y desarrollo de los cultivos, ya que el incremento de la temperatura afecta el ciclo de desarrollo de las plantas y la tasa de evapotranspiración. Influyendo también en la aparición de plagas y maleza (Alexandrov y Hoogenboom, 2000; Jones y Thornton 2003). El incremento de la temperatura y el CO₂ de la atmósfera afectan la tasa de fotosíntesis de los cultivos (Wolf y Van Diepen, 1994)

El crecimiento poblacional e industrial de Saltillo, Coahuila ha sido de gran magnitud a partir de la revolución industrial y especialmente, en la segunda mitad del siglo XX, (INEGI. *Coahuila. Censo General de Población y Vivienda, 2000*). Debido a la instalación en el valle de varias industrias mexicanas y extranjeras, la inmigración de población al valle de Saltillo, se ha incrementado apreciablemente. El crecimiento poblacional requiere de

viviendas, vías de comunicación, escuelas y hospitales, dando como resultado un crecimiento urbano acelerado. La urbanización de una región cambia drásticamente las propiedades de las superficies, ya que la vegetación original de la región es remplazada por pavimento, concreto, banquetas y otros materiales sintéticos utilizados en las urbanizaciones. Esto resulta también en cambios muy drásticos en la absorción y reflectancia de la radiación solar por los cuerpos de la superficie y en la distribución de los componentes de la ecuación del balance de energía en la superficie, lo cual puede modificar el microclima de la localidad

Comentarios de personas que han residido en Saltillo en los últimos 30 a 40 años indican que se puede notar un cambio apreciable en los patrones de temperatura del valle, indicando que los inviernos son más cortos y menos fríos, mientras que los veranos son más largos y más cálidos. Sin embargo, a la fecha no existen estudios publicados que indiquen si efectivamente el clima del valle de Saltillo ha cambiado debido a la urbanización y el efecto del calentamiento global. Por lo cual, los objetivos de esta investigación son:

1. Determinar el efecto del calentamiento global en el clima del valle de Saltillo.
2. Evaluar el efecto del crecimiento urbano y el calentamiento global en el cambio climático del municipio de Saltillo.
3. Evaluar el efecto del cambio climático en la agricultura del valle de Saltillo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Evidencias del cambio climático en Saltillo.

El fenómeno del cambio climático a escala global y sus impactos regionales y locales debe ser una prioridad de investigación. Para el valle de Saltillo, y el estado de Coahuila en general, a la fecha no existen reportes que indiquen el efecto del calentamiento global en el clima de la región y sus consecuencias para la agricultura.

El uso del suelo del valle de Saltillo ha sufrido grandes cambios debido a la instalación de varias industrias mexicanas y extranjeras a partir de la segunda mitad del siglo XX. El crecimiento poblacional acelerado de una región debido a la inmigración puede cambiar el medio ambiente a escala regional (Ludevid, 1997). Esto se debe al aumento de la concentración de gases del efecto de invernadero como el bióxido de carbono, metano, óxido nitroso y otros gases productos de la actividad humana, que modifican el balance de energía debido a su propiedad de ser buenos absorbentes de la radiación infra-rojo emitida por la superficie terrestre (IPCC, 2000).

2.2 EVIDENCIAS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL.

La mayoría de los glaciares de montaña de todo el mundo ha retrocedido desde finales del siglo XIX y en el mismo período, el nivel del mar ha crecido entre 1 y 2 mm. anualmente en promedio (Mastny, 2000). El glaciar en el volcán Santa Isabel de Colombia ha ido en pleno retroceso (Alarcón *et al.*, 2001). Un incremento de 20 cm del mar Mediterráneo eliminaría todas las playas de la Península Ibérica, que en su mayoría son artificiales.

El efecto del calentamiento global también ha reducido la frecuencia de las heladas. Por ejemplo, en Cardedeu (Barcelona) tenían del orden de 60 heladas anuales hace cincuenta años y ahora han pasado a tener del

orden de 20 (Peñuelas *et al.*, 2002) y, por tanto, también ha disminuido el riesgo de heladas tempranas de hojas y flores jóvenes.

También el régimen de precipitaciones ha sufrido cambios. En algunas zonas de África y Asia se ha observado un aumento de la frecuencia e intensidad de las sequías en las últimas décadas (Olensen y Bindin, 2002). Eventos como el Efecto de El Niño, “fase cálida, o la Niña fase fría también están asociados con el cambio climático global y están relacionados con la incidencia de casos de malaria, dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores (Poveda y Rojas, 1997)

La temperatura promedio global ha aumentado 0.5 °C en los últimos 100 años (IPCC, 2000). Esto a ocasionado que en promedio, entre fines de invierno y comienzos de primavera de cada año de la década de los 90, hasta 1998, en el hemisferio norte hubo menos cubierta de nieve que en ningún otro período desde el año 1970, cuando comenzaron a llevarse registros satelitales de temperatura y cubierta de nieve.

La temperatura promedio del aire en el bosque boreal de Ontario Canadá, ha aumentado 2 °C en los últimos 25 años y el período libre de hielo ha aumentado en 3 semanas. Estudios y lecturas de satélite de la NOAA muestran un aumento de 0.5 a 1 °C en la temperatura superficial del mar Caribe en los últimos 30 años (Nabuurs y Mohren, 1993)

2.3 EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO.

En México por su posición geográfica y extensión, se encuentran regiones con diferentes tipos de clima, por lo que el efecto del calentamiento global también se ha presentado. Por ejemplo, en Oaxaca, de 1997-1998 el efecto del Niño provocó una intensa sequía que afectó la agricultura y la pesca y generó además condiciones favorables para los incendios forestales. Además, en el Puerto de Veracruz, durante los eventos de La Niña la canícula se incrementa en un 7.5% con respecto al valor normal (11.2%), mientras que durante los eventos de El Niño la canícula disminuye en un 10.9%. El Estado de Jalisco en 1998 fue afectado por la sequía, que se presentó en 22 municipios de la región los Altos y el norte del Estado. En

la región los Altos ya han ocurrido dos periodos de sequía, durante 1960-1964 y 1993-1996. (García, J.F. 1999).

2.5 Efecto del calentamiento global en los ecosistemas naturales y agrícolas.

El problema que ha causado el hombre con la interacción de el medio ambiente comenzó a ser relevante hace unos 10,000 años con el descubrimiento de la agricultura y mas recientemente con la revolución industrial (Goudie, 1981). El hombre incide sobre la vegetación, fauna, suelo, aguas y clima, por lo que se le considera un agente geomorfológico (Dov Nir, 1983), ya que modifica con su actividad la superficie terrestre y, a su vez, interfiere en los procesos geomórficos.

Las alteraciones a los ecosistemas que provoca la actividad humana pueden modificar la evolución de las especies existentes, reaparición de viejas enfermedades como la malaria, la fiebre amarilla e incremento en la frecuencia de alergias y plagas (Palumbi, 2001).

Los cambios que ha sufrido la atmósfera sobre todo con el incremento del CO₂, ha ocasionado un calentamiento global, que ha afectado la actividad agrícola ya que las variaciones del clima pueden causar heladas tempranas y tardías, lluvias excesivas y/o inoportunas, inundaciones y sequías, que constituyen una seria amenaza para la actividad agrícola (Watson et al, 1997)

La agricultura, es uno de los tres sectores de mayor importancia respecto al ingreso de divisas para México, de tal forma que los impactos negativos (sequias, inundaciones, heladas) del cambio climático pueden tener un gran impacto en la economía del país (FAO. 1992)

Datos fenológicos de los observadores terrestres muestra como en los últimos 20 años la estación de crecimiento de los vegetales se ha alargado 18 días en Eurasia y esto se ha traducido en un aumento de la

biomasa verde, como mínimo en latitudes superiores a los 40° (Myneni *et al.*, 1997). El incremento en la productividad vegetal de las últimas décadas que se había atribuido al efecto fertilizador del CO₂ y de las deposiciones de nitrógeno, puede ser debido también en parte a este aumento de temperatura y a este alargamiento de la estación de crecimiento (actividad vegetativa). Todo esto también viene corroborado por los datos de concentración atmosférica de CO₂, que muestran un aumento de la amplitud de la oscilación estacional de CO₂ en las últimas décadas (Keeling *et al.*, 1996).

El incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera ha permitido a los árboles desarrollarse en zonas donde la vegetación estaba restringida a plantas de mucho menor tamaño (Farquhar, 1997), también afecta la fenología de la floración, la producción de néctar y el contenido de aminoácidos (Rusterholz and Erhardt, 1998).

Una consecuencia secundaria de las altas temperatura, es que los suelos presentan una baja disponibilidad de agua (suelo seco) por el aumento de la evaporación y respiración del suelo, que favorece a la pérdida de los nutrientes (principalmente fósforo en los suelos calcáreos y nitrógeno en los silíceos) del suelo. (Roda *et al.*, 1999, Sardans *et al.*, 2004; Emmet *et al.*, 2004).

2.6 Efecto del incremento de la temperatura y el CO₂ en el desarrollo de las plantas.

El efecto invernadero ha ocasionado un aumento de la temperatura y de la sequía en la región del mediterráneo (Peñuelas, 1993; Piñol *et al.* 1998; IPCC, 2001; Peñuelas *et al.*, 2002, Peñuelas y Boada 2003). Esto ha traído cambios significativos en la fisiología y ciclo de desarrollo de plantas y animales (Peñuelas y Filella, 2001a). Las evidencias de estas alteraciones son fácilmente observables por ejemplo, los cultivos incrementan la velocidad de crecimiento, la intensidad de la floración y la rapidez de maduración de la fruta, por lo que están floreciendo y fructificando por término medio 10 días antes que hace 30 años, la aparición de insectos y

plagas, tales como mosca blanca, minador de la hoja, araña roja, ácaro blanco, pulgones, etc., que pasan por los diferentes estadios larvarios más rápidamente en respuesta al calentamiento, se ha adelantado 11 días, los cuales causan serios daños a los cultivos como plagas o como vectores de enfermedades virales. (Bustamante, 2001; Tilman and Lehman, 2001).

Estudios realizados por la Universidad de Nuevo León, reportan que los cambios en la concentración de CO₂ atmosférico afecta la fisiología estomatal, lo que puede modificar el intercambio de CO₂ entre las plantas y la atmósfera (Morison, 1998), en ecosistemas áridos reportan que la densidad y cobertura de arbustos leñosos se ha incrementado (Brown, Valone and Curtin, 1997) y que las plantas responden a los desequilibrios ambientales y tienden a compensarlo (Fiel et al 1992), esto obliga a las plantas a crear mecanismos de cambio estacional en morfología y fisiología para poder sobrevivir (Vázquez, 1999), por lo que el principal problema del factor climático que afecta la fenología de las plantas es la temperatura y se sabe que incrementos en la temperatura del aire puede ser detectadas fácilmente en los efectos fenológicos (Menzel, 2000), causando un adelanto o atraso de sus eventos (Peñuelas and Filella, 2001; Bergant et al 2001).

El CO₂ en la atmósfera acelerará la descomposición de la vegetación muerta por los microorganismos, liberándose CO₂ a la atmósfera a un ritmo más intenso. El incremento de CO₂ en la atmósfera a su vez acelerará el crecimiento de las plantas, que asimilarán el CO₂ a un mayor ritmo. Estos fenómenos de retroalimentación en cierta medida se anulan entre sí. (Llusia *et al.*, 2002).

Los efectos directos de las variaciones de temperatura en las plantas son, la duración del ciclo de desarrollo, alteraciones fisiológicas por la exposición a temperaturas fuera del umbral permitido, deficiencias hídricas y respuesta a nuevas concentraciones de CO₂ (Watson, et al, 1997), mientras que algunos efectos indirectos serían, cambios en las poblaciones de parásitos, plagas y enfermedades (migración, concentración, flujos poblacionales, incidencias, etc.) disponibilidad de nutrientes en el suelo y

planificación agrícola, fechas de siembra, laboreo, mercadeo, etc.(Porter 1991, Watson et al,1997).

El aumento de temperatura causa una mayor evapotranspiración de las plantas, de manera que muchas de las localidades y regiones mediterráneas son ahora más cálidas y más secas que en las décadas anteriores. En el observatorio de Roquetes, durante el siglo XX, la evapotranspiración potencial ha aumentado 13 mm y la humedad relativa ha disminuido 0,85% por década (Piñol *et al.*, 1998). Por lo que en los últimos dos siglos la densidad estomática ha disminuido en un 21% y la discriminación del C^{13} en un 5.2% en el conjunto de catorce especies estudiadas, indicando una posible adaptación a las condiciones más cálidas y áridas de la actualidad mediante una mayor eficiencia en el uso del agua (Peñuelas y Matamala, 1990; Peñuelas y Azcón-Bieto, 1992).

Fenómenos asociados al incremento de la temperatura, tienen efecto, tanto en el alargamiento de la vida de las hojas de los caducifolios, como la aceleración de la renovación de las hojas de los perennifolios apreciada en estudios recientes (Gracia *et al.*, 2001; Sabaté *et al.*, 2002),

Dado que el CO_2 de hecho se encuentra en una proporción muy baja en la atmósfera terrestre (0,037% en volumen, actualmente), el incremento de su concentración tiene un efecto de fertilización, esto es, se añade un elemento potencialmente limitante de la fotosíntesis, y por tanto sus efectos serían beneficiosos para la producción vegetal. (Kimball 1983). Se calcula que en los últimos 20 años la biomasa vegetal en todo el globo terrestre se ha incrementado un 6% (Nemani *et al.* 2003), y en todo caso este aumento parece mucho más causado por el incremento en temperatura y la prolongación del período vegetativo de las plantas que por el efecto directo de la fertilización por CO_2 .

Al menos en una primera aproximación, las plantas responden al incremento en concentración de CO_2 mostrando un incremento en el ritmo de crecimiento y en la eficiencia en el uso del agua y del N, una reducción de

la fotorrespiración y de la conductancia estomática, y un incremento de la producción, tanto de la parte aérea como de la radicular (Medlyn *et al.* 2001, Kubiske y Godbold 2001).

La fotosíntesis es el proceso más importante en la productividad en el mundo vegetal y la habilidad para mantener la tasa de asimilación de CO₂ en condiciones de estrés ambiental es fundamental para el crecimiento y la producción de la planta (Lawlor, 1995). Dicha tasa de asimilación se ve reducida por el déficit hídrico, principalmente a consecuencia del cierre estomático; no obstante, el aparato fotosintético es resistente a los procesos de deshidratación (Cornic *et al.*, 1989).

Estudios realizados con altas concentraciones de CO₂ en el aire en diferentes especies de plantas, indican que la densidad de estomas se puede reducir. Esto resulta en una menor transpiración de las plantas y un incremento en la eficiencia del uso del agua, expresada como gramos de biomasa producidos por gramos de agua transpirada (Peñuelas, 1993; López *et al.* 1997). Además, un incremento en la concentración del CO₂ en la atmósfera aumentaría directamente la tasa de fotosíntesis y la producción de biomasa de las plantas C3, con cambios poco significativos en las plantas C4' como el maíz, sorgo y caña de azúcar (Salinger, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Recopilación de información.

3.1.1 Población y vivienda

La información correspondiente al crecimiento urbano del municipio de Saltillo, fue proporcionada por la delegación estatal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de las oficinas de Saltillo, Coahuila. A través de los censos de población y vivienda de 1950 al 2000. El propósito de esta información fue evaluar la posible relación entre el crecimiento urbano y el cambio climático del valle de Saltillo.

3.1.2 Información climatológica

Las series de tiempo de información climatológica fueron proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) delegación Saltillo. Los datos proporcionados fueron: temperatura media mensual, temperatura máxima y mínima extremas mensuales, temperatura máxima y mínima promedio mensual, precipitación y evaporación mensual de 1950 al 2005. Antes de procesar las series de datos de precipitación evaporación y temperaturas, se realizó un análisis de la información para depurar datos inconsistentes y generar datos faltantes, utilizando técnicas de regresión.

3.1.3 Información agrícola

De la base de datos de Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA 2005, se obtuvo la información correspondiente a los principales cultivos sembrados y cosechados con agricultura de riego y temporal en el municipio de Saltillo de 1999 al 2002.

3.1.4 Análisis estadístico de las series de datos

Para cada variable (precipitación, evaporación, temperatura media, máxima y mínima promedio y máxima y mínima extrema) de las series de tiempo (1950 –2005) se determinaron los valores medios mensuales, desviación estándar y la tendencia media de cambio en unidades de la variables por cada 100 años.

Para evaluar la ocurrencia de eventos que se presentan con cierta frecuencia, se obtuvieron las transformadas de Fourier de las series de tiempo de las variables evaluadas.

Para evaluar el efecto del crecimiento urbano (población y vivienda) en el cambio climático del valle de Saltillo, se obtuvo el incremento por décadas de población y vivienda desde 1950 hasta 2000 y se contrastó contra los valores medios de la misma década de temperatura media, máxima y mínima promedio anual, así como los de precipitación y evaporación promedio anual del mismo periodo.

Para evaluar los cambios futuros del clima del valle de Saltillo, se obtuvieron las tendencias medias de los cambios de las variables climatológicas en las cuatro estaciones (invierno, primavera, verano y otoño) del año.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Ubicación geográfica de las principales localidades del municipio de Saltillo y crecimiento urbano de 1950 al 2000.

El valle de Saltillo, Coahuila se encuentra ubicado entre las latitudes 25° 31', y 24° 32' N; y las longitudes 100° 43' y 101° 37' O (INEGI. marco geoestadístico, 2000) (Anexo1), el municipio representa el 3.7% de la superficie del estado (INEGI-d.g.g. superficie del país por entidad y municipio. 2000. inédito.), colinda al norte con los municipios de General Cepeda, Ramos Arizpe y Arteaga; al este con el municipio de Arteaga y el estado de Nuevo León; al sur con los estados de nuevo león y Zacatecas; al oeste con el estado de Zacatecas y los municipios de Parras y General Cepeda, (INEGI. marco geoestadístico, 2000). Cuenta con seis localidades principales (Cuadro 1):

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las principales localidades del municipio de Saltillo.

NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD (Metros)
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	
SALTILLO	25	25	101	00	1 600
AGUA NUEVA	25	11	101	05	2 000
SAN JUAN DE LA VAQUERÍA	25	15	101	13	1 840
DERRAMADERO, EL	25	17	101	16	1 800
PRESA DE LOS MUCHACHOS	24	53	101	12	1 750
PRESA DE SAN PEDRO	24	41	101	03	1 960
HEDIONDA GRANDE	25	06	100	51	1 900

El Valle de Saltillo tenía una población de 98,603 habitantes con 17,708 viviendas en el año de 1950. Para el 2000, la población se

incrementó a 578,046 habitantes (mas de 5 veces) en 132,943 viviendas (mas de 7 veces), Cuadro 2, (INEGI. Coahuila. Censo General de Población y Vivienda, 2000). El crecimiento urbano del valle de Saltillo ha crecido marcadamente desde principios de la década de 1990 debido al establecimiento de la industria automotriz como la General Motors y la Chrysler y el crecimiento del Grupo Industrial Saltillo.

Cuadro 2. Crecimiento poblacional y de la vivienda del municipio de Saltillo de 1950 a 2000.

Año	Nº de viviendas	población
1950	17708	98603
1960	22795	127772
1970	30615	190994
1980	55390	321758
1990	89340	440920
2000	132943	578046

El 11.01% de la superficie del valle es agrícola, 10.65% pastizales, 10.18% bosques, 2.85% chaparral, 59.21% matorral y 6.10% otros (Anexo 2).

4.2 Características de la agricultura del municipio de Saltillo.

La agricultura del valle de Saltillo consiste básicamente de forrajes y granos, de los cuales en el 2002, se cosecho una superficie total de **22,551** ha de temporal y una de **6,673** ha de riego (Cuadros 3 y 4). La fuente principal de abastecimiento de agua para la agricultura de riego es el bombeo de pozos profundos. El nivel dinámico promedio de los pozos es mayor de 100 m. Esto implica que el efecto del cambio climático en la tasa promedio anual de evaporación y la ocurrencia frecuente de sequías, pueden tener un fuerte impacto en la agricultura de esta región.

Cuadro 3. Principales cultivos sembrados y cosechados con agricultura de temporal en el municipio de Saltillo de 1999 al 2002.

AÑO/ CULTIVO	1999		2000		2001		2002	
	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)
AVENA FORRAJERA EN VERDE	2,189	2,144	3,381	3,195	4,666	4,156	4250	3411
CEBADA FORRAJERA EN VERDE	286	214	280	212	822	822	703	611
CEBADA GRANO	240	0	520	520	850	850	965	965
FRIJOL	7,473	2,837	8,504	5,054	6,868	4,393	7732	6186
MAIZ FORRAJERO EN VERDE	3,125	3,125	1,200	1,200	0	0	2785	0
MAIZ GRANO	31,364	11,964	31,035	14,419	29,931	12,986	29009	15258
SORGO ESCOBERO	450	450	576	546	267	267	365	365
SORGO FORRAJERO EN VERDE	1,680	1,680	2,979	2,879	3,455	3,245	5030	4905
TRIGO GRANO	1,511	137	367	70	1,358	454	1350	71
TOTAL	48,325	22,551	48,266	27,549	48,117	27,173	52189	31772

FUENTE: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

Cuadro 4. Principales cultivos sembrados y cosechados con agricultura de riego en el municipio de Saltillo de 1999 al 2002.

AÑO/ CULTIVO/TIPO	1999		2000		2001		2002	
	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)	SUP. SEMB. (HA)	SUP. COSE. (HA)
ACELGA	4	4	3	3	3	3		
AJO	6	6	26	26	7	7	9	9
AVENA FORRAJERA EN VERDE	838	838	883	861	760	760	781	781
BETABEL	3	3	1	1	2	2		
CALABACITA	29	29	37	37	75	75	163	163
CEBADA FORRAJERA EN VERDE	217	217	226	221	458	458	509	509
CEBOLLA	29	29	9	9	13	13	3	3
CEBOLLIN	6	6	5	5	46	46	9	9
CHILE VERDE	173	173	128	128	61	41		
CHILE VERDE JALAPEÑO	13	13			14	14	20	20
CHILE VERDE MORRON	11	11	18	18	22	22	25	25
CILANTRO	37	37	72	72	44	44	20	16
COL (REPOLLO)	26	26	21	21	33	33	5	5
COLIFLOR	9	9	17	17	2	2	2	2
ELOTE	116	116	361	361	270	270	210	210
FRIJOL	170	170	100	100	53	53	75	75
LECHUGA	1	1	2	2	1	1	5	5
MAIZ GRANO	844	844	497	497	673	653	490	490
MELON	1,660	1,660	1,750	1,720	1,735	1,735	1,554	1,554

FUENTE: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA

Cuadro 4. continuación.....

PAPA	1,188	1,188	2,047	2,047	1,542	1,542	1,380	1,380
PEREJIL	11	11	15	15				
RABANITO	5	5	5	5	5	5		
RYE GRASS EN VERDE	375	375	290	290	110	110	250	250
SANDIA	10	10	4	2				
SORGO ESCOBERO	80	80	255	255	258	238	130	130
SORGO FORRAJERO EN VERDE	403	403	671	671	521	483	940	940
TOMATE ROJO (JITOMATE)	15	15	1	1	1	1	2	2
TOMATE VERDE	23	23	18	8	2	2	84	84
TRIGO FORRAJERO VERDE	40	40	40	40	40	40	40	40
TRIGO GRANO	155	150	52	43	147	147	35	35
ZANAHORIA	182	182	335	335	241	241	290	290
TOTAL	6,678	6,673	7,889	7,811	7,283	7,193	7,031	7,027

FUENTE: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

4.3 Análisis estadístico de las series de tiempo de precipitación y evaporación.

Los meses de mayor precipitación en el valle de Saltillo son julio, agosto y septiembre, donde se acumula una precipitación total de 176.5 mm, mientras que el mes de menor precipitación es marzo con 8.4 mm (Cuadro 5). Los meses de mayor evaporación son mayo, junio y julio donde se evapora un total de 682.48 mm, mientras que el mes de menor evaporación es diciembre con 111.08 mm. (Cuadro 5).

La evaporación total anual es de 2073.81 mm, mientras que la precipitación total anual es de solo 359.4 mm, esto significa una diferencia evaporación-precipitación de 1714.41 mm. Asumiendo que el ciclo de la agricultura de temporal coincide con los meses de mayor precipitación (mayo a septiembre) donde en promedio se puede acumular una lamina precipitada de 252.40 mm, la evaporación correspondiente a los mismos meses es de 1038.13 mm, lo que indica una gran diferencia. Si asumimos una tasa de evapotranspiración promedio diaria de 5 mm de los cultivos de grano y forraje para un buen rendimiento, esto corresponde a una evapotranspiración total acumulada de 750 mm para los meses considerados. Esto refleja el gran déficit de precipitación que se tiene en esta localidad y lo difícil que es obtener buenos rendimientos con la agricultura de temporal.

Con base a la información disponible (1950 – 2005) la tendencia media futura de la precipitación para el valle de Saltillo es una reducción en la tasa de precipitación total anual de 8.68 mm por cada 100 años. La tasa de evaporación también muestra una tendencia decreciente de 49.82 mm/100 años (Cuadro 5)

Para los meses de mayor precipitación (mayo a septiembre), donde es más factible la agricultura de temporal, la proyección futura indica un incremento de 26.23 mm por cada 100 años. La evaporación para los mismos meses muestra una tendencia también creciente de 51.74 mm/100 años (Cuadro 5). Esto muestra que el efecto del cambio climático en el

municipio de Saltillo tendrá un impacto negativo para la agricultura, ya que la tendencia del incremento de la evaporación será de casi el doble que la de la precipitación.

Cuadro 5 Parámetros estadísticos de la precipitación y evaporación mensual y anual (1950 – 2005) de la estación climatológica de la CNA de Saltillo, Coahuila.

MES	Precipitación (mm)			Evaporación (mm)		
	Media	Desviación estándar.	Tendencia media (mm/100)	Media	Desviación estándar	Tendencia media (mm/100)
Enero	14.6	20.40	11.88	116.81	35.33	-46.75
Febrero	12.5	14.24	7.34	134.91	33.66	-15.53
Marzo	8.4	13.26	4.25	197.42	45.09	6.16
Abril	14.8	16.04	-5.36	212.28	35.86	-9.6
Mayo	30.5	24.45	-17.1	237.85	48.14	21.98
Junio	45.4	36.87	35.72	227.76	44.53	55.03
Julio	58.5	33.15	12.65	216.87	41.38	17.61
Agosto	57.0	38.31	-17.0	202.30	39.36	-17.24
Septiembre	61.0	48.27	11.96	153.35	33.85	-25.64
Octubre	31.0	26.48	23.0	140.30	37.55	11.03
Noviembre	12.4	15.18	4.48	121.65	35.65	-18.43
Diciembre	13.2	16.10	-9.05	111.08	35.22	-28.44
Anual*	359.4	118.75	-8.68	2073.81	320.22	-49.82

* Los parámetros estadísticos anuales se obtuvieron con la información de los totales anuales (1950-2005) y no con los datos promedio mensuales.

El análisis de Fast Fourier Transform, indica que con las series de tiempo de 1950- 2005, no existen eventos cíclicos en la precipitación total anual y mensual. Esto significa que cada año es igual en el dominio de la frecuencia. La Figura 1 muestra que para el mes de agosto, las precipitaciones dominantes ocurren a una frecuencia de un año. Un comportamiento similar se observó para el resto de los meses y para la precipitación total anual.

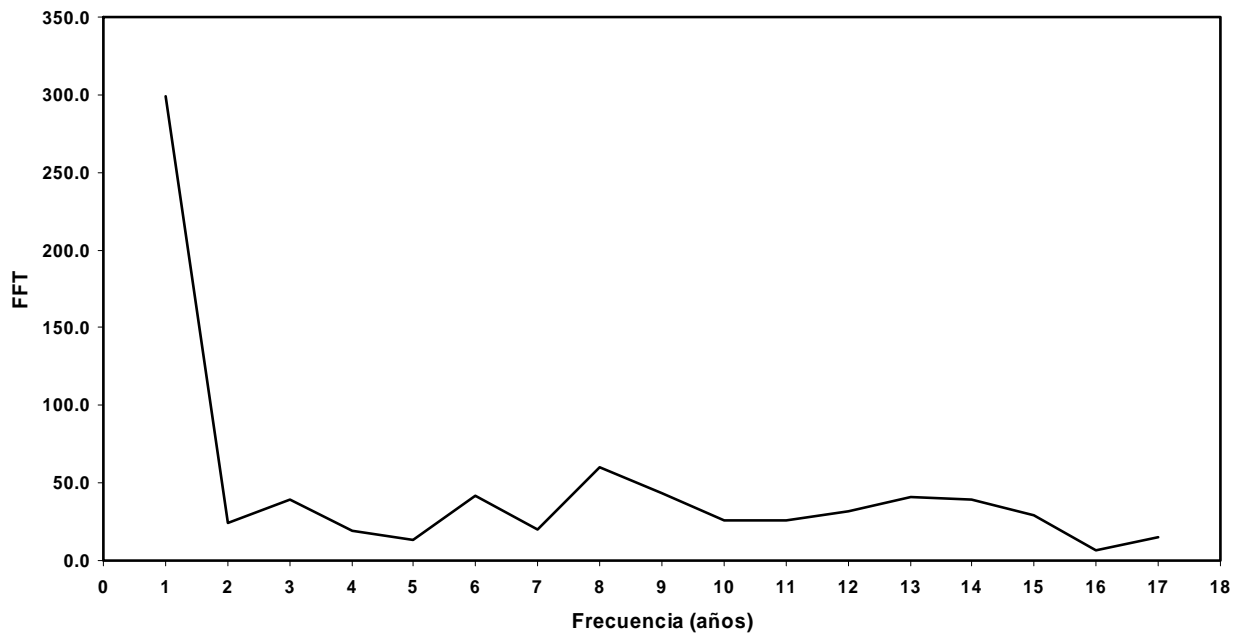


Figura 1. Fast Fourier Transform de la precipitación del mes de agosto.

4.4 Análisis estadístico de las series de tiempo de temperatura media mensual.

El mes de mayor temperatura media es julio y muestra una tendencia media decreciente (enfriamiento) de -1.23 °C/100 años. El mes de menor temperatura promedio es enero y también muestra una tendencia decreciente (enfriamiento) de -0.57 °C (Cuadro 6). Esto sugiere que el efecto del cambio climático en el valle de Saltillo está ocasionando un enfriamiento.

El mes que muestra una mayor tendencia de cambio es septiembre con -2.47 °C /100 años, esto significa en promedio septiembre será 2.47 °C más fresco en los próximos 100 años. Mientras que el mes más estable es febrero (-0.08 °C/100 años), lo que significa que la temperatura media de este mes será aproximadamente estable.

En promedio, 8 meses del año muestran una tendencia decreciente de la temperatura media (enfriamiento), y 4 una tendencia creciente (calentamiento). La tendencia de la temperatura media anual muestra un enfriamiento de -0.51 °C por cada 100 años para el valle de Saltillo (Cuadro 6), esto nuevamente sugiere que el cambio climático está ocasionando un enfriamiento al valle de Saltillo.

El análisis de Fourier mostró (dato no mostrado) que en el dominio de la frecuencia, todos los años son iguales con relación a la temperatura media mensual y media anual.

Cuadro 6. Parámetros estadísticos de la temperatura media mensual y anual (1950-2005), de la estación de la CNA, Saltillo, Coahuila, México

MES	Temperatura media (°C)		
	Media	Desviación estándar	Tendencia media (°C/100)
Enero	12.2	2.02	-0.57
Febrero	13.5	1.82	-0.08
Marzo	16.6	1.58	-1.18
Abril	19.6	2.52	0.62
Mayo	22.3	1.46	0.19
Junio	23.0	1.28	-0.76
Julio	23.1	1.53	-1.23
Agosto	22.3	1.35	-1.64
Septiembre	20.4	1.49	-2.47
Octubre	18.0	1.48	-0.46
Noviembre	15.0	1.66	0.57
Diciembre	12.8	1.94	0.92
Anual*	18.2	0.91	-0.51

* Los parámetros estadísticos anuales se obtuvieron con la información de los totales anuales (1950-2005) y no con los datos promedio mensuales.

4.5 Análisis estadístico de las series de tiempo de temperatura máxima y mínima promedio mensual.

Se observa en el (Cuadro 7) que nueve meses del año muestran una tendencia negativa de la temperatura máxima promedio (enfriamiento) y solo tres meses muestran una tendencia creciente (calentamiento). El mes con la tendencia decreciente mayor es julio (-2.96) esto significa que dentro de 100 años, la temperatura máxima promedio será aproximadamente 3 °C menor que su valor actual (Cuadro 7). La tendencia de la temperatura máxima

promedio anual muestra un decremento de $-0.82\text{ }^{\circ}\text{C}/100$ años, indicando un ligero enfriamiento.

Con relación a la temperatura mínima promedio mensual, seis meses del año muestran una tendencia decreciente. Sin embargo, la tendencia de la temperatura mínima promedio anual es muy estable ($-0.08\text{ }^{\circ}\text{C}/100$ años).

A pesar de que Mayo, junio y julio muestran los valores mas altos de temperatura máxima promedio mensual, también muestran tendencias negativas, lo que significa que en promedio los meses más calientes del año tienden a enfriarse (Cuadro 7). La Figura 2 muestra que a pesar de las grandes fluctuaciones de temperatura en el mes de julio (1950-2005), la tendencia de cambio promedio es una reducción de la temperatura a una tasa de $-2.96\text{ }^{\circ}\text{C}/100$ años.

Diciembre y enero tienen la temperatura máxima promedio mensual menor de todos los meses, sin embargo la tendencia de cambio de la temperatura de estos meses es positiva, esto indica una tendencia de calentamiento de los meses más fríos del año.

La temperatura mínima promedio mensual de diciembre, enero y febrero es la mas baja del año (meses mas fríos). Enero muestra una tendencia negativa (enfriamiento), sin embargo diciembre y febrero tienen una tendencia positiva (calentamiento).

El análisis de Fourier mostró que en el dominio de la frecuencia, todos los años son iguales con relación a la temperatura máxima y mínima promedio mensual y anual.

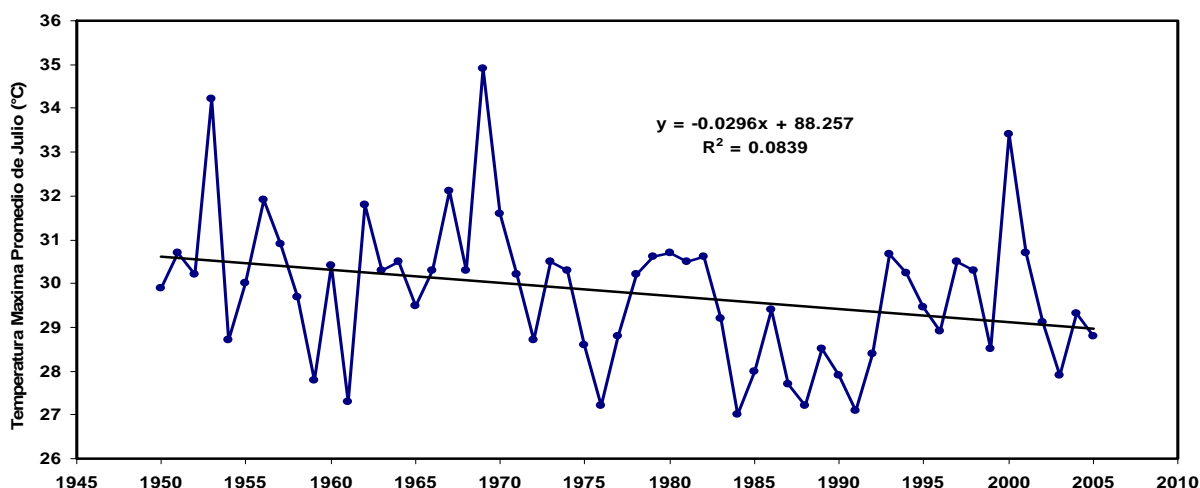


Figura 2. Variaciones de la temperatura máxima promedio de Julio de 1950 a 2005 y tendencia promedio de cambio.

Cuadro 7. Parámetros estadísticos de la temperatura máxima y mínima promedio mensual y anual (1950-2005) de la estación de la CNA, Saltillo, Coahuila, México.

MES	Máxima Promedio (°C)			Mínima promedio (°C)		
	Media	Desviación estándar	Tendencia media (°C/100)	Media	Desviación estándar	Tendencia media (°C/100)
Enero	19.7	2.62	0.37	4.7	1.73	-1.1
Febrero	21.2	2.11	-0.52	5.8	1.76	0.96
Marzo	24.5	1.67	-0.94	8.7	1.73	-1.7
Abril	27.7	1.95	-2.85	12.4	1.85	0.39
Mayo	29.8	1.56	-0.31	14.9	1.59	1.37
Junio	30.1	1.45	-1.4	16.1	1.22	1.2
Julio	29.8	1.66	-2.96	16.3	1.30	0.52
Agosto	29.2	1.38	-2.51	16.0	1.07	-1.31
Septiembre	26.8	1.55	-1.49	14.1	1.26	-1.29
Octubre	24.7	2.01	-0.11	11.3	1.62	-0.38
Noviembre	22.4	2.01	1.67	7.9	1.50	-0.06
Diciembre	19.9	2.26	1.2	5.6	1.69	0.45
Anual*	25.5	0.93	-0.82	11.1	0.86	-0.08

* Los parámetros estadísticos anuales se obtuvieron con la información de los totales anuales (1950-2005) y no con los datos promedio mensuales.

4.6 Análisis estadístico de las series de tiempo de temperatura máxima y mínima extrema mensual.

Se observa en el (Cuadro 8) que cinco meses del año muestran una tendencia negativa de la temperatura máxima extrema (enfriamiento) y siete meses muestran una tendencia creciente (calentamiento). El mes con la tendencia decreciente mayor es julio (-2.98) esto significa que dentro de 100 años, la temperatura máxima promedio será aproximadamente 3 °C menor.

El mes de mayo presenta la temperatura máxima extrema mayor (mes mas caliente) y su tendencia es positiva, lo que significa un incremento futuro de la temperatura para este mes. Diciembre y Enero son los meses con menor temperatura máxima extrema y muestran una tendencia positiva mayor de 2 °C/100 años, esto nuevamente sugiere un calentamiento de los meses más fríos del año. Sin embargo, la tendencia de la temperatura máxima extrema anual es muy estable (Cuadro 8).

Enero y febrero muestran las temperaturas mínimas extremas menores, pero su tendencia de cambio es positiva (mayor de 2 °C/100 años), lo que significa que los meses mas fríos del año tienden a calentarse. Sin embargo, octubre muestra la mayor tendencia de cambio (mas de -5 °C/100 años), lo que significa un enfriamiento bastante marcado para este mes (Cuadro 8). La temperatura mínima extrema anual también muestra una tendencia de cambio negativa (-1.18 °C/100 años), lo que implica un enfriamiento de la temperatura mínima extrema anual.

El análisis de Fourier mostró que en el dominio de la frecuencia, todos los años son iguales con relación a la temperatura máxima y mínima extrema mensual y anual.

Cuadro 8. Parámetros estadísticos de la temperatura máxima y mínima extrema mensual y anual (1950-2005), de la estación de la CNA, Saltillo, Coahuila, México

MES	Máxima Extrema			Mínima Extrema		
	Media	Desviación estándar.	Tendencia. media (°C/100 años)	Media	Desviación estándar	Tendencia media (°C/100)
Enero	27.4	2.3519	2.74	-3.0	3.0482	2.2
Febrero	28.4	1.9862	0.32	-2.1	2.6913	2.79
Marzo	31.7	2.3269	0.09	0.5	3.7761	-1.0
Abril	34.3	1.9701	-1.19	5.1	2.8864	-0.63
Mayo	35.6	2.0708	0.52	9.6	2.3074	-2.56
Junio	35.2	2.0045	-0.86	12.4	2.4488	-0.58
Julio	33.8	1.9815	-2.98	13.2	1.8213	-0.67
Agosto	32.9	1.6599	-2.57	12.8	1.6732	-3.19
Septiembre	32.0	2.0620	-2.30	9.4	2.6527	-3.66
Octubre	31.1	2.0721	1.77	5.1	2.8039	-5.28
Noviembre	29.5	1.7369	0.44	0.4	2.3333	2.17
Diciembre	27.3	2.0941	2.98	-1.8	3.3069	-3.83
Anual*	31.6	1.09	-0.09	5.1	1.09	-1.18

* Los parámetros estadísticos anuales se obtuvieron con la información de los totales anuales (1950-2005) y no con los datos promedio mensuales.

4.7 Evaluación del efecto del crecimiento urbano en el cambio climático del valle de Saltillo.

El cuadro 9 muestra que el crecimiento poblacional no ha tenido impacto en el cambio climático en el valle de Saltillo, ya que no existe relación entre el incremento poblacional por década (1950 –2000) y los valores promedio anual correspondientes de temperatura, precipitación y evaporación para el mismo periodo decenal.

Nótese que la década 1980-1990 presentó los valores menores de temperatura y los mayores de precipitación y evaporación promedio anual

para la década mencionada. Se observa también, que la década 1990-2000 fue la de menor precipitación promedio anual, indicando la ocurrencia de una sequía en esta década

Cuadro 9. Incremento poblacional y de vivienda por década desde 1950 hasta 2000 y valores promedio correspondientes de temperatura, precipitación y evaporación.

Década	Incremento		Temperatura promedio anual (°C)			Precipitación promedio anual (mm)	Evaporación promedio anual (mm)
	Población	Vivienda	Media	Máxima	Mínima		
1950-1960	29,169	5,087	18.4	25.7	11.3	336.9	2,128.7
1960-1970	63,222	7,820	18.3	25.7	11.0	381.8	1,773.2
1970-1980	130,764	24,775	18.5	25.5	11.5	375.7	2,125.7
1980-1990	119,162	33,950	17.5	24.9	10.2	388.7	2,466.2
1990-2000	137,128	43,603	18.5	25.7	11.7	299.6	2,069.4
promedio			18.24	25.5	11.14	356.54	2112.64

4.8 Evaluación de las tendencias de cambio climático del valle de Saltillo en las diferentes estaciones del año.

La información del Cuadro 10 muestra que la precipitación durante la primavera (abril-junio) en el valle de Saltillo, tiende a decrecer a una tasa de 58.18 mm /100 años, esto puede tener un fuerte impacto en la programación de siembras de primavera de la agricultura de temporal. Sin embargo, los cultivos de otoño invierno podrían verse favorecidos debido a una tendencia promedio de incremento de la precipitación en estas estaciones.

En la primavera, la tasa de evaporación muestra una tendencia creciente, esto significa que los cultivos tendrán una mayor tasa de evapotranspiración en esta estación. Sin embargo, en el verano, otoño e invierno, la tasa de evaporación tiene una tendencia decreciente y el consumo de agua por los cultivos sería menor en estas estaciones.

La tendencia de cambio de la temperatura máxima promedio en primavera y verano, muestra una tendencia decreciente, lo que implica una

reducción de la temperatura máxima en estas estaciones y una menor demanda de evapotranspiración por los cultivos. La tendencia de cambio de la temperatura mínima extrema en primavera, verano y otoño también es decreciente, esto significa que las temperaturas mínimas extremas cada vez serán menores y el riesgo de heladas tardías y tempranas se incrementará.

Cuadro 10. Tendencia promedio de cambio de la precipitación, evaporación, temperatura máxima y mínima en las diferentes estaciones del año en el valle de Saltillo, Coahuila, México, tendencias calculadas con valores promedio de 55 años (1950-2005)

Parámetros climatológicos	Tendencia promedio de cambio /100 años			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Precipitación (mm)	14.42	-58.18	7.61	27.48
Evaporación (mm)	-84.56	67.41	-25.27	-7.4
Temp. máxima Promedio (°C)	0.0275	-1.52	-2.32	0.78
Temp. mínima Promedio (°C)	-0.4633	0.9866	-0.6933	-0.22
Temp. Máxima Extrema (°C)	1.5325	-0.51	-2.6166	1.105
Temp. Mínima Extrema (°C)	0.04	-1.2566	-2.5066	-1.555
Temp. Media (°C)	-0.2275	0.0166	-1.78	0.055

V. CONCLUSIONES

Debido a que la evapotranspiración potencial es mucho menor que la precipitación (con un déficit de 497.6 mm de lamina) durante los meses de mayor lluvia (mayo a septiembre), se tiene una productividad muy baja en la agricultura de temporal.

Tanto la precipitación como la evaporación total anual, muestran una tasa de reducción de -8.68 y -49.82 mm/100 años respectivamente. Debido a que la tendencia promedio de incremento de la evaporación durante los meses de mayor lluvia es de casi el doble que la de precipitación, habrá un impacto negativo en la agricultura de temporal y de riego en un futuro.

Con base a las series de tiempo de temperatura media mensual, se infiere que el cambio climático esta ocasionando un enfriamiento al valle de Saltillo. Los meses de mayor temperatura media mensual son junio y julio y ambos muestran una tendencia decreciente de temperatura.

Nueve meses del año muestran una tendencia negativa de la temperatura máxima promedio (enfriamiento) y solo tres muestran una tendencia creciente (calentamiento). La tendencia de la temperatura máxima promedio anual es negativa, indicando un ligero enfriamiento.

Mayo es el mes de mayor temperatura máxima extrema y muestra una tendencia de cambio positiva, esto significa que en promedio los eventos de temperaturas máximas extremas se incrementará. Enero y febrero, que son los meses mas fríos del año muestran una tendencia de cambio positiva, que implica un calentamiento de estos meses y un posible impacto negativo para los productores de manzano de la región, ya que se reducirá la acumulación de unidades frío.

El crecimiento urbano del municipio de Saltillo, no ha tenido efecto en el cambio climático de este.

Los cultivos de primavera se verán afectados debido a que las proyecciones de cambio de precipitación son negativas (menor lluvia). Sin embargo, los cultivos de verano, otoño e invierno serán favorecidos por una proyección de cambio de precipitación positiva (mayor lluvia)

La tendencia de cambio de la temperatura mínima extrema en primavera, verano y otoño es decreciente, y el riesgo de heladas tardías y tempranas se incrementará.

El análisis de Fourier, indica que la frecuencia dominante ocurre cada año para las variables de precipitación, evaporación y temperaturas, lo que significa que no existen eventos extraordinarios que ocurran a cierta periodicidad.

VI. LITERATURA CITADA.

- Alarcón, J. C. et al (2001): Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Editorial Trade Link Ltda, 307 p. Bogota.
- Alexandrov V.A. and G. Hoogenboom, 2000. The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agricultural and Forest Meteorology*. 104: 315- 327.
- Bergant, K., L. Kajfez-Bogataj and Z. Crepinsek, 2001. Statistical downscaling of general-circulation-model-simulated average monthly air temperature to the beginning of flowering of the dandelion (*taraxacum officinale*) in slovenia. *J. Biometeorol.* 46:22-32.
- Brown J. H., T.J. Valone and C.G. Curtin. 1997. reorganization of and arid ecosystem in response to recent climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.* Vol. 94:443-452.
- Bustamante, O., J.D. 2001. Bioespacios y la modificación microclimática, alternativa de control del “chino” en jitomate (*L. esculentum* Mill.) y otras hortalizas. Simposium el “chino” del jitomate. Informe Técnico. CEZ. INIFAP. Zacatepec, Mor Mex.
- Cao-Mingkui, Gregson-K, Marshal-S and Cao-MK. 1998. Global methane emission from wetlands and its sensitivity to climate change. *Atmospheric Environment*, 32: 19, 3293-3299.
- Carson, D.J. 1996. Modeling climatic change: achievements and prospects. *Forests and climate. Commonwealth-Forestry-Review.* 75: 1, 12-18.
- Cornic, G., Le Gouallec, J.L., Briantais, J.M. y Hodges, M. 1989. Effect of dehydration and high light on photosynthesis of two C3 plants

(*Phaseolus vulgaris* L. and *Elatostema repens* (Lour.)Hall f.). *Planta*, 177:84-90.

Dov Nir (1983). *Man, a geomorphological agent. An introduction to anthropic geomorphology*. Keter Publication, 165 p. Jerusalem.

Emmet, B., Beier, C., Estiarte, M., Tietema, A., Kristense, H. L., Williams, D., Peñuelas, J., Schmidt, I., y Sowerby, I. 2004. The responses of soil processes to climate change: results from manipulation studies across an environmental gradient. *Ecosystems*. 7: 625-637.

FAO. 1992. *Cambio Climático: Agricultura mundial y medio ambiente rural*. Grupo de trabajo sobre Cambio Climático. Roma, Italia. Ipp.

Farquhar, G. D. 1997. Climate Change: carbon dioxide and vegetation. *Science* 278 (5342): 1411.

Field C. H., F. S. Chapin III, P. A. Matson and H. A. Mooney, 1992. responses of terrestrial ecosystems to the changing atmosphere: a resource-based approach. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23:201-235.

García, F.J. *et al* (1999): *Sequías en México, Prevención*, órgano informativo del sistema nacional de protección civil, Febrero- Mayo (1999), publicado por: Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

Goudie, A. (1981). *The human impact. Man's role in environmental change*. Blackwell, 326 p. Oxford.

Gracia, C.A., Sabaté, S., López, B., Sánchez A. 2001. Presente y futuro del bosque mediterráneo: balance de carbono, gestión y cambio global. En: *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional*. AEET, CSIC Press, Granada.

INEGI. Coahuila. *Censo General de Población y Vivienda, 2000*

- INEGI. marco geoestadístico, 2000
- INEGI-d.g.g. superficie del país por entidad y municipio. 2000. inédito.
- IPCC. 2000. Impacts, Adaptations and mitigation of climate change: Scientific-Technical analysis. Cambridge University Press., 879.
- IPCC. 2001. En: Houghton J. T., Yihui D., et al. (editores). The Scientific Basis. Third Assessment Report of Working Group I. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jones, P.G. and P.K. Thornton, 2003. The potencial impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in "2055". Global Environmental Change. 13: 51-59.
- Keeling, C.D., Chin, J.F.S., y Whorf, T.P. 1996. Increased activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO₂ measurements. Nature 382: 146-149.
- Kimball, B. A. 1983. Carbon dioxide and agricultural yield: an assemblage of 430 prior conservation. Agronomy Journal 75: 779-788.
- Kubiske, M. E. y D. L. Godbold. 2001. Influence of CO₂ on the growth and function of roots and root system. Páginas 147-191 en D. F. Karnosky, R. Ceulemans, G. E. Scarascia-Mugnozza y J. L. Innes (editores), The impact of carbon dioxide and other greenhouse gases on forest ecosystems. CAB International, Wallingford, Reino Unido.
- Lauenroth, W.K. and Smith, T.M. 1996. Application of patch models to examine regional sensitivity to climate change, Climatic Change, 34: 2, 155-160.
- Lawlor, D.W. 1995. The effects of water deficit on photosynthesis. pp. 129-160. En: N. Smirnoff (ed.). Environment and Plant Metabolism.

Flexibility and acclimation. Environmental plant biology series. _ios scientific Publishers, Oxford, UK.

Llusia, J., Peñuelas, J., y Gimeno, B. S. 2002. Seasonal and species-specific Mediterranean plant VOC emissions in response to elevated ozone concentrations. *Atmospheric Environment* 36: 3931-3938.

López, B., Sabaté, S., Ruíz, I., y Gracia, C. 1997. Effects of elevated CO₂ and decreased water availability on holm oak seedlings in controlled environment chambers. Páginas: 125-133 en: Mohren G.M.J., Kramer K., Sabaté S. (editores) *Impacts of Global Change on Tree Physiology and Forest Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Ludevid, M. (1997): *El Cambio en el Medio Ambiente*: 332 p. Editorial Alfaomega, Barcelona, España.

Mastny L. (2000) *Melting of Earth's Ice Cover Reaches New High*, Worldwatch Institute, marzo 6 del 2000.

Medlyn, B. E., A. Rey, C. M. V. Barton y M. Forstreuter. 2001. Above-ground growth responses of forest trees to elevated atmospheric CO₂ concentration. Páginas 127-146 en D. F. Karnosky, R. Ceulemans, G. E. Scarascia-Mugnozza y J. L. Innes (editores), *The impact of carbon dioxide and other greenhouse gases on forest ecosystems*. CAB International, Wallingford, Reino Unido.

Menzel, A. 2000. Trenches in Phenological phase in Europe between 1951 y 1996. *Int. J. Biometeorol*, 44(2):76-81.

Morison J. 1998. Stomatal Response to Increased CO₂ Concentration *Journal of Experimental Botany*. Vol. 49:443-452.

- Myneni, R.B., Keeling, C.D., Tucker, C.J., Asrar, G., y Nemani, R.R. 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature*, 386: 698-702.
- Nabuurs, G.J. y G.M.J. Mohren. 1993. Carbon fixation through forestation activities: A study of the carbon sequestering potential of selected forest types. Commissioned by the Foundation Face. Report IBN 93/4. Institute for Forestry and Nature Research, Forests Absorbing Carbondioxyde Emission. Holanda. 206 p.
- Nemani, R. R., C. D. Keeling, H. Hashimoto, W. M. Jolly, S. C. Piper, C. J. Tucker, R. B. Myneni y S. W. Running. 2003. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. *Science* 300:1560-1563.
- Olensen, J.E. & B. Hindi. 2002. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European J. Agronomy*. 16:239-262.
- Palumbi, S. R. 2001. Humans as the World's Greatest Evolutionary Force. *Science*. Vol. 293:1786-1790.
- Peñuelas, J. 1993. *El aire de la vida (una introducción a la ecología atmosférica)*. Ariel, Barcelona.
- Peñuelas, J. and I. Filella, 2001. Phenology: Responses to a Warming World. *Science* 294:793-795.
- Peñuelas, J., Filella, I., y Comas, P. 2002. Changed plant and animal life cycles from 1952-2000. *Global Change Biology* 8: 531-544.
- Peñuelas, J., y Azcón-Bieto, J. 1992. Changes in $\delta^{13}\text{C}$ of herbarium plant species during the last 3 centuries of CO_2 increase. *Plant, Cell and Environment* 15: 485-489.

- Peñuelas, J., y Boada, M. 2003. A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology* 9: 131-140.
- Peñuelas, J., y Filella, I. 2001a. Phenology: Responses to a warming world. *Science*, 294: 793-795.
- Peñuelas, J., y Matamala R. 1990. Changes in N and S leaf content, stomatal density and specific leaf area of 14 plant species during the last three centuries of CO₂ increase. *Journal of Experimental Botany* 41 (230): 1119-1124.
- Piñol, J., Terradas, J., y Lloret, F. 1998. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climatic Change* 38: 345-357.
- Porter, J; Parry, M.; Carter, T. 1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. *Agricultural and forestry meteorology*. 57: 221-240.
- Poveda, G., y W. Rojas, 1997. Evidencias de la asociación entre brotes epidémicos de malaria en Colombia y el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur, *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, Vol. 21, No. 81, 421-429.
- Roda, F., Mayor, X., Sabaté, S., y Diego, V. 1999. Water and nutrient limitations to primary production. Páginas: 183-194 en: Rodà, F., Retana J., Gracia C., y Bellot J. (editores) *Ecology of Mediterranean evergreen oak forests*. Springer, Berlin.
- Rusterholz, H. P. and A. Erhardt, 1998. Effects of elevated CO₂ on flowering phenology and nectar production of nectar plants important for butterflies of calcareous grasslands. *Oecologia* 113(3): 341-349.

- Sabaté, S., Gracia, C. A., y Sánchez A. 2002. Likely effects of Climate Change on growth of *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica* forests in the Mediterranean Region. *Forest Ecology and Management* 162: 23-37.
- Salinger, M.; Desjardins, R.; Jones, B.; Sivakumar, M.; Strommen, N.; Veerasamy, S.; Lianhai, W. 1997. Climate variability, agriculture and forestry: an update. World Meteorological Organization. WMO-841. Geneva-Switzerland.51pp.
- Sardans, J., Roda, F., y Peñuelas, J. 2004. Phosphorous limitation and competitive capacities of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* subsp. *Rotundifolia* on different soils. *Plant Ecology*, en prensa.
- Schwartz P., and D. Randall, 2003. An abrupt climate change scenario and its implications for the United States national security. Octubre 2003. Versión en línea.
http://www.ems.org/climate/pentagon_climatechange.pdf
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, 2005.
- Smith, J.B. 1996. Standardized estimates of climate change damages for the United States. *Climate Change*, 32: 3, 313-326.
- Tilman D. and C. Lehman. 2001. Human-caused environmental Change: impacts on plants diversity and evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci.* Vol. 98(10):5433-5440.
- Vázquez-Yanes, C. 1999. La Fisiología Ecológica de las Plantas. En R. Orellana, J. A. Escamilla y A. Larqué-Saavedra (editorial). *Ecofisiología Vegetal y Conservación de Recursos Genéticos*.

Watson, R.; Zinyowera, M.; Moss, R.; Dokken, D. 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. Summary for policymakers. Report of IPCC Working group II. 16pp.

Wolf J., and C.A. Van Diepen, 1994. Effects of climate change on silage Maize production potential in the European Community. *Agricultural and Forest Meteorology* 71:33-60.

Cuadro 11. Serie de tiempo de temperatura media mensual.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1950	17.2	15.1	18.6	19.9	23.1	23.0	23.8	23.0	22.2	18.8	16.6	13.7	19.6
1951	12.3	14.3	16.8	19.9	22.0	24.0	24.3	23.2	21.3	18.3	15.5	12.8	18.7
1952	14.6	14.7	17.7	20.6	22.8	22.5	22.5	24.0	20.7	16.5	15.7	13.2	18.8
1953	13.8	14.7	18.5	21.2	24.3	24.8	25.8	23.0	19.5	18.4	13.6	9.9	19.0
1954	15.0	14.6	16.8	21.3	22.0	23.9	22.2	24.1	24.1	18.7	13.4	15.4	19.3
1955	12.0	13.2	19.1	21.7	24.1	24.3	22.3	23.9	19.7	20.6	17.1	14.3	19.4
1956	13.6	16.6	17.6	17.6	21.7	21.7	23.9	23.7	22.0	19.4	14.4	13.9	18.8
1957	15.5	16.7	16.5	8.4	20.4	23.6	24.2	23.3	20.9	16.0	14.3	12.0	17.6
1958	8.8	11.6	14.2	12.5	19.9	22.5	23.4	19.0	20.6	15.3	14.3	11.1	16.1
1959	11.1	14.0	13.5	17.3	21.6	21.9	21.7	21.9	20.8	17.3	12.7	10.7	17.0
1960	13.9	12.5	15.1	19.4	22.0	23.2	23.0	21.9	18.4	18.8	15.6	10.5	17.9
1961	9.1	12.6	16.9	19.3	22.7	21.6	21.0	20.9	20.2	17.6	13.8	13.2	17.4
1962	10.1	16.4	15.3	18.6	22.0	22.8	23.9	23.2	21.1	20.1	14.4	11.8	18.3
1963	11.4	11.4	17.6	22.8	20.8	23.2	23.3	19.0	19.2	16.6	14.1	9.9	17.4
1964	10.0	10.8	16.5	21.8	22.5	22.7	23.4	23.9	21.1	16.0	15.2	12.7	18.1
1965	12.3	12.0	15.2	21.1	23.5	23.2	24.3	21.7	21.5	15.7	16.5	12.8	18.3
1966	8.5	11.0	14.3	20.3	20.8	21.4	22.9	22.2	20.9	16.3	15.5	10.5	17.1
1967	10.5	12.3	18.0	21.9	22.5	24.3	24.3	22.2	19.1	17.7	16.9	15.5	18.8
1968	13.7	13.2	15.2	21.3	24.5	24.5	23.7	24.0	21.1	21.5	15.4	12.5	19.2
1969	13.2	15.0	14.6	22.8	23.6	26.5	27.0	24.7	22.4	20.5	14.5	8.9	19.5
1970	9.8	12.7	18.0	23.7	21.8	26.2	24.1	25.1	21.7	18.7	13.6	15.2	19.2
1971	13.6	14.7	18.1	18.8	23.3	22.6	22.8	21.1	20.2	18.8	17.0	15.6	18.9
1972	14.4	14.8	17.8	22.4	21.9	22.4	22.1	22.5	23.2	20.4	15.3	14.1	19.3
1973	12.0	11.6	18.7	18.3	21.9	22.4	23.4	20.8	21.1	18.5	18.1	12.5	18.3
1974	14.7	13.0	19.5	19.0	23.0	23.0	23.0	23.7	20.3	18.3	14.5	13.0	18.8
1975	12.9	14.6	18.4	21.7	23.0	24.1	22.0	21.6	18.6	18.4	15.7	12.0	18.6
1976	11.0	15.0	18.1	20.2	21.0	22.3	21.3	21.9	20.9	18.6	10.2	10.5	17.6
1977	11.3	12.0	17.3	18.2	23.5	23.0	22.9	23.8	22.0	19.0	16.1	14.8	18.7
1978	11.2	11.1	16.6	21.1	22.5	23.0	23.8	22.5	20.0	16.5	17.0	13.9	18.3
1979	12.2	13.6	17.1	21.1	21.3	22.1	24.2	22.6	19.0	20.1	13.1	12.5	18.2
1980	14.1	13.8	18.3	18.4	24.0	25.2	24.0	22.5	22.1	17.1	12.1	12.8	18.7
1981	8.1	12.3	14.2	18.4	21.0	21.7	22.8	22.3	19.8	18.9	15.5	13.4	17.4
1982	13.9	13.5	18.5	20.3	20.7	23.6	23.2	22.5	20.1	16.9	13.5	11.3	18.2
1983	10.7	12.0	15.6	18.3	22.2	23.0	21.4	21.5	18.6	17.9	16.3	11.7	17.4
1984	9.0	11.8	17.0	21.2	21.1	22.0	20.6	21.7	18.4	19.5	14.2	15.6	17.7
1985	8.7	12.9	17.2	19.1	22.4	22.1	21.9	22.9	21.8	18.0	18.2	13.0	18.2
1986	12.0	15.4	16.4	21.8	22.9	22.2	23.3	23.6	22.1	17.1	15.5	11.2	18.6
1987	10.3	12.2	14.3	15.9	20.7	21.9	28.0	21.9	20.1	15.7	15.1	12.4	17.4
1988	10.7	11.2	14.3	18.0	20.1	20.2	21.0	19.1	17.7	15.8	15.0	12.1	16.3
1989	12.6	13.0	14.6	18.1	22.9	22.3	20.9	20.8	17.4	15.6	13.5	8.0	16.6
1990	12.6	13.5	15.4	18.4	21.7	23.2	21.3	21.4	19.5	16.4	14.2	13.4	17.6
1991	12.0	8.5	14.8	17.9	19.8	20.6	18.9	19.7	15.8	15.6	12.5	11.7	15.7
1992	8.8	11.3	15.3	16.8	19.3	23.2	23.2	20.5	19.9	16.6	12.1	17.3	17.0
1993	13.3	14.2	16.3	19.6	20.6	22.4	25.1	23.1	21.2	19.2	15.7	16.2	18.9
1994	14.6	14.4	16.0	20.5	22.9	23.8	24.7	22.8	20.3	19.5	18.6	14.1	19.4
1995	13.1	15.7	16.7	19.6	25.2	23.5	24.0	22.2	20.3	18.6	18.2	12.9	19.2
1996	13.7	17.4	13.9	18.5	25.2	24.3	24.2	23.1	22.2	19.0	16.3	13.5	19.3

Cuadro 11 continuación.....

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1997	11.6	14.2	17.5	16.8	21.1	23.7	23.8	22.2	21.0	16.9	15.6	10.3	17.9
1998	13.1	13.6	14.7	20.6	25.3	25.7	23.7	22.4	19.1	17.6	16.3	17.8	19.2
1999	14.2	15.7	18.1	22.7	23.7	20.1	22.0	24.0	21.7	17.8	15.8	11.8	19.0
2000	14.9	16.7	20.0	21.4	24.0	22.7	24.7	21.5	21.7	18.3	13.6	12.8	19.4
2001	12.6	16.3	16.4	20.9	21.9	23.4	23.9	23.2	20.0	18.7	15.0	13.1	18.8
2002	13.3	11.5	17.4	22.1	21.9	23.2	22.5	22.8	19.4	19.0	13.2	12.6	18.2
2003	11.1	14.5	16.7	20.3	24.8	23.5	21.7	22.1	19.5	17.0	16.3	11.9	18.3
2004	11.4	13.0	16.8	18.1	21.9	22.6	22.3	21.5	18.7	19.9	15.1	10.8	17.7
2005	13.9	13.1	16.0	19.0	20.1	23.9	22.2	21.4	20.7	17.8	14.8	13.0	18.0
PROMEDIO	12.2	13.5	16.6	19.6	22.3	23.0	23.1	22.3	20.4	18.0	15.0	12.8	18.2

Cuadro 12. Serie de tiempo de precipitación mensual.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950	5.5	0.3	29.7	12.4	64.8	13.7	58.3	7.1	19.4	25.5	1.5	0.8	239.0
1951	0.0	0.0	30.7	7.4	19.6	41.4	28.1	27.5	179.4	38.5	6.2	4.1	382.9
1952	0.0	0.0	1.5	16.1	2.5	189.7	41.8	19.5	0.6	0.0	1.5	0.7	273.9
1953	0.0	14.1	12.7	3.7	5.5	10.8	64.2	62.8	18.0	37.3	1.5	47.2	277.8
1954	8.0	7.0	0.5	38.6	22.8	12.9	45.2	14.0	18.1	21.5	0.0	3.0	191.6
1955	6.7	8.3	1.7	1.0	30.1	4.3	87.5	115.7	35.3	10.5	19.1	0.0	320.2
1956	0.0	0.0	0.0	28.8	14.7	62.4	25.7	40.4	14.3	7.8	16.3	12.2	222.6
1957	1.5	33.9	12.2	8.2	28.3	8.0	11.4	22.9	30.0	14.3	13.0	4.0	187.7
1958	15.0	14.2	9.5	18.0	19.5	86.3	43.5	47.0	165.3	115.0	28.5	22.0	583.8
1959	12.5	66.3	4.0	37.0	119.5	49.5	95.5	114.0	58.0	61.0	14.6	0.5	632.4
1960	11.0	15.5	1.0	17.8	7.5	12.5	52.5	146.3	31.3	46.8	17.5	34.0	393.6
1961	24.3	0.0	9.0	2.3	18.0	103.0	126.5	45.5	19.5	8.5	12.5	0.0	369.0
1962	10.5	3.5	1.0	7.5	21.5	54.0	35.0	29.0	35.5	23.5	3.5	27.0	251.5
1963	0.0	0.0	0.0	3.0	76.5	70.0	13.0	36.0	81.0	32.5	12.0	31.0	355.0
1964	25.0	3.5	0.0	3.0	40.0	80.0	37.0	32.0	70.5	15.5	30.5	15.0	352.0
1965	9.0	16.0	2.0	13.5	25.0	85.0	64.5	32.5	57.0	24.5	16.5	38.5	384.0
1966	49.0	13.0	3.5	29.0	55.5	25.5	86.5	124.5	80.5	38.5	0.0	19.5	525.0
1967	41.5	32.5	42.0	16.0	10.5	49.5	58.5	62.5	220.0	57.5	4.0	3.0	597.5
1968	23.0	21.5	22.0	22.5	24.5	37.0	74.5	70.0	64.5	1.0	13.5	5.0	379.0
1969	6.0	3.0	0.0	3.0	4.5	87.0	58.0	43.5	37.5	12.0	44.0	29.5	328.0
1970	22.5	31.5	1.0	0.5	16.0	47.5	55.5	36.5	62.5	3.0	0.0	0.0	276.5
1971	1.0	0.0	0.0	0.0	28.0	111.5	98.0	153.0	50.5	55.0	1.0	7.5	505.5
1972	1.5	4.0	25.0	18.5	49.0	46.0	86.5	87.0	33.0	11.5	18.5	0.5	381.0
1973	17.5	33.0	0.0	6.0	48.0	69.0	53.0	130.3	103.8	58.0	7.5	6.5	532.6
1974	2.5	0.0	24.0	1.5	6.5	0.0	29.5	106.5	64.0	11.0	11.0	9.4	265.9
1975	3.5	20.5	0.0	0.0	31.5	47.7	104.0	144.5	59.5	10.0	0.5	35.5	457.2
1976	6.5	0.5	2.0	33.5	47.0	49.0	128.0	33.0	63.5	31.5	89.0	32.5	516.0
1977	20.5	1.5	2.0	50.5	27.5	48.5	43.5	32.5	45.0	4.0	0.0	0.5	276.0
1978	12.5	6.0	0.5	5.0	39.5	63.0	71.0	89.5	84.0	26.0	2.5	6.0	405.5
1979	8.5	0.0	8.5	11.0	22.0	35.5	6.0	19.0	24.0	0.0	4.5	48.5	187.5

Cuadro 12 Continuación.....

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1980	5.0	18.0	0.0	8.5	19.0	1.5	25.0	44.0	33.5	53.0	18.5	4.0	230.0
1981	75.4	16.0	12.0	63.0	78.0	63.0	9.5	10.5	19.0	53.1	0.0	1.5	401.0
1982	0.0	8.0	0.0	39.0	34.0	6.0	49.5	68.0	23.0	70.5	33.0	11.5	342.5
1983	22.0	13.5	15.0	0.0	90.5	11.5	38.0	104.0	95.5	17.0	0.0	1.0	408.0
1984	65.0	2.0	0.0	0.0	21.0	11.5	63.0	24.0	29.0	12.0	2.0	19.5	249.0
1985	19.0	16.5	4.0	47.5	55.5	29.0	28.5	30.5	14.5	39.0	6.0	0.0	290.0
1986	1.0	1.5	0.0	52.0	26.0	90.0	59.5	7.5	169.5	96.0	16.0	57.5	576.5
1987	37.4	40.0	0.6	30.0	73.0	21.5	85.0	84.0	97.0	2.9	8.0	11.0	490.4
1988	32.0	4.5	3.0	26.5	18.0	31	146.3	100.5	185.5	5.5	1.0	0.5	554.3
1989	5.5	1.0	0.0	3.5	0.0	4.0	20.0	39.0	48.0	8.0	22.8	60.5	212.3
1990	8.5	33.5	3.0	11.0	51.5	27.5	96.1	27.7	68.3	31.6	4.0	0.0	362.7
1991	4.9	16.8	0.0	0.5	41.5	44.3	138.7	43.3	74.5	10.0	1.5	39.3	415.3
1992	108.2	8.0	5.1	9.5	37.8	3.6	43.2	57.0	25.9	5.0	23.0	14.0	340.3
1993	2.9	2.8	15.0	0.0	18.0	106.1	45.4	77.9	40.1	21.9	8.5	0.0	338.6
1994	0.0	0.3	7.5	15.0	44.5	28.5	42.0	27.6	14.6	39.4	2.5	16.3	238.2
1995	3.5	2.6	0.5	1.4	5.5	16.7	50.6	58.8	54.2	9.1	3.3	17.8	224.0
1996	11.5	0.5	0.0	3.9	13.7	63.9	21.0	41.6	29.2	9.6	2.6	0.3	197.8
1997	10.8	23.6	68.5	45.3	37.6	42.7	51.6	14.5	43.8	49.6	34.4	17.3	439.7
1998	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	24.0	44.5	57.0	93.0	35.8	5.0	2.0	271.8
1999	0.0	0.0	1.8	6.0	2.0	95.8	71.4	18.3	28.9	11.4	0.0	3.7	239.3
2000	0.0	4.3	8.0	0.6	46.5	50.0	26.3	44.6	16.5	49.5	39.8	4.5	290.6
2001	5.2	21.5	40.5	22.0	9.0	18.9	14.6	73.8	17.6	26.5	9.0	10.3	268.9
2002	0.4	10.3	0.6	10.3	15.5	19.3	95.6	32.6	105.2	61.9	14.0	3.9	369.6
2003	9.3	39.4	20.0	5.4	5.5	29.4	93.9	95.2	122.9	102.3	7.4	0.0	530.7
2004	30.5	12.2	15.3	10.6	13.0	103.4	58.1	41.8	94.5	48.1	23.0	0.0	450.5
2005	13.2	43.8	6.3	0.0	26.2	0.0	78.4	42.2	47.6	63.3	21.0	0.0	342.0
PROMEDIO	14.6	12.5	8.4	14.8	30.5	45.4	58.5	57.0	61.0	31.0	12.4	13.2	359.4

Cuadro 13. Serie de tiempo de temperatura máxima promedio mensual

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1950	24.4	22.0	26.4	27.5	30.5	29.3	29.9	29.0	28.2	25.1	24.3	22.1	26.6
1951	20.4	23.8	25.2	27.9	29.9	31.4	30.7	29.3	27.7	24.4	21.8	20.6	26.1
1952	22.1	22.7	25.7	28.6	30.1	28.9	30.2	30.7	27.2	23.4	22.8	20.4	26.1
1953	20.4	23.3	25.3	29.4	32.0	31.7	34.2	29.3	25.8	24.9	20.5	16.2	26.1
1954	23.1	21.8	25.8	29.6	29.8	31.2	28.7	30.4	28.7	25.5	22.6	20.2	26.5
1955	18.7	20.3	25.5	29.5	30.8	31.7	30.0	30.6	25.4	27.8	25.8	22.6	26.6
1956	22.0	25.9	26.2	25.9	31.4	30.7	31.9	31.6	30.0	26.5	21.4	20.7	27.0
1957	24.1	24.0	24.2	26.6	28.4	30.4	30.9	29.5	26.6	26.8	20.4	19.5	26.0
1958	14.3	18.6	21.5	27.3	26.8	28.8	29.7	29.2	25.7	19.2	20.4	15.7	23.1
1959	17.7	20.1	20.3	24.2	28.8	28.6	27.8	28.2	27.7	23.2	19.2	17.9	23.6
1960	20.4	18.7	23.0	27.3	30.4	31.3	30.4	27.9	24.7	25.4	22.4	16.8	24.9
1961	15.5	21.0	25.0	27.8	30.8	29.0	27.3	27.7	26.0	25.2	20.8	20.6	24.7
1962	17.7	25.1	23.8	26.9	29.9	30.1	31.8	30.4	27.8	27.2	21.7	18.4	25.9

Cuadro 13 Continuación.....

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1963	18.8	19.2	25.5	30.4	27.7	30.0	30.3	30.4	24.9	23.5	21.5	15.9	24.8
1964	17.1	18.8	24.2	29.8	30.0	30.4	30.5	31.0	27.8	23.0	22.0	19.4	25.3
1965	19.7	19.4	23.7	28.7	31.0	30.6	29.5	28.8	28.0	23.0	23.2	19.1	25.4
1966	14.2	17.5	21.6	28.0	27.4	28.5	30.3	28.4	28.1	23.0	23.7	18.6	24.1
1967	17.7	20.2	25.8	30.3	30.0	32.2	32.1	28.6	25.5	26.1	26.0	24.8	26.6
1968	22.0	22.0	23.9	28.7	33.4	32.4	30.3	31.4	27.3	28.8	22.2	18.9	26.8
1969	20.2	22.1	22.9	31.7	32.0	34.8	34.9	31.9	29.3	27.4	19.3	18.0	27.0
1970	15.8	19.4	26.4	33.0	30.0	32.4	31.6	33.2	28.3	26.3	20.8	21.8	26.6
1971	20.3	23.3	26.6	27.5	30.8	29.2	30.2	27.5	25.9	24.4	24.5	22.7	26.1
1972	24.7	21.0	25.3	30.4	29.2	29.0	28.7	29.7	28.7	27.6	22.7	21.4	26.5
1973	20.7	18.8	26.3	26.8	29.4	29.5	30.5	27.0	27.2	24.7	25.7	20.3	25.6
1974	22.7	21.3	27.0	26.6	30.8	30.4	30.3	30.7	26.4	24.6	21.4	20.3	26.0
1975	20.7	21.9	26.2	30.0	30.8	31.6	28.6	27.7	25.0	18.4	23.4	19.0	25.3
1976	18.4	23.7	25.8	28.0	28.3	30.0	27.2	29.0	27.0	23.4	15.8	16.5	24.4
1977	17.8	19.2	25.8	25.6	31.0	29.5	28.8	30.1	28.3	25.2	23.9	23.4	25.7
1978	18.8	18.2	24.2	28.6	28.9	29.3	30.2	28.7	24.5	21.4	23.7	21.0	24.8
1979	20.0	21.0	24.6	28.0	28.2	28.7	30.6	29.0	25.1	27.9	19.6	18.0	25.1
1980	21.3	21.2	26.0	25.6	31.0	32.5	30.7	28.1	28.2	22.9	18.4	20.3	25.5
1981	15.0	20.3	21.6	25.3	28.6	28.9	30.5	29.7	26.7	26.9	24.8	22.1	25.0
1982	23.6	21.6	27.8	28.9	28.4	31.0	30.6	30.0	27.4	24.0	21.6	19.3	26.2
1983	18.3	20.3	24.1	27.5	30.6	30.6	29.2	28.1	26.2	25.8	25.2	21.2	25.6
1984	15.9	19.4	24.1	28.8	28.3	28.3	27.0	29.1	24.7	26.2	20.9	22.4	24.6
1985	16.9	19.8	23.8	25.6	29.7	27.8	28.0	29.3	28.0	25.0	25.5	21.1	25.0
1986	20.4	23.6	24.2	29.0	29.7	28.1	29.4	30.0	28.3	21.6	21.9	16.4	25.2
1987	16.9	19.2	21.7	23.0	28.2	29.0	27.7	28.9	25.5	23.1	22.6	21.1	23.9
1988	18.8	18.8	22.8	25.8	28.4	27.6	27.2	25.9	24.6	23.4	24.0	19.8	23.9
1989	19.9	22.1	23.7	26.7	31.6	30.1	28.5	27.7	24.2	24.4	21.3	14.5	24.6
1990	20.3	20.8	23.2	25.9	29.0	30.3	27.9	27.5	24.7	23.2	21.7	21.1	24.6
1991	19.8	18.5	26.8	28.8	29.5	28.5	27.1	28.9	24.6	24.0	21.2	17.8	24.6
1992	14.5	18.3	23.7	23.9	26.8	31.4	28.4	27.7	26.6	23.7	21.1	24.2	24.2
1993	21.0	21.9	23.6	26.7	27.5	27.0	30.7	28.5	26.3	26.3	23.1	24.5	25.6
1994	22.5	22.0	23.1	27.7	28.9	29.6	30.2	28.5	26.7	26.1	26.0	19.5	25.9
1995	20.2	23.2	24.0	26.9	32.2	29.8	29.5	27.8	27.3	26.0	23.3	19.3	25.8
1996	21.9	25.3	22.8	26.6	32.2	30.4	28.9	27.8	27.8	24.8	23.0	20.6	26.0
1997	19.1	21.7	24.5	23.9	28.5	30.2	30.5	30.0	27.8	23.6	22.6	16.7	24.9
1998	20.9	21.9	22.9	28.2	32.7	32.4	30.3	28.4	24.5	23.1	23.8	22.6	26.0
1999	22.3	22.6	26.2	29.9	31.2	30.4	28.5	31.8	29.0	25.8	25.0	19.8	26.9
2000	24.2	25.4	28.7	29.7	31.1	29.6	33.4	28.8	29.9	25.4	23.6	20.8	27.6
2001	19.8	24.3	23.8	27.3	29.7	30.9	30.7	29.8	26.2	25.5	21.7	19.7	25.8
2002	21.5	17.7	25.5	29.0	29.7	29.5	29.1	29.6	27.6	25.6	20.2	19.6	25.4
2003	18.4	21.4	24.7	27.9	32.7	29.9	27.9	29.0	24.6	23.4	23.3	19.7	25.2
2004	18.1	20.8	23.5	25.8	29.7	29.3	29.3	27.9	24.4	27.6	22.4	17.5	24.7
2005	21.3	18.8	23.3	26.8	27.2	31.5	28.8	27.8	28.1	24.5	22.7	21.4	25.2
Promedio	19.7	21.2	24.5	27.7	29.8	30.1	29.8	29.2	26.8	24.7	22.4	19.9	25.5

Cuadro 14. Serie de tiempo de temperatura mínima promedio mensual

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1950	10.0	8.3	10.8	12.3	15.7	16.1	17.8	17.0	16.3	12.5	9.0	5.4	12.6
1951	4.5	4.8	8.4	11.9	14.1	16.1	17.8	17.1	14.8	12.1	9.3	5.0	11.3
1952	7.2	6.7	9.7	12.5	15.5	16.1	14.7	17.3	14.2	9.6	8.6	6.0	11.5
1953	7.2	6.1	11.7	12.9	16.6	17.9	17.3	16.8	13.2	11.9	6.7	3.6	11.8
1954	6.9	7.4	7.8	12.9	14.3	16.5	15.7	17.8	16.1	11.9	7.8	6.5	11.8
1955	5.2	6.1	12.6	13.9	17.3	16.8	14.6	17.1	14.0	13.3	8.4	5.0	12.0
1956	5.1	7.3	9.0	9.2	11.9	12.7	15.8	15.5	13.9	12.2	7.3	7.1	10.6
1957	6.9	9.3	8.7	9.9	12.3	16.8	17.4	17.0	14.3	10.2	8.1	4.4	11.3
1958	3.2	4.6	6.9	11.6	12.9	16.2	17.0	16.2	15.4	11.5	8.1	6.5	10.8
1959	4.4	7.9	6.6	10.4	14.4	15.2	15.5	15.5	13.8	11.4	6.2	3.4	10.4
1960	4.5	1.9	7.2	11.5	13.6	15.2	15.7	15.9	12.1	12.3	8.9	4.6	10.3
1961	2.7	4.3	8.8	10.8	14.6	14.3	14.7	14.1	13.5	10.0	6.8	5.8	10.0
1962	2.4	7.7	6.9	10.3	14.1	15.5	16.2	16.0	14.5	13.0	7.1	5.2	10.7
1963	4.1	3.6	9.8	15.2	14.0	16.5	16.3	16.1	13.5	9.9	6.8	3.9	10.8
1964	2.8	2.9	8.8	13.9	15.1	15.1	16.3	16.8	14.4	9.1	8.5	6.0	10.8
1965	5.0	4.7	6.7	13.6	16.0	15.9	15.5	14.6	15.0	8.5	9.5	6.6	11.0
1966	2.9	4.6	7.1	12.7	14.3	14.3	15.6	16.0	13.7	9.7	7.3	2.4	10.1
1967	3.3	4.4	10.5	13.5	15.0	16.4	16.5	15.8	12.6	9.4	7.8	6.2	11.0
1968	5.0	4.4	6.6	13.9	16.1	16.9	17.1	16.7	14.9	13.7	8.6	6.6	11.7
1969	6.2	7.8	6.4	13.7	15.3	18.3	19.1	17.5	15.6	13.8	7.8	5.9	12.3
1970	3.7	5.6	9.5	14.9	14.0	17.6	17.2	17.2	15.4	11.1	6.3	8.6	11.8
1971	6.9	6.2	9.4	11.4	16.0	16.1	16.0	14.8	14.6	13.1	9.5	8.4	11.9
1972	7.4	5.8	10.4	14.4	14.7	15.8	15.6	15.4	15.4	13.2	7.8	6.7	11.9
1973	3.5	4.5	11.4	11.0	14.5	15.8	16.4	14.8	15.0	12.4	10.5	4.7	11.2
1974	6.3	5.4	11.2	11.8	15.2	15.7	15.9	16.7	14.2	12.0	7.8	6.6	11.6
1975	5.1	7.3	10.7	13.5	16.0	16.7	15.6	15.6	12.3	11.0	8.0	4.7	11.4
1976	3.6	6.5	10.4	12.4	13.5	15.2	15.4	14.8	14.8	9.7	4.7	4.5	10.5
1977	4.9	4.8	8.8	10.8	16.2	16.5	17.0	17.5	15.8	12.9	8.6	6.3	11.7
1978	3.6	4.1	9.0	13.7	16.2	16.6	17.4	16.2	15.5	11.0	10.4	6.8	11.7
1979	4.4	5.8	9.6	14.1	14.4	15.6	17.7	16.2	12.9	12.4	6.6	7.4	11.4
1980	7.0	6.4	10.7	11.1	17.0	18.0	17.7	17.0	16.0	11.4	5.9	5.4	12.0
1981	1.0	4.4	6.9	11.5	13.5	14.5	15.1	14.9	12.9	10.9	6.6	4.7	9.7
1982	4.1	3.4	9.2	11.7	13.2	16.0	15.7	14.9	12.8	9.7	5.4	3.3	9.9
1983	3.1	3.6	7.1	19.1	13.8	15.2	14.7	14.6	13.1	9.9	7.4	2.2	10.3
1984	2.0	2.7	9.3	13.7	13.9	15.7	14.3	14.3	12.1	12.8	7.4	8.8	10.6
1985	0.4	5.9	10.5	12.0	15.1	16.4	15.8	16.4	15.6	12.2	10.9	5.0	11.4
1986	3.7	7.2	8.6	14.5	16.2	16.2	17.3	17.2	16.0	12.6	9.0	6.0	12.0
1987	3.7	5.2	7.0	8.8	13.2	14.9	15.6	15.0	14.6	8.4	7.5	5.8	10.0
1988	2.6	3.7	5.6	10.3	11.3	12.8	14.3	14.3	10.9	8.2	6.0	4.4	8.7
1989	5.3	4.0	5.6	9.6	14.3	14.5	13.4	14.3	10.7	6.8	5.8	1.6	8.8
1990	4.9	6.3	7.6	10.9	14.5	16.2	14.7	15.3	13.4	9.7	6.6	5.6	10.5
1991	4.0	5.0	9.3	11.9	14.4	15.0	15.8	15.7	12.2	10.4	4.9	6.3	10.4
1992	4.0	4.2	7.8	9.3	12.3	16.1	17.3	15.0	14.0	10.6	6.0	10.4	10.6
1993	5.8	6.6	5.2	12.5	13.8	17.8	19.6	17.9	15.3	12.3	8.4	8.0	11.9
1994	6.9	6.8	9.0	13.5	17.0	18.1	19.2	17.2	13.9	15.0	11.3	8.8	13.0
1995	6.1	8.4	6.6	12.9	18.7	17.2	18.6	16.9	14.0	11.4	10.2	6.5	12.3
1996	5.3	9.9	6.3	10.7	18.3	18.2	17.7	17.5	15.8	12.3	9.3	5.6	12.2
1997	4.1	6.6	10.1	10.1	13.6	17.1	18.1	17.5	14.1	10.1	8.7	3.7	11.2

Cuadro 14 Continuación.....

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1998	5.4	5.3	6.4	12.8	18.1	18.9	17.2	16.2	14.7	11.8	9.8	6.4	11.9
1999	6.2	7.2	9.9	15.5	16.1	16.7	15.5	16.2	14.3	9.7	6.5	3.7	11.5
2000	5.6	8.0	11.3	13.0	16.8	15.8	16.0	14.0	14.2	13.4	9.0	4.8	11.8
2001	5.3	8.3	8.9	14.4	14.0	15.9	17.0	16.5	13.9	11.9	8.3	6.5	11.7
2002	5.1	3.1	9.3	13.9	14.1	15.4	16.0	15.9	13.2	12.7	6.2	5.7	10.9
2003	3.8	7.5	8.7	12.6	16.9	17	15.6	15.2	14.4	10.6	9.2	4	11.3
2004	4.7	5.8	8.7	12.5	14.9	16.0	16.4	16.0	14.2	11.3	7.9	5.7	11.2
2005	6.8	7.3	8.3	11.0	13.3	16.4	15.5	15.0	13.3	11.8	6.8	4.6	10.8
Promedio	4.7	5.8	8.7	12.4	14.9	16.1	16.3	16.0	14.1	11.3	7.9	5.6	11.1

Cuadro 15. Serie de tiempo de temperatura máxima extrema

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1950	29.5	30.0	35.0	33.5	38.5	33.5	33.0	32.5	38.5	28.5	31.5	26.5	32.5
1951	26.0	28.5	30.5	32.5	33.0	36.5	33.5	34.5	31.5	32.0	30.0	29.5	31.5
1952	27.3	29.4	32.1	34.9	36.0	33.0	32.5	33.5	32.5	28.5	28.5	26.5	31.2
1953	26.0	29.0	30.5	37.5	36.0	38.5	39.5	34.0	30.5	32.0	30.0	25.0	32.4
1954	27.5	30.0	32.5	36.0	33.0	37.0	36.0	34.5	34.5	30.0	30.0	28.0	32.4
1955	25.0	32.5	32.5	36.0	36.0	37.5	35.0	33.0	29.0	31.0	30.5	26.0	32.0
1956	27.0	33.0	32.5	33.0	33.5	33.0	36.0	37.0	31.0	30.0	31.0	30.0	32.3
1957	36.5	29.0	28.0	31.0	34.5	36.5	38.5	32.5	31.0	29.0	30.0	26.5	31.9
1958	23.5	26.5	26.5	34.0	31.0	32.5	33.0	32.0	30.0	27.0	25.5	26.5	29.0
1959	24.0	26.0	27.5	33.0	34.0	33.0	31.5	32.0	33.0	29.5	27.0	27.0	29.8
1960	27.5	27.0	31.0	32.5	36.0	34.5	33.5	31.5	30.5	31.0	28.0	24.0	30.6
1961	23.0	28.0	29.5	34.5	36.5	32.0	31.0	31.0	32.5	31.5	29.5	26.0	30.4
1962	26.5	31.5	31.0	33.5	36.5	35.0	34.5	34.0	32.0	33.5	27.5	21.5	31.4
1963	26.0	27.5	35.5	36.0	35.0	34.0	34.0	32.0	30.0	26.5	28.5	25.0	30.8
1964	24.5	30.0	30.0	34.0	38.0	36.0	33.0	34.5	30.5	31.0	30.5	26.5	31.5
1965	26.0	26.0	31.5	33.5	35.5	33.5	32.5	31.5	33.5	31.0	30.0	26.5	30.9
1966	24.0	24.0	31.0	33.5	35.0	33.5	32.0	33.0	32.0	31.0	27.5	28.0	30.4
1967	26.0	28.5	32.0	37.0	38.5	36.0	35.5	35.0	33.5	31.0	32.5	30.5	33.0
1968	30.0	32.0	36.5	36.5	40.0	39.0	34.0	37.0	36.0	35.0	31.5	23.0	34.2
1969	28.0	28.5	34.0	37.0	38.0	40.0	38.0	36.0	32.5	35.0	29.0	24.0	33.3
1970	27.0	29.0	36.0	39.0	36.0	40.5	38.0	37.0	37.5	35.5	29.0	26.0	34.2
1971	25.5	29.0	35.5	37.5	36.5	35.5	35.5	31.5	33.0	30.0	28.5	28.0	32.2
1972	30.0	30.5	29.5	35.5	36.0	36.5	35.0	33.0	33.5	31.5	29.0	30.0	32.5
1973	31.0	30.5	33.5	35.0	35.5	35.5	34.5	31.0	31.5	33.0	32.0	28.0	32.6
1974	28.5	28.5	34.0	35.0	35.0	37.5	33.0	35.5	33.0	29.5	31.5	29.0	32.5
1975	31.0	28.5	33.0	36.0	34.5	37.0	33.0	32.0	33.0	30.5	28.5	28.5	32.1
1976	25.5	30.5	32.0	33.0	36.0	34.5	32.0	32.0	32.0	33.5	25.0	25.0	30.9
1977	27.0	29.0	32.5	34.0	35.0	32.5	32.0	33.0	33.5	32.5	29.0	29.5	31.6
1978	26.0	27.5	30.0	33.5	34.0	35.0	37.0	33.0	30.5	28.0	30.0	31.0	31.3
1979	26.0	28.0	33.5	32.5	36.5	34.0	32.5	31.5	30.0	33.0	28.5	27.0	31.1
1980	29.5	28.0	33.5	32.0	36.0	38.0	34.0	34.0	31.0	31.0	27.5	27.5	31.8
1981	25.5	26.0	30.0	31.0	36.0	33.5	33.0	33.5	31.5	33.0	31.0	29.0	31.1

Cuadro 15 continuación.....

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1982	31.0	30.0	35.0	36.0	34.5	37.5	34.5	33.0	34.0	32.0	31.5	28.0	33.1
1983	27.0	27.0	31.0	36.5	40.0	36.0	33.0	31.0	32.0	32.0	30.0	29.0	32.0
1984	25.0	28.5	31.0	36.0	36.0	35.0	31.0	32.0	32.0	32.0	31.0	30.0	31.6
1985	26.0	27.5	30.0	32.0	37.0	32.5	32.0	32.0	32.0	34.0	30.0	28.0	31.1
1986	27.0	33.0	31.5	36.0	36.0	33.0	33.0	33.0	32.0	33.0	32.0	27.0	32.2
1987	27.0	27.0	32.0	35.0	33.0	36.0	34.0	33.0	33.0	27.0	29.0	27.0	31.1
1988	28.0	28.0	30.0	32.0	33.0	32.0	31.0	30.0	28.0	28.0	30.0	27.0	29.8
1989	28.0	29.0	29.0	31.0	37.0	36.0	34.0	30.0	30.0	28.5	28.0	23.0	30.3
1990	27.0	27.0	30.0	34.0	36.0	34.5	32.0	32.0	28.5	29.0	29.5	28.0	30.6
1991	26.0	25.0	32.5	33.0	35.5	35.0	30.0	31.5	29.5	29.5	28.0	23.0	29.9
1992	23.0	26.0	27.5	30.5	30.0	36.5	34.5	31.5	31.0	30.0	29.0	29.0	29.9
1993	29.0	29.0	30.0	32.5	32.0	36.0	33.0	32.0	30.5	33.0	29.5	30.4	31.4
1994	28.0	31.0	31.5	33.0	32.5	34.0	33.0	32.5	30.5	33.0	31.0	30.0	31.7
1995	28.5	30.0	33.0	34.5	36.0	37.0	33.0	31.0	32.0	30.0	31.2	29.0	32.1
1996	29.0	32.8	29.8	37.0	35.5	33.0	33.0	33.0	32.0	32.7	32.9	27.8	32.4
1997	29.0	28.0	31.5	31.5	35.0	35.0	34.0	32.5	30.5	30.0	28.0	28.0	31.1
1998	27.5	29.5	33.0	35.5	35.5	37.0	33.5	32.0	30.0	30.0	28.5	29.0	31.8
1999	29.0	31.0	32.0	35.0	34.5	36.0	32.0	36.0	35.0	32.0	32.0	29.0	32.8
2000	30.0	31.0	38.0	36.0	40.0	35.0	37.0	33.0	36.0	34.0	33.0	28.0	34.3
2001	29.0	30.0	30.0	36.0	37.0	35.0	34.0	33.0	34.0	31.0	27.0	26.0	31.8
2002	30.0	29.0	34.0	37.0	37.0	32.0	35.0	32.0	30.0	31.0	28.0	27.0	31.8
2003	26.0	27.0	32.5	33.0	39.5	34.0	32.0	35.0	30.8	29.5	29.0	27.5	31.3
2004	28.0	30.0	30.0	33.0	36.0	35.0	32.0	32.0	31.0	32.0	29.0	26.0	31.2
2005	28.0	30.0	30.0	33.0	34.0	36.0	35.0	32.0	31.0	33.0	28.0	29.0	31.6
Promedio	27.4	28.9	31.7	34.3	35.6	35.2	33.8	32.9	32.0	31.1	29.5	27.3	31.6

Cuadro 16. Serie de tiempo de temperatura mínima extrema

año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1950	0.0	2.0	4.5	4.0	11.5	11.0	15.0	12.5	14.0	10.0	0.5	-0.5	7.0
1951	-4.0	-10.5	1.0	5.5	9.5	11.5	12.5	11.0	8.5	7.0	0.5	1.0	4.5
1952	-0.6	-2.8	1.9	5.5	11.0	14.0	10.5	13.0	8.5	5.0	-1.0	0.5	5.5
1953	2.5	-3.0	3.5	4.5	10.5	15.5	14.0	15.0	8.5	7.0	1.0	-7.5	6.0
1954	-1.0	0.5	-1.5	8.0	11.0	12.0	12.0	14.0	13.5	7.5	1.1	0.0	6.4
1955	-4.5	-3.0	-5.5	7.5	14.0	14.0	12.5	15.0	10.0	8.0	2.2	-2.0	5.7
1956	-3.0	-5.0	0.0	2.5	10.0	11.0	14.0	14.0	12.0	9.5	2.0	0.5	5.6
1957	-6.0	5.0	2.5	7.0	7.0	12.0	15.0	14.0	9.6	2.5	-3.5	-2.5	5.2
1958	-2.0	-2.5	1.0	5.5	9.0	12.0	14.0	13.0	10.5	2.5	0.5	0.0	5.3
1959	-1.0	1.5	-2.0	1.5	10.5	11.5	13.0	13.0	6.0	6.5	-4.0	-1.0	4.6
1960	-3.0	-7.5	-5.0	0.0	7.5	12.0	11.5	13.5	8.0	7.0	0.0	-3.0	3.4
1961	-1.0	-3.0	3.0	1.5	7.5	12.0	11.0	11.5	9.0	1.5	1.5	-1.5	4.4
1962	-14.5	1.0	-3.0	2.0	8.5	12.5	14.5	12.0	11.0	6.0	2.5	-2.5	4.2
1963	-8.5	-5.0	1.5	10.0	11.0	14.0	13.0	13.5	8.0	7.0	1.5	-4.0	5.2
1964	-7.5	-3.0	2.5	6.0	11.0	11.0	14.0	13.5	13.0	3.5	-5.0	-1.0	4.8
1965	-1.5	-4.0	-6.0	5.0	10.0	13.0	12.0	11.0	12.0	3.0	0.5	0.0	4.6

Cuadro 16 Continuación.....

año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1966	-2.0	-3.5	-1.0	7.0	8.5	11.0	13.0	14.0	9.0	3.0	-1.0	5.5	5.3
1967	-8.0	-3.5	4.5	10.0	7.5	13.0	14.0	13.0	9.0	1.0	1.0	-3.5	4.8
1968	-1.5	-1.5	-2.0	8.5	11.0	13.5	16.0	14.5	11.5	8.0	1.5	2.0	6.8
1969	1.0	1.0	1.5	10.0	12.5	16.0	15.5	15.0	9.5	9.0	0.0	1.0	7.7
1970	-3.0	0.0	5.0	8.5	7.5	11.5	14.5	12.5	6.0	5.0	-1.5	4.0	5.8
1971	-7.0	-5.0	1.0	2.0	8.0	14.0	13.0	13.0	10.0	9.5	5.5	2.0	5.5
1972	-3.0	-4.0	5.5	8.0	11.0	12.0	13.0	13.5	13.0	9.5	0.5	-4.0	6.3
1973	-2.0	-5.5	6.5	0.0	9.5	10.0	14.0	11.5	12.0	7.5	0.5	-3.0	5.1
1974	0.0	-3.0	6.0	5.0	12.0	10.0	13.0	14.0	9.0	7.0	0.0	-1.0	6.0
1975	-5.0	0.0	1.0	4.0	12.0	12.5	13.0	13.5	5.0	6.0	1.5	-2.0	5.1
1976	-4.0	-5.0	4.5	6.5	7.0	12.0	10.0	11.5	12.5	2.5	-5.0	-2.0	4.2
1977	-5.0	0.0	2.0	4.0	12.5	14.0	14.5	16.0	14.0	5.5	0.5	-5.0	6.1
1978	-2.5	-2.0	2.0	7.0	11.0	14.0	16.0	14.0	11.0	7.5	3.0	-3.5	6.5
1979	-7.0	-2.0	2.0	9.0	9.0	11.0	16.0	14.0	8.0	7.5	-3.0	-2.0	5.2
1980	1.0	-2.0	-5.0	1.5	13.0	16.0	15.0	13.0	13.5	1.5	-1.0	-3.5	5.3
1981	-5.0	-5.5	2.5	7.0	7.0	12.0	12.0	12.0	6.5	2.0	1.5	0.0	4.3
1982	-4.5	-5.5	-2.0	2.0	8.0	12.0	14.0	12.0	9.0	2.5	0.0	-2.5	3.8
1983	-1.5	1.0	2.0	1.5	9.0	11.0	11.0	13.0	7.0	4.0	2.0	-12.0	4.0
1984	-6.0	-1.0	-1.0	7.0	10.0	12.0	11.0	12.0	8.0	8.0	-1.0	1.0	5.0
1985	-9.0	-4.0	3.5	8.0	10.0	14.0	12.0	12.0	10.0	5.0	2.0	-3.0	5.0
1986	-3.0	0.0	1.0	11.0	11.0	14.0	15.0	15.0	14.5	7.0	0.0	0.0	7.1
1987	-2.0	-2.0	-1.0	0.0	9.0	11.0	12.0	13.0	11.0	5.0	0.0	-2.0	4.5
1988	-5.0	-4.0	-4.0	2.0	9.0	10.0	13.0	8.0	4.0	5.0	0.0	-2.0	3.0
1989	0.0	-5.0	-5.0	0.0	7.0	9.0	10.0	9.0	2.5	2.0	-2.5	-6.0	1.8
1990	-2.0	-1.5	1.5	4.5	5.0	13.0	12.0	12.0	9.0	4.0	-1.0	-5.0	4.3
1991	-3.0	-2.5	1.0	3.0	10.0	6.5	13.0	13.5	5.0	6.0	-3.0	1.5	4.3
1992	-3.5	0.0	1.0	5.0	8.5	11.0	13.0	12.0	4.5	2.5	-3.0	2.0	4.4
1993	-2.0	-5.0	-15.0	5.0	8.0	24.0	16.5	16.0	7.0	3.0	0.0	3.0	5.0
1994	1.0	0.0	3.0	5.5	13.5	16.0	15.0	12.0	10.0	5.0	6.0	0.5	7.3
1995	0.0	0.0	1.0	6.0	11.0	12.0	15.0	12.5	10.5	4.3	5.0	-2.0	6.3
1996	2.5	2.5	-4.0	2.0	9.0	15.0	15.5	12.0	9.8	6.0	0.0	-9.0	5.1
1997	-4.8	-2.0	2.3	3.0	1.0	12.0	15.9	14.0	9.5	-2.5	1.0	-10.0	3.3
1998	-2.0	0.0	0.0	7.0	9.0	10.6	15.0	14.2	12.0	3.0	5.5	0.5	6.2
1999	-4.0	-2.0	1.0	7.0	12.0	15.0	8.0	13.0	9.0	4.0	3.0	-2.0	5.3
2000	-1.5	-2.0	4.0	4.0	11.0	9.0	14.0	10.0	7.0	-3.0	1.0	-1.5	4.3
2001	-3.0	-1.0	3.0	8.0	10.0	10.5	14.0	14.0	9.0	6.0	0.5	-1.5	5.8
2002	-4.0	-4.0	-3.0	9.0	11.0	13.0	11.0	11.0	7.5	7.0	2.0	1.0	5.1
2003	-2	0	-2	4	12	13	13	8	11	3.5	-1	-4	4.6
2004	0	-0.5	5.5	3.5	5	11	11	12	9	8	2	-8	4.9
2005	-2	0	3.5	5.5	7.5	10	11	11	9	6	0	0	5.1
Promedio	-3.0	-2.1	0.5	5.1	9.6	12.4	13.2	12.8	9.4	5.1	0.4	-1.8	5.1

Cuadro 17. Serie de tiempo de evaporación

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total_Annual
1950	162.77	115.10	168.37	187.07	235.80	196.82	194.62	211.40	183.12	156.65	151.25	128.83	2091.80
1951	158.53	150.50	177.25	218.53	208.70	180.82	242.02	243.05	165.53	141.45	158.42	162.33	2207.13
1952	134.75	159.92	194.57	183.87	233.37	211.65	212.45	294.87	187.67	179.28	117.25	125.25	2234.90
1953	171.02	155.58	174.68	212.86	300.29	263.87	235.32	216.79	182.55	143.72	117.87	106.39	2280.94
1954	143.04	142.29	231.14	222.17	199.48	216.02	229.64	209.89	190.41	168.20	136.32	137.03	2225.63
1955	137.03	146.55	222.33	285.83	276.27	251.89	186.29	208.66	134.59	164.76	163.64	144.65	2322.49
1956	154.79	174.45	210.40	151.23	269.64	259.46	261.13	246.51	183.73	193.70	129.46	120.04	2354.54
1957	135.83	153.35	185.54	185.78	241.11	262.61	239.46	221.77	217.11	97.62	120.18	110.85	2171.21
1958	104.95	121.00	165.75	215.90	196.60	200.10	213.30	197.75	123.80	69.45	87.18	67.80	1763.58
1959	94.60	90.95	162.30	166.00	220.90	199.65	176.40	160.80	154.80	107.10	87.10	90.80	1711.40
1960	117.95	149.91	182.80	226.35	260.63	247.10	237.05	177.45	149.05	141.40	91.25	71.30	2052.24
1961	73.55	133.70	222.25	223.40	260.25	220.90	171.70	167.20	138.10	153.15	104.90	120.75	1989.85
1962	136.60	176.65	211.20	208.90	241.20	209.00	251.85	216.20	155.90	135.10	111.25	72.50	2126.35
1963	122.25	121.95	182.50	217.25	169.80	177.00	201.80	205.55	122.95	104.15	117.10	86.90	1829.20
1964	110.15	133.95	209.65	238.55	194.95	208.10	200.95	197.50	133.00	122.55	104.45	94.85	1948.65
1965	101.50	117.85	172.25	182.25	205.10	182.60	189.65	161.15	145.30	110.85	104.85	75.75	1749.10
1966	70.00	109.45	147.95	197.90	164.00	159.85	188.60	145.00	138.50	104.95	113.70	114.30	1654.20
1967	102.70	122.45	169.90	192.95	211.75	172.85	150.60	133.40	78.45	64.05	102.95	129.75	1631.80
1968	79.90	97.35	122.15	161.70	202.20	188.15	149.05	164.40	88.55	94.60	112.25	71.15	1531.45
1969	74.30	95.70	132.60	192.90	229.10	248.55	177.60	188.35	116.10	121.75	69.45	56.98	1703.38
1970	64.67	57.55	136.10	211.05	193.65	184.65	185.90	175.30	119.65	93.10	69.35	77.25	1568.22
1971	78.25	105.10	196.00	244.95	239.65	173.25	205.35	156.60	135.90	113.00	124.60	139.55	1912.20
1972	124.11	142.24	186.55	231.95	198.50	184.05	173.15	181.55	159.80	145.70	105.35	129.05	1962.00
1973	131.30	103.00	227.60	228.50	240.50	188.10	189.00	137.25	137.60	121.75	159.15	131.50	1995.25
1974	129.90	165.85	189.85	198.15	274.30	264.70	247.65	221.00	150.60	143.25	115.80	107.50	2208.55
1975	126.55	153.70	254.50	244.75	264.40	234.60	215.80	170.00	137.75	140.45	130.50	114.30	2187.30
1976	103.40	160.70	212.15	191.25	221.20	237.70	151.50	196.55	136.65	127.60	67.40	70.75	1876.85
1977	91.15	109.50	202.50	184.75	224.70	230.00	245.20	230.90	212.95	155.75	165.90	159.70	2213.00

Cuadro 17 Continuación.....

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total Annual
1978	132.85	136.80	218.10	240.05	268.00	242.10	231.20	214.60	121.90	112.90	153.95	173.65	2246.10
1979	166.15	176.90	225.95	238.85	230.50	245.65	267.65	196.50	172.45	219.85	131.50	90.90	2362.85
1980	128.10	141.85	233.65	237.75	264.25	298.15	267.80	201.30	185.35	145.50	97.50	91.75	2292.95
1981	75.55	136.55	190.65	200.55	236.45	221.45	236.80	253.25	206.70	191.04	213.36	189.39	2351.74
1982	249.75	181.44	276.85	230.06	205.02	272.15	255.75	244.20	181.73	149.96	132.49	138.45	2517.85
1983	94.53	164.50	264.20	258.50	279.03	237.75	219.10	204.70	183.35	191.53	210.73	188.37	2496.29
1984	89.89	162.65	226.35	272.25	239.90	254.04	193.05	232.53	164.01	174.89	134.44	143.25	2287.25
1985	106.93	152.04	304.10	214.25	248.89	209.48	237.25	233.94	128.78	158.55	152.78	126.20	2273.19
1986	159.10	198.90	244.30	255.35	266.70	178.55	248.30	256.50	189.20	140.65	126.20	127.20	2390.95
1987	110.02	125.78	158.55	194.85	209.50	217.10	231.20	273.50	210.85	185.35	166.25	179.90	2262.85
1988	124.00	144.00	283.10	279.50	323.70	185.00	251.30	200.50	180.50	156.50	210.90	163.60	2502.60
1989	158.35	190.00	313.00	296.78	415.48	369.00	298.00	253.80	204.20	200.50	159.60	114.00	2972.71
1990	161.70	180.80	232.50	271.00	339.00	330.50	235.90	241.20	142.30	167.00	135.64	168.68	2606.22
1991	162.30	70.90	176.30	214.40	293.50	256.06	228.70	203.80	140.90	164.79	131.60	65.64	2108.89
1992	122.68	121.90	240.80	176.10	216.20	343.62	297.90	252.48	164.66	158.18	118.67	104.53	2317.72
1993	109.38	80.95	184.68	245.25	162.12	252.41	250.00	279.17	148.23	198.74	85.51	84.14	2080.58
1994	84.97	68.46	154.50	204.78	216.71	248.14	296.99	223.87	189.99	178.51	136.75	66.57	2070.24
1995	127.73	140.59	244.28	229.83	328.82	291.95	290.36	195.00	187.16	193.74	132.07	120.06	2481.59
1996	129.23	168.12	192.53	244.33	311.74	272.67	259.02	224.14	184.94	181.29	161.43	100.40	2429.84
1997	92.70	163.30	196.30	168.90	189.00	176.60	161.85	154.71	153.20	140.40	100.65	111.64	1809.25
1998	96.62	200.33	150.40	194.77	171.44	206.18	132.16	105.52	99.91	70.33	74.45	73.07	1575.18
1999	39.60	119.10	115.00	120.00	240.00	230.00	220.00	205.00	160.00	145.00	125.00	110.00	1828.70
2000	120.00	140.00	210.00	200.00	220.00	220.00	205.00	190.00	145.00	138.00	105.00	99.00	1992.00
2001	110.00	130.00	100.00	172.70	226.12	241.33	243.35	203.43	137.36	125.69	65.50	70.05	1825.53
2002	117.00	95.53	197.03	205.40	221.39	224.30	187.61	188.57	88.03	97.09	58.43	81.84	1762.22
2003	68.02	92.65	179.94	190.92	265.19	230.79	146.27	161.41	90.50	66.48	76.27	51.06	1619.50
2004	73.71	121.79	156.70	154.80	171.11	185.40	171.80	150.70	104.00	102.59	89.96	85.83	1568.39
2005	94.88	82.74	135.08	168.75	182.06	160.02	157.43	147.89	142.27	86.69	86.84	83.65	1528.30

