

010862
2g.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**EL CLIMA DE LA REPUBLICA MEXICANA
EN EL SIGLO XIX**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE :

DOCTOR EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A :

CARLOS CONTRERAS SERVÍN



1999

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
SERVICIOS ESCOLARES**

TESIS CON
ALLA DE ORIGEN



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.

"El clima de la República Mexicana en el siglo XIX"
RESUMEN DE TESIS DOCTORAL

MTRO. CARLOS CONTRERAS SERVÍN

La tesis "*El clima de la República Mexicana en el siglo XIX*", tiene como principal objetivo: la reconstrucción del clima en el ámbito territorial del país y sus tendencias al finalizar el siglo decinueve, al mismo tiempo demuestra en que medida la hipótesis del calentamiento global de la tierra en los últimos cien años, se cumple para el caso de México.

Por otra parte, la investigación comprende los siguientes temas:

- Desarrollo histórico-científico de la climatología y la meteorología en el país, así como la red de estaciones meteorológicas durante el siglo pasado.
- Los desastres naturales (sequías, inundaciones, heladas, etc.) como fuentes alternativas para determinar el clima.
- Correlación del clima con la presencia de otros fenómenos (ciclo de manchas solares y El Niño).
- La tendencia del clima al finalizar el siglo XIX y su relación con el clima presente.
- Implicaciones del cambio climático desde el punto de vista económico, político y social.

"El clima de la República Mexicana en el siglo XIX"
(The climate of the Republic Mexicana in the XIX century)
Thesis doctoral summary

MTRO. CARLOS CONTRERAS SERVÍN

The thesis "El clima de la República Mexicana en el siglo XIX" have as objective main: the reconstruct of climate in compass territory of country and his tendency at al 19 th century, at the same time; prove in who measure the hypothesis of Earth warming, in the last hundred years, himself carry for the case of Mexico.

By the way, the investigation comprise the a nexts themes:

- Development historic-scientific of the climatology and Meteorology in the country, as well as the ret of and Meteorologist during the century past.
- The naturals disasters (droughs, floods, frozens) ad as sources alternative to fix the climate.
- Relation of climate with the presence of others phenomenons (cycle suns stains and El Niño/Southern Oscillation).
- The tendency of climate al the XIX century and his relation with the climate present.
- Involves of climate change from the point of sight economical, political and social.

a Guadalupe

a Celina, Carlos Gabriel y Fernando Daniel

Por el tiempo que me aleje de ellos

AGRADECIMIENTOS

En primer término al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT), por la beca otorgada, la cual me permitió realizar la mayor parte de la investigación de doctorado.

A EL COLEGIO DE MICHOACÁN, A.C., por el apoyo recibido en la etapa final de investigación y redacción de tesis.

En especial al Dr. JUAN CARLOS GÓMEZ ROJAS, por haber aceptado ser mi Director de tesis y el respaldo recibido a lo largo del proceso de investigación.

A la Dra. LAURA ELENA MEDEREY RASCÓN y Dr. GERRADO BUSTOS TREJO, por la revisión final que hicieron de este trabajo, así como a sus atinados comentarios y sugerencias.

A la Dra. MARTA CERVANTES RAMÍREZ, Dr. JOSÉ OMAR MONCADA MAYA, Dr. GÉNARO CORREA PÉREZ y Dr. ENRIQUE ZAPATA ZEPEDA, por haber aceptado ser mis sinodales.

A MARIO RETIZ del Departamento de Computo de El Colegio de Michoacán, por el trabajo de diseño de los mapas que ilustran esta tesis.

A todas las personas que de alguna manera me apoyaron en las diversas bibliotecas, archivos e instituciones en las que trabajé, y que mi mala memoria me impide citar, a todas ellas mi agradecimiento.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....3

CAPÍTULO I. HISTORIA DE LA METEOROLOGÍA Y LA CLIMATOLOGÍA EN MÉXICO. SIGLO XIX

1.1 Los precursores.....14

1.2 Los colegios y las primeras estaciones meteorológicas.....20

1.3 La institucionalización de la meteorología y la climatología.....31

1.4 los estudios meteorológicos y climatológicos al finalizar el siglo XIX.....51

CAPÍTULO II. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DEL SIGLO XIX

2.1 La red de estaciones meteorológicas.....57

2.2 Análisis de los promedios anuales de precipitación y temperatura.....83

CAPÍTULO III. COMPORTAMIENTO DEL CLIMA EN MÉXICO. SIGLO XIX

3.1 El clima, los archivos y los desastres naturales.....	156
3.2 Las sequías.....	162
3.3 Las inundaciones.....	182
3.4 Relación del clima con otros fenómenos.....	188

CAPÍTULO IV. VISIÓN FINAL AL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

4.1 La clasificación y el mapa de climas de México en el siglo XIX..	200
4.2 Breve correlación entre el clima de los siglos XIX y XX.....	229
4.3. El cambio climático global.....	243
4.4 Impacto económico y social del cambio climático en México.....	251

CONCLUSIONES.....	257
--------------------------	------------

ANEXOS Y APENDICES.....	266
--------------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	313
--------------------------	------------

INTRODUCCION

Desde las primeras épocas de caza y recolección, hasta hoy en día, las actividades humanas han dependido de las interacciones de la población, las herramientas utilizadas y el clima. De estas tres variables, el clima constituye el factor que depende enteramente de las fuerzas de la naturaleza, y que por lo tanto, escapa del control del hombre.

Desde luego, en el pasado hubo notables diferencias en la forma que se explicaba el clima. Sin embargo, va a ser hasta los siglos XVII y XVIII, periodo en que se inventan los primeros termómetros, barómetros, pluviómetros y higrómetros, que surge la posibilidad de medir los elementos del estado del tiempo. También, en esa época aparecen las primeras teorías modernas sobre la composición y circulación atmosférica. Estos dos acontecimientos, hacen que el concepto que se tiene del clima cambie radicalmente. Posteriormente, en el siglo XIX, sobre todo a partir de la segunda mitad, con la finalidad de avanzar en la explicación racional de los fenómenos atmosféricos, se establecen los primeros observatorios meteorológicos de manera permanente.

La posibilidad de cuantificar las variables meteorológicas por medio de los registros de los observatorios, hicieron pensar a los científicos del siglo pasado, que el acopio de datos haría factible conocer y determinar los cambios periódicos que experimenta el clima en un lugar determinado; razón por la cual, se pensaba que conocer las leyes que lo regulaba, solo era cuestión de intensificar la densidad de la red de observatorios en el mundo. Por ese motivo, surge en las últimas dos décadas del siglo XIX la primera red mundial, integrada en principio por 23 naciones, a la cual se le sumarian con el tiempo, casi todos los demás países del mundo: Este va a ser el origen de la actual Organización Meteorológica Mundial (WMO por sus siglas en ingles).

Por otra parte, los primeros estudios realizados a partir de registros meteorológicos, permitió decir que el clima cambiaba dentro de periodos relativos de tiempo. Sin embargo, fenómenos extraordinarios, como una sequía que se alargaba mas de lo normal o la inundación de terrenos en donde nunca se habia presentado este evento, hicieron que los científicos de todo el mundo replantearan sus teorías sobre el clima. Una de las primeras conclusiones a las que llegaron, fue la de decir que los datos disponibles solo permitían tener una visión muy parcial de lo que habia ocurrido con el clima en el pasado; por esa razón, vieron la necesidad de recurrir a nuevas fuentes de información.

La necesidad de recurrir a fuentes de información alternativas, hizo que los interesados en el clima recurrieran a nuevas disciplinas y técnicas como la:

Dendrocronología, que analiza el crecimiento de los anillos que cada año se forman en el tronco de los árboles, los cuales se relacionan con el mayor o menor abundancia de lluvias, por ejemplo un año con lluvias y clima benigno produce en los árboles un anillo grueso, mientras que uno desfavorable genera un anillo delgado.

Fenología, disciplina que estudia las fechas de aparición de ciertos fenómenos vegetales como la floración o la madurez de los frutos de las plantas. En Europa, por ejemplo, el registro de las fechas de las vendimias a lo largo de muchos años ha permitido establecer la crónica de las estaciones calurosas, de los veranos frescos o de las primaveras suaves o heladas.

Glaciología, que estudia el avance y retroceso de los glaciares, como un indicador del proceso de calentamiento o enfriamiento de la Tierra en periodos de larga duración, que pueden comprender varios miles o centenares de miles de años.

Palinología, que estudia las muestras de polen fosilizados, mediante las cuales pueden conocerse las especies vegetales salvajes o cultivadas que existieron en tiempos pasados (1).

Otros métodos para estudiar el clima han sido el análisis del bióxido de carbono en rocas sedimentarias como un indicador del periodo de vida de las plantas y de las condiciones del clima en una época determinada; o los métodos de datación como el carbono 14.

Todos estos métodos plantean diversas escalas de tiempo y de precisión en cuanto a la reconstrucción del clima que se pretende realizar, así se tiene que para periodos más recientes conviene utilizar los estudios dendrocronológicos; en cambio para remontarnos varios millones de años atrás, es necesario auxiliarnos ciencias como la paleontología. Otro problema importante, residente en las diferentes puntos de vista que tienen los que de alguna manera se han interesado en el clima, ya que por ejemplo: el naturalista y el historiador tienen perspectivas diferentes respecto a la homogeneidad y a la posibilidad informativa de los datos del medio ambiente.

(1). Florescano, Enrique y Swan Susan (1995), *Breve historia de la sequía en México*, Xalapa, Universidad Veracruzana, p. 17-18

Para el naturalista, la evidencia histórico-climática debe mejorar nuestros conocimientos sobre la forma en que funciona el sistema de la atmósfera y debe, en lo posible, poder ser recogida en modelos que simulen procesos naturales complejos. En cambio, el historiador pretende establecer una conexión entre los parámetros histórico-climáticos y los procesos económicos, sociales y demográficos, con la finalidad de establecer las relaciones funcionales de los elementos del clima y los resultados de las cosechas, los precios agrarios, la aparición de las epidemias y las crisis de subsistencia (2).

Por otra parte, la visión del geógrafo se sitúa justo en medio de estas dos formas de conceptualización. Sin embargo, es cierto que con motivos de especialización suele cargarse hacia un punto determinado, ya sea la del naturalista, o bien la del humanista, debido a múltiples factores como: el interés personal, lugar de trabajo, posibilidades de ascender a la información, etc.

También es importante señalar que los primeros estudios sobre la historia del clima, fueron desarrollados por los naturalistas. No obstante, en los últimos años los humanistas han considerado que fuentes escritas y fuentes materiales, como: testimonios conservados en edificios, dibujos, fotografías, mapas, hallazgos arqueológicos, etc., pueden revelar nuevos datos sobre los cambios en el clima. Por otro lado, debido a la gran variedad de las fuentes de información que existen, estas se han clasificado en dos grandes grupos:

1. Las que aportan datos específicamente meteorológicos y que contienen información directa sobre los elementos del clima y sobre las evoluciones atmosféricas en forma de registros o mediciones.
2. Como contrapartida al dato exacto, se presentan los datos indirectos que comprenden información de sequías, inundaciones, heladas, variación en el precio de los granos, etc.

A pesar de que existe una amplia gama de temas y épocas que se han estudiado en relación con la historia del clima, los científicos en los últimos veinte años, han centrado su atención sobre calentamiento paulatino de la superficie de la Tierra, debido a que los registros meteorológicos que se tienen a partir de 1880,

(2). Pfister, Christian, (1989), *Fluctuaciones climáticas y cambio histórico. El clima en Europa central desde el siglo XVI y su significado para el desarrollo de la población y la agricultura*, Barcelona, Geocrítica número 82, mes de julio.

indican que ha habido un aumento en la temperatura media del planeta del orden del 0.3 a 0.5 C° en los últimos cien años. A partir de esta conclusión, se han construido escenarios sobre los posibles efectos económicos, políticos, sociales y ambientales, que ocasionaría un aumento progresivo de la temperatura en el futuro.

Este problema ha sido planteado en primer término, como una consecuencia directa de la quema de combustibles fósiles, cuyo origen se remonta a la llamada Revolución Industrial, periodo a partir del cual se lleva a cabo, un creciente consumo de energía, con la consiguiente contaminación de la atmósfera. Por otro parte, los científicos de todo el mundo, coinciden que es necesario intensificar los estudios sobre la historia del clima, sobre todo en las regiones en donde existen pocos estudios al respecto.

En el caso de México, los estudios sobre el clima han despertado el interés de diversos profesionistas, destacando los trabajos realizados por los geofísicos, geógrafos, historiadores y biólogos. Con referencia a los estudios sobre la historia del clima, las investigaciones más importantes han sido realizadas por los científicos sociales como: Elena Sánchez Mora, que ha estudiado la sequía en la época prehispánica; Enrique Florescano, quien se ha interesado por las sequías en el Valle de México y Obispado de Michoacán; Guillermo Padilla Ríos y Luis Rodríguez Viqueira, quienes han estudiado las sequías en el siglo XIX; Guadalupe Castorena, cuyo interés se ha centrado en las sequías de 1917 a 1977. Todos estos trabajos, como se aprecia han destacado la importancia que tiene la sequía, dentro del ámbito nacional como una de las principales causas de las crisis agrícolas del pasado. Desde el punto de vista de la meteorología, Ernesto Jauregui se ha interesado por el clima de la Ciudad de México desde el siglo XIX hasta nuestros días.

Los geógrafos nacionales tradicionalmente han considerado a la climatología como parte de su campo natural de estudio. Sin embargo, se han olvidado de realizar investigaciones –salvo la publicación de pequeños artículos– dentro del área histórico-climática, ya que su interés por esta área cuando mucho comprende los últimos 60 años de este siglo.

Si bien es cierto que hasta el momento, las investigaciones más importantes sobre el clima del pasado han sido obra de los historiadores, es necesario contar con estudios desde la perspectiva geográfica, debido a que la visión sintética de esta ciencia, permite enlazar los estudios naturales con las disciplinas sociales. Este planteamiento, junto con el descubrimiento de datos meteorológicos del siglo XIX, los cuales no han sido trabajados anteriormente, me hizo reflexionar sobre la posibilidad de poder estudiar la historia del clima del país en dicho siglo; por ese motivo, durante el mes de mayo de 1995 se presentó al Departamento del Posgrado en Geografía, de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, para su

consideración el proyecto intitulado "El clima de la República Mexicana en el siglo XIX", el cual fue aprobado en el mes de septiembre de ese año.

El proyecto sobre "El clima de la República Mexicana en el siglo XIX", tiene como principal objetivo: La reconstrucción del clima en el ámbito territorial del país y sus tendencias al finalizar el siglo pasado, al mismo tiempo pretende corroborar en qué medida la hipótesis de que el clima promedio del mundo aumento entre 0.3 y 0.5 C° en los últimos cien años, se cumple en el caso de México.

Por otra parte, el proyecto considera los siguientes objetivos particulares:

-Conocer el desarrollo histórico-científico de la climatología y la meteorología en el país durante el siglo pasado.

-Conformar un banco de información con los registros meteorológicos que aparecen en el Diario Oficial de la Federación y publicaciones periódicas del siglo XIX.

-Relacionar la información meteorológica con la documentación sobre desastres naturales (sequías, inundaciones, heladas, etc.) del país en dicho siglo.

-Correlacionar el clima del siglo pasado con la presencia de otros fenómenos (ciclo de manchas solares, El Niño).

-Analizar la tendencia del clima al finalizar el siglo XIX y compararlo con el clima del presente siglo.

-Establecer las implicaciones que ha tenido el clima del siglo pasado, desde el punto de vista económico, político y social.

El proyecto de investigación comprende cuatro grandes líneas de investigación:

La primera, se refiere al desarrollo histórico de la climatología y la meteorología durante el siglo pasado, aunque en algunos puntos fue necesario remontarse al siglo XVIII o a los inicios del presente siglo. ¿Pero cual fue la razón de incluir este apartado?, para contestar esta pregunta puedo decir que dos fueron los motivos que me hicieron contemplar la necesidad de considerar este aspecto. El primero, se debió a que durante la búsqueda bibliográfica inicial, pude constatar que casi no había nada escrito sobre la historia de estas disciplinas en el país; en segundo lugar, considere necesario mostrar el contexto histórico en que se generan los datos meteorológicos y climatológicos del siglo XIX, como una forma de calibrar la importancia y exactitud de la información.

El segundo punto que se considero en el proyecto, fue la reconstrucción de los promedios de lluvia y temperatura anuales de los diferentes observatorios que funcionaron en el siglo XIX. Dentro de este apartado, como elementos del clima, solo se incluyeron a la precipitación y la temperatura, debido a que eran las únicas dos variables de las cuales existen datos en abundancia. La información en primer término provino del *Boletín del Ministerio de Fomento* de los años de 1878-1880 y del *Diario Oficial de la Federación* años de 1885-1900, en estas dos publicaciones existen más de 51 000 registros diarios sobre el estado del tiempo de más de 70 observatorios meteorológicos. A pesar de que se tratan de registros diarios, la captura y sistematización de los mismos, permitió establecer que en ningún caso, es posible reconstruir los datos de todos los días del año de alguno de los observatorios. Por esa razón, no se incluyeron dentro de la investigación referencias a los promedios diarios. A pesar de esta circunstancia, los datos incompletos fueron de gran utilidad para compararlos con los registros anuales que aparecen en otras publicaciones periódicas como: las *Memorias del Ministerio de Fomento*, años de 1877-1900; *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, años de 1888-1901; *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, años de 1850-1900 y *Boletín de Agricultura y Minería*, años de 1891-1900.

La tarea de reconstruir los registros anuales de los observatorios que funcionaron en el siglo pasado, se llevó a cabo implementado la siguiente metodología:

1. Diseño del formato para vaciado de los registros, esta forma comprende los datos de:
 - a) Temperatura mínima anual (en grados centígrados)
 - b) Temperatura máxima anual (en grados centígrados)
 - c) Temperatura media anual (en grados centígrados)
 - d) Precipitación anual (en milímetros)
2. Recopilación de la información meteorológica diaria con los datos considerados en los registros anuales.
3. Captura, la captura de la información se realizo inicialmente en Word, posteriormente se utilizo el programa de Excel
4. Revisión de los datos capturados y configuración de cuadros con los promedios de temperatura y precipitación media anual. En este punto, se seleccionaron los observatorios que funcionaron por mas de cinco años.

Estos cuadros de temperatura y precipitación anual, solo permiten conocer de forma general el clima de un pequeño número de localidades del país, sobre todo de los últimos 25 años del siglo pasado. Por ese motivo, para hablar del clima de todo el siglo XIX, se considero necesario recurrir a otras fuentes de información. En ese sentido el tercer punto de la investigación, se centro en la búsqueda de datos sobre sequías e inundaciones, como parámetros indicativos del comportamiento climático de un momento determinado. Esta labor requirió principalmente de la consulta de archivos y publicaciones del siglo pasado, pero fueron de particular utilidad, los trabajos sobre las sequías antes mencionados, debido a que mostraban la pauta a seguir.

Debido a la falta de estudios sobre producción y precios agrícolas en el siglo XIX, no fue posible conocer el impacto que tiene la variabilidad del clima, dentro de la economía del país en dicho siglo. Sin embargo, se rescataron algunos testimonios bibliográficos y de archivo, referentes a los costos económicos, sociales y políticos, que permiten de forma parcial, darnos una idea de la forma en que se perciben los fenómenos de las sequías y las inundaciones durante ese siglo.

En base a la información obtenida en las anteriores líneas de investigación, el cuarto punto pretende demostrar si se cumple en el país, la hipótesis que diversos científicos sobre el calentamiento global del planeta, ya que sostienen que en los últimos cien años la temperatura media del planeta ha aumentado entre 0.3 y 0.5 °C. Sobre este tema, es importante mencionar que si bien es cierto que la investigación se refiere básicamente al siglo XIX, era necesario para comprobar esta hipótesis correlacionar los datos del pasado con los del presente siglo.

Desde el punto de vista metodológico, el proyecto se ubica dentro del campo de la geografía histórica, debido a que para conocer la historia del clima y su entorno natural y humano, se requiere del correcto manejo de los conceptos de espacio y tiempo.

Sobre lo anterior es conveniente comentar, que por lo general a los geógrafos conocedores del espacio, dentro de sus investigaciones suelen utilizar periodos de tiempo demasiado cortos o sumamente largos, y rara vez se sitúan en el justo medio que requiere el estudio.

En cambio, para los historiadores, el concepto de tiempo les resulta más familiar; sin embargo, se enfrentan con una barrera difícil de atravesar, cuando tienen que descomponer y articular los elementos que integran un espacio determinado.

Por otra parte, es cierto que no hay una sola forma de concebir a la geografía del pasado, debido a que dependiendo del tipo de estudio recurre igual que ocurre con la geografía, a diferentes métodos y técnicas. Por esa razón, por cuestiones metodológicas, en primer lugar se empleo un análisis estratigráfico, ya que era necesario determinar los elementos que se presentan en fases cronológicas diversas (Horacio Capel, 1981), ya que la geografía histórica, no se puede limitar a reconstruir el pasado, tomando este, en fases parciales o estáticas, sino que la finalidad de esta, es la integrar una continuidad coherente y dinámica, que por motivos de sistema es más práctico fijar etapas, cortes en el tiempo (Randle, 1966). Por ese motivo, con fines metodológicos se contemplo para el proyecto únicamente el siglo XIX, debido a dos razones: la primera, porque abarcar un periodo de tiempo más largo llevaría a generalizaciones superficiales, sin ningún aporte al tema; la segunda, se debe a que las principales fuentes de archivo (poco estudiadas) se ubican en ese siglo.

De forma particular, cada una de las cuatro líneas de investigación requirió de métodos de estudio diferentes, por ejemplo en la primera parte de la investigación constituye un recuento historiográfico de los estudios climatológicos y meteorológicos en el país y por su naturaleza requirió de conocer aspectos básicos de historia de la ciencia.

La segunda fase de la investigación, constituye la recopilación y conformación de cuadros estadísticos, a partir de esta información se construyeron gráficas y tendencias de la temperatura y la precipitación en el siglo XIX. Desde el punto de vista metodológico, es la forma clásica de estudiar el clima de un lugar determinado.

La tercera fase de la investigación recurrió a fuentes bibliográficas y de archivos sobre sequías e inundaciones, se trato de saber si estos fenómenos obedecen a un patrón determinado de comportamiento y las implicaciones económicas, políticas y sociales que tuvieron en el pasado.

La parte final de la investigación, constituye la interrelación de las fases anteriores, la intención fue la de presentar la forma en que se puede percibir el clima del pasado en relación con el presente, metodologicamente la síntesis de los conocimientos y conclusiones acumulados progresivamente representan la última finalidad de la geografía.

Cada una de estas cuatro fases de investigación dieron origen a un capítulo de la tesis. El primer capítulo, comprende cuatro temas: Los tres primeros temas, muestran las diferentes etapas del desarrollo histórico de la meteorología y la

climatología en el siglo XIX, es importante señalar que las etapas fueron fijadas en relación con dicho siglo, ya que por ejemplo cuando hablo de precursores, en un sentido más amplio los precursores de estas dos ciencias se remontan por lo menos al siglo XVIII, pero con fines de estudio se considero como precursores, a los naturalistas nacionales y extranjeros que en la primera mitad del siglo pasado realizaron observaciones del clima. La segunda etapa, llamada de los colegios y los primeros observatorios meteorológicos, muestran la vinculación entre la enseñanza y la practica científica de la meteorología. La tercera etapa, tiene que ver con la institucionalización de la meteorología y la climatología, como parte de un proyecto de Estado, que ve en estas dos ciencias una solución a los problemas del campo. El último tema, presenta un recuento del tipo de estudios del clima que se realizan al finalizar ese siglo.

En el segundo capítulo comprende los temas de: la red de estaciones meteorológicas y el análisis de los promedios anuales de lluvia y temperatura. Constituye la recopilación e interpretación estadística de los registros meteorológicos del siglo XIX.

En el tercer capítulo, se estudian los temas de: el clima, los archivos y los desastres naturales; las sequías, inundaciones, relación del clima con otros fenómenos. En dicho capítulo, se abordan los archivos y las referencias a las sequías e inundaciones, como fuentes alternativas de estudio del clima, al mismo tiempo, este apartado pretende mostrar el posible comportamiento cíclico de los desastres naturales en relación con el clima.

El último capítulo, es una visión final al clima del siglo pasado, contiene los temas: sistemas de clasificación climática y el mapa de climas de México en el siglo XIX, correlación entre el clima del siglo pasado y la del presente, el cambio climático global, el impacto económico y social del cambio climático y sus repercusiones en México. A pesar de que el último capítulo, parece salirse del contexto en que se desarrolla el proyecto de tesis, este apartado era necesario para comprender mejor la importancia que tienen las investigaciones sobre la historia del clima, debido a las implicaciones que tienen los cambios climáticos en el desarrollo económico de cualquier parte del territorio nacional.

Si bien es cierto, que la temática y alcances del proyecto se muestran ambiciosos y es posible que hayan quedado de lado puntos importantes. Considero que la presente tesis, presenta ideas y conclusiones no trabajadas hasta el momento y por lo tanto espero que en el futuro, sea posible avanzar más en el conocimiento de la historia del clima en el país.

CAP. I. HISTORIA DE LA METEOROLOGÍA Y LA CLIMATOLOGÍA EN MÉXICO. SIGLO XIX

ANTECEDENTES

Desde tiempos remotos, el hombre ha tenido necesidad de conocer la naturaleza que le rodea, en particular en aspectos referentes al medio físico, ya que las variaciones del ambiente inciden en sus actividades limitándolas y moldeándolas. Por esta razón, no resulta raro encontrar en todas las culturas del pasado, relatos sobre los cambios que periódicamente sufre el estado del tiempo. De ese intento de comprensión del medio natural surge la *Meteorología* como ciencia. Dentro de este contexto, el libro de Aristóteles intitulado "*Meteorología*", constituye la obra que resume todos los avances que se tienen desde la antigüedad hasta el siglo XVI.

Los avances científicos del siglo XVII, como son la invención del termómetro (Galileo Galilei. 1612), el barómetro (Evangelista Torricelli. 1643) y el anemómetro (Robert Hooke. 1667) (1), permiten efectuar con mayor exactitud las mediciones del estado del tiempo. En este siglo, en la Nueva España se publica el opúsculo de Juan Ruíz intitulado *Discurso hecho sobre la significación de dos impresiones meteorológicas que se vieron el año pasado de 1652* (2), la obra, de corte aristotélico, marca el inicio del estudio de los fenómenos meteorológicos en territorio novohispano (ver cuadro nº 1).

En el siglo XVIII, a la invención de los anteriores aparatos, se le suman la aparición de las escalas termométricas Fahrenheit (1714) y Celsius (1742), además de la creación del higrómetro de cabello (Horace Benedic. 1783) (3), lo cual permite que con el paso del tiempo, se instalen los primeros observatorios meteorológicos. En relación con la Nueva España, se puede decir que desde la primera mitad de ese siglo, los gabinetes de física de los colegios jesuitas contaban con: termómetros, barómetros y anemómetros; permitiendo con ello, la enseñanza práctica de los fenómenos del estado del tiempo (4).

(1). Forrester, Frank H. (1981). *1001 Questions answered about thre weather*. Dover publications, New York. p. 333-337

(2). Trabulse, Elías (1985). *Historia de la ciencia en México. Siglos XVI--XVIII*. México, CONACYT-FCE, vol. I. p. 106-110

(3). Forrester, Frank. *op. cit.* p.

(4). Trabulse, Elías. *op. cit.* , vol. 2. p. 110-113

Cuadro nº 1

COMPARACION DEL DESARROLLO CIENTIFICO DE LA METEOROLOGIA EN EL MUNDO Y EL DE LA NUEVA ESPAÑA. SIGLOS XVI-XVIII

Desarrollo de la Meteorología en el Mundo (principalmente Europa)	Desarrollo de la Meteorología en Nueva España
Principios del siglo XVI. La <i>Meteorología</i> de Aristóteles constituye el principal libro de texto para el estudio de la atmósfera	Francisco de Salazar realiza una descripción climatológica del Virreinato de la Nueva España en 1575 ?
1592-1612. Galileo Galilei construye el primer termómetro práctico	Juan de Cardénas menciona los los elementos que modifican el clima en la Nueva España
1643 Torricelli inventa el primer barómetro	1653 Juan Ruíz escribe el opúsculo titulado <i>Discurso hecho sobre la significación de dos impresiones meteorológicas que se vieron el año pasado de 1642</i>
1648 Blaise Pascal desarrolla el concepto de presión atmosférica utilizando para ello el Barómetro	Primera mitad del siglo XVIII. Los gabinetes de Física de los colegios jesuitas cuentan con termómetros, anemómetros y barómetros
1667 Rober Hooke inventa el primer anemómetro	1767 José Ignacio Bartolache enseña en la Universidad lo referente a la construcción y funcionamiento del barómetro y el termómetro
1686 Edmund Halley pública las primeras ideas sobre la circulación general de la atmósfera. Se le considera el padre de la <i>Meteorología Dinámica</i>	1769 Antonio Álzate realiza observaciones termométricas y barométricas durante 9 meses en la Ciudad de México
1714. Gabriel Daniel Fahrenheit establece la escala termométrica que lleva su nombre	1773 Alzate pública <i>utilidad de las observaciones meteorológicas</i>
1742 Anders Celsius establece la escala termométrica que lleva su nombre	1781 Alzate sube al Iztacihuatl para realizar mediciones barométricas
1742 Benjamín Franklin inventa el pararrayos y establece el origen de la electricidad en la atmósfera	1785 Antonio León y Gama realiza observaciones sobre el clima de la Ciudad de México
1756 Joseph Black demuestra la presencia del dióxido de carbón en la atmósfera	
1772 Daniel Rutherford establece que la atmósfera superficial (troposfera) se compone de 4/5 partes de nitrógeno	
1774 Joseph Priestl establece que el oxígeno es el gas de la vida y que constituye 1/5 parte de la atmósfera superficial	
1783 Horace Benedict inventa el higrómetro de cabello	

Fuentes: Forrest, Frank H. (1981). *1001 Questions answered about the weather*. New York
 Trabulse, Elias (1985). *Historia de la Ciencia en México. Siglos XVI-XVIII*. México, CONACYT-FCE.

Por otra parte, el siglo XVIII es testigo del surgimiento de la ideología de la *Ilustración* (o del *iluminismo*), este acontecimiento permite que la Meteorología incorpore postulados como:

"El Universo tiene una regularidad que lo hace racional"

"La Investigación crítica de los fenómenos"

"Experimentación y observación como elementos fiables de la ciencia"

1.1 Los precursores

En la segunda mitad del siglo XVIII, la Nueva España muestra atisbos de una ciencia fortalecida y medianamente acorde con lo que se avanzaba en Europa; en lo que respecta a trabajos propiamente meteorológicos, destacan tres científicos novohispanos. José Ignacio Bartolache (1739-1790), José Antonio Alzate y Ramírez (1737-1799) y Antonio de León y Gama (1735-1802) (5)

José Ignacio Bartolache, probablemente de padre o abuelo italiano, nació en Guanajuato en 1739; realizó sus estudios hasta graduarse de médico, llevo una vida con apuros económicos. Sin embargo, el viaje de Joaquín Velázquez de León a Baja California, le permitió quedar como sustituto de la cátedra de matemáticas en la Real Universidad de México en el año de 1767. Dentro de esta cátedra, explicaba lo perteneciente a la construcción y funcionamiento del termómetro y el barómetro; los instrumentos que menciona en el curso, consistían en rudimentarios vasos de cristal que se llenaban de azogue (mercurio) o del espíritu del vino (alcohol). Este hecho permite demostrar que Bartolache estaba familiarizado con las experiencias termométricas de Fahrenheit, Amonts y Boerhaave, y las barométricas de Torricelli y Pascal, de quienes apuntó sus experimentos. Su obra más famosa es el periódico *Mercurio volante*, del que alcanzó a publicar 16 números entre 1772 y 1773, en cuyos números 3 y 4, aparecen el estudio del termómetro y del barómetro, (6)

José Antonio de Alzate y Ramírez Cantillana, nació en el pueblo de Ozumba, jurisdicción de Chalco, en 1737. Ordenado presbítero muy pronto, obtuvo un trabajo en el Arzobispado de México y en él se mantuvo hasta el fin de sus días. Pero su verdadera vocación fue la de periodista científico; logró ver editados cuatro periódicos; el primero de ellos, *El Diario de México* sólo duró tres meses del año de 1768.

5). Moreno de los Arcos, Roberto (1994). *Científicos mexicanos del siglo XVIII*. México, CONACYT revista de Ciencia y Desarrollo, nº 115. p. 66-68

(6). Moreno de los Arcos, Roberto. *Ibid* p. 72 y Trabluse Elías. *op. cit.* vol.3 p. 2

En 1772, Alzate inicia la publicación de *Asuntos varios sobre ciencias y artes*, cuyo último número (el 13) apareció en enero de 1773. Posteriormente, en 1787 funda la revista científica sobre *La Física, Historia Natural y Artes Útiles*, la cual deja de circular al año siguiente para emprender la edición de sus *Gacetas de Literatura de México* (1788-1795), en donde recoge todo el movimiento científico de la época. (7)

Debido a sus observaciones sobre el clima, José Antonio Alzate es considerado como el iniciador de los trabajos de observación meteorológica en México. La primera noticia que se tiene de estos trabajos, se remontan a 1769; en este año, midió la temperatura del aire (durante 9 meses) en el exterior de su domicilio (a las 7, 12, 15 y 19 horas), ubicado en lo que sería actualmente la calle de Correo Mayor. (8)

En la gaceta del lunes 4 de enero de 1773, publica el artículo intitulado *Utilidad de las observaciones meteorológicas*, en donde Alzate se refiere a los aparatos que sirven para la observación del estado del tiempo, los cuales describe de la siguiente manera:

"La observación exacta del aire de la atmósfera, así en su gravedad y ligereza, como en la sequedad, humedad, calor y frío; estas observaciones nos instruyen para poder predecir con alguna verosimilitud el tiempo que se prepara. Los instrumentos hasta hoy conocidos para esta observación son el barómetro, termómetro, hidrómetro y una grímpola o veleta. Por el barómetro se conoce el actual peso de la masa del aire y se puede predecir si el tiempo variará, si habrá viento, si lloverá; el termómetro es lo que nos indica el verdadero calor y frío; el hidrómetro es aquel instrumento que nos indica la humedad, o sequedad del aire; por último, la veleta sirve para reconocer la dirección del viento"(9)

(7). Moreno de los Arcos, Roberto (1980). *José Antonio Alzate Ramírez. Obras*. México, UNAM. Nueva Biblioteca Mexicana. p. VII-XLIII

(8). En realidad Alzate, hizo observaciones por espacio de ocho años, a las cuales se refiere en su libro *descripción topográfica de México*, pero solo se conservaron las de los últimos nueve meses del año de 1769. Fuente: León, Luis G. (1901). *historia de la meteorología en México, en el siglo XIX.* México, Boletín mensual del Observatorio Meteorológico de la Escuela Normal para profesoras. nº 1, p. 80

(9). Moreno de los Arcos, Roberto. *op. cit.* p. 146-147

Como se puede ver en el párrafo anterior, Alzate no solamente describe los aparatos que se necesitan para la observación del estado del tiempo, sino que también fija las bases para el futuro establecimiento de los observatorios meteorológicos en México.

Otro de los trabajos de Alzate, se refiere a su acenso al Iztacihuatl el día 14 de abril de 1781; en ese día ascendió al volcán con un barómetro portátil, fabricado según las reglas de la Real Academia de las Ciencias de París. A las tres de la tarde de ese día llegó cerca de la cima de la montaña, y después de una serie de observaciones sobre el estado del tiempo, inició a las cinco de la tarde el camino de regreso; la finalidad de este trabajo, fue la de establecer la altura y temperatura a las que se formaba la nieve en el volcán. (10)

Finalmente, en la *Gazeta de México* del martes 24 de marzo de 1789, Alzate publicó el siguiente artículo:

"Para determinar el estado verdadero de nuestra atmósfera, se construyeron hidrómetros comparables, los cuales se graduaron y determinaron con exactitud los dos puntos de mayor sequedad posible y de humedad, el espacio intermedio se dividió en 100 partes, y se observó que todo el mes de diciembre pasado (1788), en las que se experimentaron las más fuertes heladas del año, señalaban de 25 a 30 grados, esto es de 25 a 30 partes de agua que contiene el aire" (11)

Con este tipo de observaciones, Alzate trataba de demostrar que el clima de la Ciudad de México se caracterizaba por su sequedad, no obstante que las márgenes del lago de Texcoco, se encontraban en ese momento, muy próximas a la capital.

Contemporáneo de Alzate, Antonio León y Gama también se interesó por la meteorología. Este científico (1735-1802), nace y muere en la Ciudad de México, fue catedrático de mecánica en el Colegio de Minería, colaboró con Joaquín Velázquez de León en la deducción de longitudes y latitudes, y en otros estudios matemáticos, astronómicos y

(10). Trabulse, Elías. *op. cit.* p. 284-285

(11). Alzate Ramírez, José (1789). *Observación Meteorológica*. Nueva España. *Gazeta de México* por Manuel Antonio Valdés. Martes 24 de marzo, tomo III. n.º. 28. p. 273-274.

geográficos.(12). En la *Gazeta de México* del martes 13 de febrero de 1787, publicó el siguiente artículo sobre el clima de la Ciudad de México:

"El principio del año próximo fue bastante frío por las continuas heladas que se experimentaron en el enero y parte de febrero, habiendo sido mayor el día 5 de ese mes, en que bajó el azogue del termómetro de Réaumur al grado 3 ¼ abajo de la congelación. En estío no fue tan excesivo como otros años, y el mayor que se experimentó fue en los días 11 y 12 de junio, en los que subió el azogue del mismo termómetro hasta el grado de 17 1/3. Las lluvias fueron menos copiosas que en el año anterior (1785)" (13)

Como se puede ver, tanto los trabajos de Antonio León y Gama, como los de Alzate, constituyen las primeras observaciones meteorológicas con una base científica que se tienen sobre el clima en el país.

LA METEOROLOGÍA EN MÉXICO. SIGLO XIX

A pesar de los antecedentes históricos de la Meteorología durante el período colonial, se puede decir, que la etapa de desarrollo más importante de esta ciencia en México, ocurre en el siglo XIX; por esta circunstancia, el estudio de este período resulta fundamental para entender la evolución actual de esta disciplina en México.

El desarrollo de la Meteorología durante el siglo pasado en México, comprende tres etapas: la primera de ellas, se relaciona con los trabajos que realizaron un pequeño grupo de científicos en la primera mitad de ese siglo, esta época la podemos llamar como una continuación de la etapa de los *precursores*; la segunda etapa, va, desde el establecimiento de los *primeros observatorios* en colegios de enseñanza superior, hasta la *institucionalización* de esta ciencia; la tercera etapa, abarca desde el establecimiento del *Observatorio Meteorológico Central* en 1877, hasta la consolidación de una pequeña red de estaciones meteorológicas en el país, al finalizar el siglo XIX.

(12). *Enciclopedia de México*. (1987), SEP. Tomo VIII p. 4 699

(13). León y Gama, Antonio (1787). *Observaciones meteorológicas del próximo año de 1786, hechas en México*. Nueva España, *Gazeta de México* por Manuel Antonio Valdés. Martes 13 de febrero. Tomo II, nº 28. p. 297-298

Dentro del estudio de la meteorología en el país, para fines particulares de estudio interesa principalmente las investigaciones realizadas en el siglo XIX, estas comprende los trabajos realizados por un pequeño número de científicos nacionales y extranjeros, los cuales llevaron a cabo estudios sobre la temperatura, humedad y presión atmosférica, principalmente en la Ciudad de México y zonas aledañas. Este periodo comprende los primeros cuarenta años del siglo XIX.

El iniciador propiamente de las observaciones meteorológicas en el país, en los inicios del siglo pasado, fue Alejandro de Humboldt (1769-1859), quién llegó a Acapulco el 23 de marzo de 1803 y salió por Veracruz el 20 de enero de 1804. En los lugares que visitó de la Nueva España calculó las coordenadas geográficas, altitudes e hizo observaciones astronómicas; clasificó especímenes de fauna y flora. Su obra titulada *Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente* se publicó en 33 volúmenes entre 1807 y 1834; su *Ensayo Político sobre el reino de la Nueva España*, se publicó por primera vez en París, en dos volúmenes entre 1807 y 1811. (14).

Dentro de su obra, Humboldt realizó un estudio sobre la climatología de la Nueva España, para ello utilizó los trabajos de diversos científicos de la época, entre los cuales incluyó las observaciones de Alzate; pero además, en su *Ensayo Político* se encuentra un cuadro meteorológico del puerto de Veracruz, con la temperatura media de los 12 meses del año. (15)

Después de la obra de Humboldt, existe una ausencia de trabajos meteorológicos durante los primeros veinte años del siglo. Esta situación se debe en gran parte al movimiento de *independencia* del país; por esa razón, no va a ser sino hasta el 14 de junio de 1824 en que, los editores del periódico *El Sol*, comenzaron a publicar el resultado de observaciones diarias, mismas que se prolongaron hasta el 14 de enero de 1828. (16). En relación con estas observaciones, es importante señalar que se desconoce el autor de las mismas, los datos que diariamente se publican, se refieren a la temperatura en grados centígrados, presión barométrica, precipitación medida en pulgadas y líneas, higrómetro, electricidad y viento; las horas que se tomaron para realizar las observaciones fueron las 7 de la mañana, 3 de la tarde y 11 de la noche. La publicación de estas observaciones constituye el primer reporte diario sobre el *estado del tiempo* que se publica en el país.

(14). Iturrriaga de la Fuente, José (1988). *Anecdotario de viajeros extranjeros en México. Siglos XVI-XX.* México, FCE. p. 117-127

15. Humboldt, Alejandro (1984). *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España.* México, Editorial Porrúa S.A. p. 522

16. León, Luis G. *op. cit.* p. 80

Los años de 1830 a 1840 se caracterizan por los trabajos de observación meteorológica que realizan diversos viajeros que llegaron a la nación en ese tiempo; así se tiene que por ejemplo Francisco Geralt de 1833 a 1834 hizo observaciones sobre el estado del tiempo en la Escuela de Minas (17). Posteriormente, el Dr. Juan Luis Berlandier (?-1851, nació cerca de Ginebra y murió en Matamoros. Llegó a México en 1826) botánico suizo, naturalizado mexicano (18), entre los años de 1830 a 1851, durante nueve años dos meses, practicó en Matamoros observaciones meteorológicas a las seis, ocho, nueve y diez horas de la mañana y a la una, dos, tres, cuatro y seis de la tarde, y ocho de la noche. (19)

El geólogo alemán Juan Burkart (1798-1870, nació en Bonn, vino a México en 1824) (20), realizó algunas observaciones en el año de 1826 al parecer en la capital. Posteriormente hizo una serie de observaciones termométricas durante los años de 1839 -1840 en el mineral de *Veta Grande*, Zacatecas; adoptando para ello las horas de 8:30 y 16:30. (21)

De todas las observaciones meteorológicas que se han mencionado a partir de 1824, sólo se conservan las publicadas en el Diario *El Sol*, de las demás sólo existen referencias bibliográficas, por lo tanto se desconoce el tipo de aparatos que se empleaban.

17. González García, Isabel (1911). *Los progresos de la Meteorología en México de 1810 a 1910*. México, Tipografía de la viuda de Francisco Díaz de León. p. 5

18. *Diccionario Porrúa de Historia, Biografía y Geografía de México* (1986). México, Editorial de Porrúa, S. A. vol I. p. 346.

19. Bárcena, Mariano (1877). *Boletín meteorológico del Observatorio Central de México*. México, Anales del Ministerio de Fomento. Imprenta de F. Díaz de León, vol. III p. 8-9

20. *Diccionario Porrúa....., op. cit.* vol. I. p. 267

(21). Bárcena, Mariano. *op. cit.* p. 8-9

1.2 Los colegios y las primeras estaciones meteorológicas

La segunda etapa del desarrollo meteorológico en México durante el siglo XIX, como se ha dicho al principio, comprende desde el establecimiento de los primeros observatorios en colegios de enseñanza superior hasta la *institucionalización* de esta ciencia. Desde el punto de vista cronológico, abarca los años de 1841 a 1876; a nivel mundial, este periodo coincide con el inicio del registro diario de forma oficial, de los datos del estado del tiempo por parte del *Royal Greenwich Observatory* de Londres. (22)

Por otra parte, dentro de esta etapa, ocurren tres acontecimientos de suma importancia para el futuro desarrollo de la meteorología y la climatología en el país; el primero de ellos se relaciona con el establecimiento de las primeras estaciones meteorológicas, como parte de la enseñanza de la Física en las escuelas superiores de México. En segundo término, se crean en el interior de la nación una pequeña red de estaciones, lo cual demuestra el creciente interés por esta ciencia. Por último, durante este periodo se emiten los primeros decretos y reglamentos referentes a las observaciones meteorológicas, los cuales van a servir de base para el posterior funcionamiento de los observatorios meteorológicos que se instalan en el país.

.....En lo que respecta a la enseñanza de la meteorología en la capital, esta se llevó a cabo en el Colegio de Minería, la Escuela de Agricultura y la Escuela Preparatoria. Dentro de cada una de estas escuelas, existía un observatorio meteorológico, los cuales permitían adquirir a los alumnos de la clase de Física, los conocimientos prácticos sobre la forma en que se debían de hacer las lecturas del estado del tiempo. Estos registros se conocen sobre todo porque fueron publicados en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. Por otro lado es importante mencionar que, a pesar de que se hicieron observaciones por periodos de varios años, frecuentemente esta tarea se interrumpía (ver cuadro nº 2)

Con respecto al Colegio de Minería, uno de los más destacados iniciadores del trabajo meteorológico en esa escuela, fue José Gómez de la Cortina (1799-1860. nace y muere en la Ciudad de México), después de estudiar en España, regresó a México en

(22). Gribbin, John (1989). *El clima futuro*. Barcelona, Editorial Salvat. p. 2

Cuadro n° 2

ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO. 1841-1875

LUGAR	OBSERVADOR	PERIODO
Colegio de Minería	José Gómez de la Cortina	1841-1845
Colegio de Minería	?	1850
Colegio de Minería	L. C. Ervendberg	1856
Colegio de Minería	?	1857
Colegio de Minería	Francisco Jiménez	1858
Colegio de Minería	Ignacio Cornejo	1865-1866
Escuela de Agricultura	J. Ramón Ibarrola	1857-1858
Escuela Preparatoria	Juan de Mier y Terán	1868-1875

Fuente: Mariano Bárcena. (1877) *Boletín Meteorológico del Observatorio Central de México*. México. Anales del Ministerio de Fomento, Imprenta de Francisco Díaz de León, vol. III. González García, Isabel (1911). *Los Progresos de la Meteorología en México de 1810 a 1910*. México. Tipografía de la Viuda de Francisco Díaz de León.

1832, fundó el Instituto de Geografía y Estadística (1833); fue además, gobernador de la capital (1836) y ministro de Hacienda (1838-1839) (23). Este personaje realizó observaciones meteorológicas entre los años de 1841 a 1845, la primera vez que los datos de precipitación se publicaron aparecieron indicados en pulgadas; en 1877 se realizó la conversión en mm y se utilizaron en posteriores estudios sobre la lluvia en la capital.

En los años de 1842 y 1843 los miembros de la *Sección Geográfica* de la plana mayor del ejército, realizaron una serie de observaciones, las cuales fueron publicadas por el periódico *El Mexicano*. (24). Posteriormente, se hizo otra serie de registros en el Colegio de Minería en los años de 1850, 1856, 1857 y 1858. Se desconoce el nombre de todas las personas que efectuaron el acopio de datos en esa época, solo se sabe que las del año de 1856 (de enero a noviembre) las hizo el profesor L. C. Evendberg; en tanto que las del año de 1858 las llevó a cabo el Ing. Geógrafo Francisco Jiménez (25), utilizando para ello un termómetro libre construido por Wm. Wiirdemann, con escala Fahrenheit, y un barómetro de sifón construido por Jas. Green de N. York, dividido en pulgadas. (26)

Como se puede apreciar, después de leer el párrafo anterior, corresponde al Colegio de Minería el papel principal en la enseñanza y la observación meteorológica de esa época, las continuas interrupciones en la tarea de registro de datos, es un reflejo de los cambios políticos que vivió la nación en esos momentos, este hecho se puede comprobar, con la documentación que existe en el grupo documental *Gobernación* que conserva actualmente el Archivo General de la Nación, en donde existe información sobre las precarias condiciones económicas en que subsiste este Colegio.

En lo que se refiere a los instrumentos empleados en las mediciones meteorológicas, se desconoce con exactitud el tipo y la marca de los mismos, es muy probable que fueran semejantes a los que utilizó Francisco Jiménez en sus observaciones. Al respecto, es importante mencionar que en los boletines de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística se publicaron en los años de 1850 y 1852, algunos artículos sobre el barómetro, termómetro e higrómetro.

(23). *Enciclopedia de México*. p. cit. vol. VI p. 3 403

(24). León, Luis G. *op. cit.* p. 80

(25). González, Isabel. *op. cit.* p. 6

(26). Jiménez, Francisco (1859). *Resumen de las observaciones meteorológicas hechas en la Ciudad de México, en el año de 1858.* México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. p. 492

El artículo del barómetro, señala que la palabra proviene del vocablo griego *baros* que significa peso y *metron* que significa medida, es decir que etimológicamente significaría *medidor del peso*. Después menciona que las especies de barómetros más comunes son:

1. *El de cubeta o de vaso*, consta de un simple tubo o cañón de vidrio cerrado herméticamente por su extremidad superior, y abierto por la inferior, la cual queda sumergida en el mercurio que contiene una especie de cubillo o vaso también de vidrio, y de mayor diámetro que el tubo

2. *El de Fortín* viene a ser el mismo que el de cubeta, con la diferencia de que la cubeta es de madera sin fondo; éste queda cubierto por medio de una piel o vejiga, y en su parte inferior tiene adaptado un tornillo que moviéndose a derecha o izquierda oprime o afloja la vejiga según conviene, y hace subir o bajar el mercurio contenido en la cubeta. Una puntilla de marfil o latón indica el punto de altura a que debe mantenerse la superficie del mercurio en la cubeta.

3. *El de Sifón* de un tubo de vidrio cuya extremidad inferior está encorvada, y viene a formar un segundo tubo más corto que el primero y con su extremidad abierta, estos dos tubos así formados se llaman brazos del barómetro. El menor de ellos hace una especie de barómetro de cubeta.

4. *El de Gay-Lussac* llamado también cerrado, es el mismo de sifón con ambas extremidades cerradas herméticamente; pero en el brazo menor, hacia su medio, tiene un agujero muy fino y capilar que permite que el aire exterior penetre hasta dentro y obre en el mercurio.

5. *El de muestra* (llamado también de cuadrante) consta de un barómetro de sifón encerrado en una caja, la cual por su parte exterior tiene un círculo o muestra, semejante a la de un reloj con manecilla o aguja que se mueve por medio de un hilo corredizo sobre una garrucha: este hilo tiene pendiente una pesa en cada una de sus extremidades, y una de estas pesas descansa inmediatamente sobre la superficie del mercurio en el brazo menor que sirve de cubeta.

Este trabajo señala que los barómetros que más abundan en el país en esos momentos son los de fortín, sifón y el de muestra. (27)

(27). Gómez de la Cortina, José (1850). *Proyecto de instrucción acerca del barómetro para medir alturas*. México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. p. 321-323

El artículo sobre el termómetro menciona que existen tres diferentes tipos de escalas termométricas que son: *Centigrada*, *Reamur* y *Fahrenheit*. La unidad de medida de las dos primeras, corresponde al intervalo comprendido entre la temperatura del hielo cuando se derrite, y la del agua al hervir al nivel del mar. Este intervalo se divide en 100 partes en el termómetro centigrado y en 80 en el de Reamur. El termómetro Fahrenheit está dividido en 212 partes, el 32º y 180º corresponden, al 0 y 100 respectivamente de la escala centigrada. (28)

Con respecto al artículo del *higrómetro*, señala que existen dos tipos diferentes: los de absorción y los de condensación. Posteriormente, se refiere al higrómetro de Saussure (absorción), formado de un cabello que gira en una pequeña polea, con un contrapeso proporcionado, y que contrayéndose y dilatándose, marca el 0 en la sequedad extrema y 100 en el *máximo* de humedad; el otro higrómetro que se menciona, es el llamado de Daniell (condensación), el cual consiste en un tubo de cristal encorvado en ambas extremidades y terminado por dos bolas. La primera de esas bolas está cubierta con un lienzo fino; y la segunda formada de un vidrio de color oscuro, esta última contiene un poco más de la mitad de su volumen de éter, llevando además un termómetro pequeño, y habiendo tenido cuidado de extraer todo el aire de este aparato antes de cerrarlo al soplete. Otro termómetro fijado en el pie de la base que sostiene el tubo encorvado sobre la media caña, sirve para marcar la temperatura del aire ambiente al tiempo de hacer el experimento. (29)

Estos tres artículos escritos por el Conde de la Cortina, reflejan en gran medida los conocimientos meteorológicos que se tenían en México durante la primera parte del siglo XIX.

Paralelamente a las observaciones que se hacían en el Colegio de Minería, se hicieron otras, en lugares entonces muy cercanos a la capital, como fueron las de la hacienda de San Nicolás Buenavista, Xochimilco y las de la Escuela de Agricultura. Las observaciones de la hacienda de Buenavista, se refieren únicamente a datos de precipitación y fueron recogidos en un Informe de la Junta Directiva del Desagüe, rendido por el Ing. Francisco Jiménez, y publicado en la *Memoria de la Secretaría de Fomento del año de 1877*. Según Jiménez, los datos

(28). Gómez de la Cortina, José (1852). *El termómetro*. México, Boletín de la Sociedad de Geografía Estadística. p. 26

(29). Gómez de la Cortina, José (1852). Descripción y uso del higrómetro de Daniell. México, Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. p. 27

le fueron proporcionados por el dueño de la hacienda y no menciona si se hacían otro tipo de observaciones meteorológicas (30). Los datos comprenden los años de 1855-1875 y constituyen la serie de datos pluviométricos más larga que se hizo, hasta la fundación del Meteorológico Central. Estos datos se utilizaron en varios trabajos sobre la lluvias en el Valle de México.

En lo que se refiere a la Escuela de Agricultura (San Jacinto), se tiene noticia que entre los años de 1857 y 1858, se hicieron una serie de observaciones a cargo del alumno J. Ramón Ibarrola (31). Por otra parte, en las *Memorias del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública*, años de 1850-1870, en los planes de estudio del año de 1856 y 1859 se menciona la clase de meteorología, asociada a la carrera de agricultura; por esa razón, es muy probable que durante la segunda mitad del siglo pasado se continuaron haciendo observaciones meteorológicas; pero se desconocen estas.

En los años de 1865 y 1866, el Ing. Ignacio Cornejo retomó las observaciones que se habían suspendido en el Colegio de Minería; para sus registros meteorológicos utilizó las 9, 14 y 18 horas. (32)

Al establecerse la Escuela Nacional Preparatoria, el preparador de la cátedra de Física, Juan Mier y Terán realizó un registro de observaciones meteorológicas en el observatorio del plantel durante el periodo de 1868-1875 (33). Estos registros fueron publicados en el *Diario Oficial de la Federación*, y constituyeron el reporte del estado del tiempo de la Ciudad de México para esos mismos años.

Dentro de la primera mitad del siglo XIX ocurrió un acontecimiento de relevancia mundial, como fue la invención del telégrafo electromagnético por parte del físico estadounidense Joseph Henry y puesto en marcha por Morse en 1844. Este instrumento con el tiempo se convertiría en el medio ideal para la transmisión de información meteorológica simultánea; por ese motivo cuando se inaugura el

(30). *Memoria de la Secretaría de Fomento. Año de 1877 (1878). México.*

(31). Bárcena, Mariano. *op. cit.* p. 9

(32). Mariano Bárcena, dice que los años de 1863 a 1866, fue el periodo en los que Cornejo realizó las observaciones (ver Bárcena, *op. cit.* p. 10 y González, Isabel. *op. cit.* p. 6)

(33). González, Isabel. *op. cit.* p. 6

Observatorio Central, el telégrafo va a ser incorporado como un instrumento indispensable en sus labores cotidianas. (34).

Por otra parte, durante los años de 1844-1876, se establecieron 14 estaciones meteorológicas en diferentes partes del interior del país. Estos observatorios, funcionaron en algunos casos por periodos de uno o dos años; en otras ocasiones, lo hicieron por lapsos de tiempo más largos (ver cuadro nº 3); pero todas estas estaciones sirvieron de base para el posterior desarrollo de la red meteorológica nacional.

El observatorio meteorológico más antiguo fuera de la Ciudad de México, fue el que se estableció en Tepic, Nayarit; en donde Manuel Escudero realizó registros de la lluvia durante medio siglo, de 1844 a 1894. Infortunadamente, los datos originales de 1860-1864 y 1869-1884 fueron destruidos (ver *Boletín del Observatorio Meteorológico Magnético Central*, año 1895, mes de abril p. 27). Los datos originales estaban anotados en pulgadas. (35).

Otro lugar de la República en donde se hicieron observaciones, fue la hacienda del Mirador, al pie de las montañas de Orizaba; en donde el naturalista de origen alemán Carlos Sartorius (?-18749), realizó una prolongada serie de observaciones del clima, la cual abarcó 16 años, desde enero de 1854 a diciembre de 1870; estas se realizaban diariamente a las 7, 14 y 21 horas. (36).

En la ciudad de Córdoba, José Apolinario Nieto (1810-1873) practicó observaciones desde enero de 1858 a diciembre de 1864, realizándolas a las 9, 12, 15, 18 y 21 horas. Sus observaciones meteorológicas las envió en ese tiempo a diversas sociedades científicas de Estados Unidos y Europa. (37).

El ingeniero de minas Miguel Velázquez de León (1830-1890); le correspondió ser el primer director de la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia, creada por su tío Joaquín Velázquez de León. Al cerrarse esta escuela, radicó en su hacienda de

(34). Azuela, Luz Fernanda (1995). *La Institucionalización de la Meteorología en México a finales del siglo XIX*. México, UNAM. Instituto de Investigaciones Sociales. p. 100-101

(35). Jáuregui Ostos, Ernesto (1879). *Algunos aspectos de las fluctuaciones pluviométricas en México en los últimos cien años*. México, UNAM. Boletín del Instituto de Geografía. p. 44

(36). Bárcena, Mariano *op. cit.* p. 9

(37). *Diccionario Porrúa...op. cit.* vol. II, p. 1 468 y González, Isabel. *op. cit.* p. 6

Pabellón, Aguascalientes, en donde realizó observaciones en el año de 1869, mismas que continuarían hasta su muerte. (38)

Otros destacados observadores del estado del tiempo, fueron Gregorio Barreto, el cual realizó observaciones en Colima de 1869 a 1880. En Querétaro el ingeniero José María Romero y el profesor de Física Pascual Alcocer, quienes comenzaron una serie de observaciones en el año de 1870. (39)

Lázaro Pérez (1817-?, nace en ciudad Gúzman), de profesión químico, funda y sostiene el primer *Observatorio Astronómico y Meteorológico de Guadalajara*. Durante los años de 1874 a 1886 llevo a cabo una serie de observaciones meteorológicas (40). En Monterrey, Isidro Epstein (?-1894) periodista, cartógrafo, educador y escritor; estuvo en esta ciudad dando clases de matemáticas en el Colegio Civil del Estado, en el año de 1865 comenzó a practicar observaciones meteorológicas dentro del plantel. (41)

Una importante serie de observaciones que abarcó los años de 1873, 1874 y 1876, fue hecha en Cuernavaca por el Ingeniero Civil Vicente Reyes. El Ingeniero Joaquín Mendizábal Tamborrel, preparador de Física en el Colegio del Estado, establece dentro del plantel un observatorio meteorológico, en donde realizó observaciones en los años de 1872-1873; en esos mismos años, el profesor Manuel Cházaro, hizo observaciones en San Juan Michapam; así como en 1876 en Puebla el Pbro. Pedro Espina. (42)

Como puede verse en el cuadro número 3 (ver también el mapa núm.1), se aprecia un incremento considerable en el número de observatorios meteorológicos a partir del año de 1870. Sin embargo, se puede decir que en esta época, no existía uniformidad en los criterios de registro de los datos del estado del tiempo, y los datos que se conservan en la actualidad muestran una diversidad en los horarios de observación y en las unidades métricas empleadas. Esta situación se presentó, a pesar de que en el año de 1862 se llevó a cabo la primera iniciativa para regular el establecimiento y trabajo de los observatorios meteorológicos en el país.

(38). *Diccionario Porrúa... op. cit.* vol III, p. 1 544 y González, Isabel. *op. cit.* p. 6

(39). González, Isabel. *op. cit.* p. 6-7

(40). *Diccionario Porrúa.... op. cit.* vol. II, p. 1 104- 1 105 y González, Isabel. *op. cit.* p. 6-7

(41) *Diccionario Porrúa.... op. cit.* vol.. p. 508 y González, Isabel. *op. cit.* p. 6-7

(42). González, Isabel. *op. cit.* p. 6-7

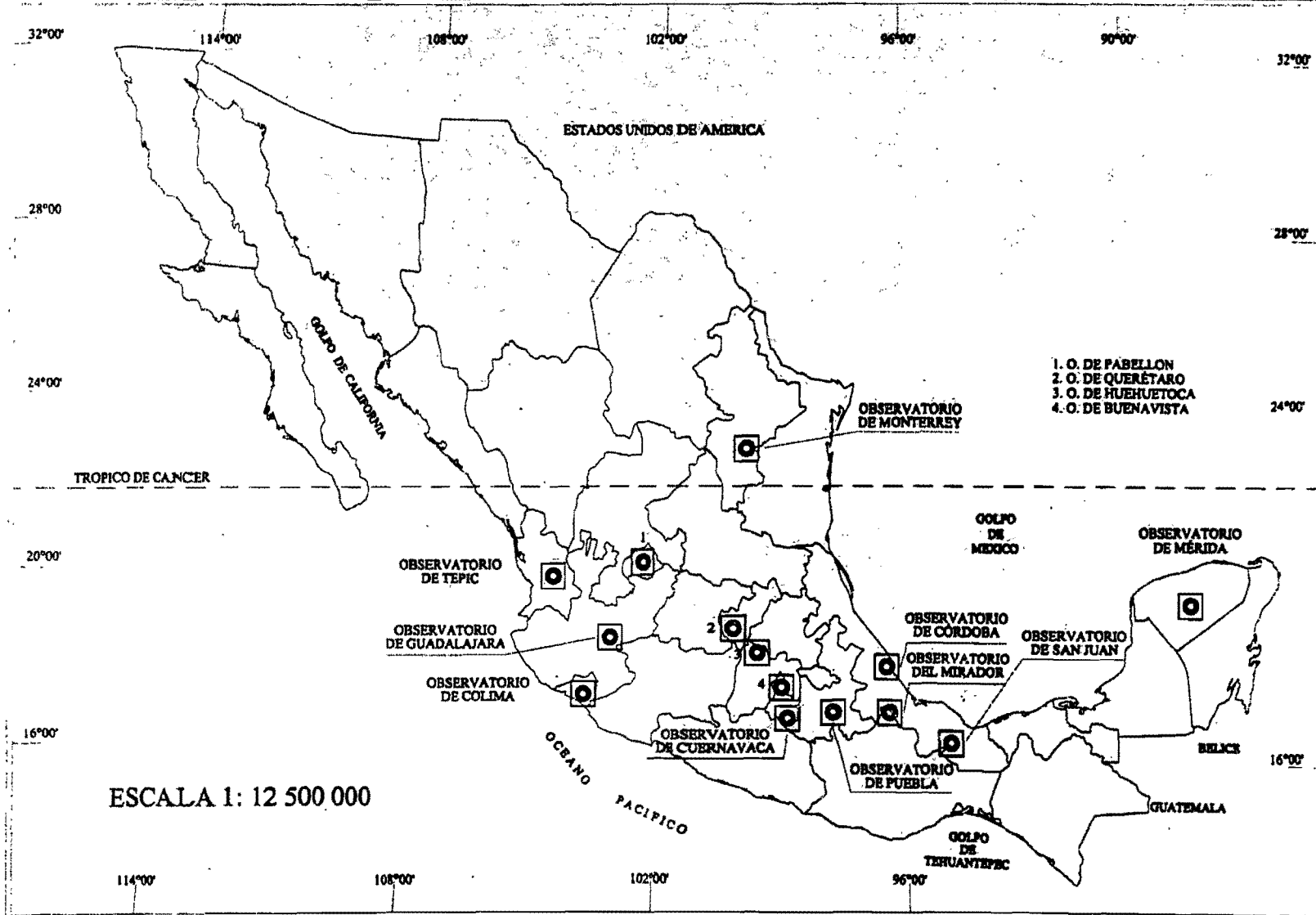
cuadro n° 3

**ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA.
1844-1876**

Lugar	Observador	Periodo
Tepic, Nayarit	Manuel Escudero	1844-59, 1866-68
Hda. del Mirador, Ver.	Carlos Sartorius	1854-1870
Córdoba, Ver.	José Apolinario Nieto	1858-1864
Hda. de San Nicolas Buenavista Xochimilco	?	1855-1875
Monterrey, N.L.	Isidro Epstein	1865
Hda. de Pabellón, Ags.	Miguel Velázquez de León	1869-1876
Colima, Col. Querétaro, Qro.	Gregorio Barreto José María Romero	1869-1876 1870
Puebla, Pue.	Joaquín Mendizábal Tamborrel	1872-1873
Cuernavaca, Mor.	Vicente Reyes	1873, 74, 76
Guadalajara, Jal.	Lázaro Pérez	1874-1876
Huehuetoca, Edo. de Méx	Miguel Borodón	1874
San Juan Michapam, Ver.	Manuel Cházaro	1875
Mérida, Yuc.	Norberto Domínguez	1875
Puebla, Pue.	Pedro Espina	1876

Fuente: Bárcena, Mariano (1877). *Boletín meteorológico del Observatorio Central de México*. México, Anales del Ministerio de fomento, Imprenta de Francisco Díaz de León, Vol. III. González García, Isabel (1911). *Los Progresos de la meteorología en México de 1810-1910*. México. Tipografía de la viuda de Francisco Díaz de León.

MAPA N° 1
OBSERVATORIOS METEOROLOGICOS EN LA REPUBLICA MEXICANA, AÑOS 1844-1876



La iniciativa se le encomendó al Ing. Francisco Díaz Covarrubias, el cual después de estudiar el desarrollo meteorológico internacional, recomendó que el Gobierno de la república llevara a cabo las siguientes tareas:

1º Solicitar a los gobernadores de los estados, por medio del ministerio de Fomento, noticias de los instrumentos meteorológicos en estado de servicio que se hallen en los establecimientos científicos.

2º En vista de esas noticias, solicitar del Supremo Gobierno la provisión de los instrumentos que falten.

3º Solicitar igualmente al gobierno que los directores de los establecimientos científicos comisionen a los individuos que residan en los mismos establecimientos, para que se encarguen de las observaciones.

4º Comunicar instrucciones extensas y uniformes a cada observador, respecto del modo de operar, de corregir y usar sus aparatos.

5º Comisionar a los agentes de la Sociedad (de Geografía y Estadística) en los estados, para que recojan y le remitan las observaciones, cada periodo que fije la misma Sociedad.

6º Formar en el seno de la Sociedad una comisión permanente que clasifique, estudie y discuta las series de observaciones, publicando sus resultados y conservando las colecciones. 43

También como parte de ese dictamen, Díaz Covarrubias recomendó la adopción del modelo norteamericano, publicado por el Instituto Smithsonian de Washington. Dicho Instituto tenía un modelo de registro y establecía que las 7, 14 y 21 horas, eran los momentos más adecuados para las observaciones meteorológicas.

Después de conocer el Gobierno el dictamen de Covarrubias, en ese mismo año, el Ministerio de Justicia, Fomento e Instrucción Pública dirigió una circular a los

(43). Díaz Covarrubias, Francisco (1863). *Dictamen del Sr. Socio D. Francisco Díaz Covarrubias sobre el establecimiento de observatorios meteorológicos.* México, Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. p. 4-5

gobernadores de los estados, recomendando el establecimiento de observatorios meteorológicos. Estos deberían hacer series completas y regulares de observación, de conformidad con las *Instrucciones para hacer las observaciones meteorológicas adoptadas por el Instituto Smithsonian de Washington*; las instrucciones fueron traducidas por la Sociedad de Geografía y Estadística. (44)

Sobre este último punto, es importante destacar que, si bien es cierto, que no se llevaron a cabo esta disposición de manera inmediata, si tuvo posteriormente este documento una repercusión con la Institucionalización de la Meteorología.

1.3 LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA METEOROLOGÍA

El gran desarrollo que alcanzó la meteorología en los últimos años del siglo XIX en nuestro país, se debe a la institucionalización de esta ciencia. Dicho acontecimiento se encuentra enmarcado por la llegada al poder del General Porfirio Díaz, quien ordenó el establecimiento de observatorios, comisiones e institutos de investigación, los cuales transformaron la práctica y el pensamiento científico de México.

Creación del Observatorio Meteorológico Central

El primer antecedente sobre la creación de observatorio meteorológico a cargo del Gobierno, se encuentra en la circular que emitió el General Vicente Riva Palacio, secretario de Fomento, el 18 de diciembre de 1876. En esta circular se proponía que el Castillo de Chapultepec fuera la sede de un *Observatorio Astronómico y Meteorológico* (45). La necesidad de contar con un observatorio que centralizara las actividades de la futura red meteorológica, se debía a la urgente necesidad de mejorar la agricultura del país, y por lo tanto, se consideraba necesario conocer la climatología de las diferentes regiones de la nación. No obstante la importancia de estos estudios, la propuesta no prosperó; sin embargo, no por ello el secretario de Fomento desechó esta idea; así fue que el Supremo Poder Ejecutivo emitió el decreto del 8 de febrero de 1877, bajo el

(44). *Ibid.* p. 5-6

(45). Riva Palacio, Vicente (1877). *Anales del Ministerio de Fomento*. México, Secretaría de Fomento. Imprenta de Francisco Díaz de León, vol. 1. p. 45

cual se creaba un Observatorio Meteorológico que sería atendido por la *Primera Comisión Geográfico-Exploradora del Territorio Nacional*. Al efecto, se seleccionó de entre los ingenieros de más prestigio y competencia al que debería ser nombrado Director de la Comisión para que él, a su vez, se encargara de nombrar, de acuerdo con la Superioridad, el resto del Personal. Por esos días regresaba el ingeniero Mariano Bárcena de los Estados Unidos, donde desempeñó una comisión que la secretaría de Fomento le confirió en la Exposición Internacional de Nueva Orleans, quien posteriormente sería nombrado jefe de la Primera Comisión Exploradora del Territorio Nacional. (46)

El texto del decreto sobre la creación del Observatorio Central era el siguiente:

Siendo uno de los fines de las Comisiones de Exploración del Territorio Nacional dar a conocer éste bajo todos sus aspectos, a fin de promover, entre otros beneficios, el de la inmigración extranjera, el C. general en Jefe del Ejército Nacional Constitucionalista. Encargado del supremo Poder Ejecutivo, ha acordado que la primera Comisión Exploradora, de que es usted Jefe, se encargue del estudio de la climatología del país, a cuyo efecto tomará bajo su cuidado el Observatorio Meteorológico Central que, por acuerdo del C. General Segundo en Jefe del Ejército Nacional Constitucionalista, se encuentra en construcción en el Palacio Nacional, tomando usted la Dirección de dicha Oficina. Así mismo la Primera Comisión Exploradora propondrá a este Ministerio los medios conducentes al establecimiento de la Red Meteorológica Nacional y establecerá las correspondientes relaciones con los Observatorios, Corporaciones Científicas y Profesores del extranjero, a fin de que adquiriendo sus trabajos la mayor publicidad posible lleguen a conocimiento de las personas y empresas que estén en aptitud de utilizarlos. Siendo, además, uno de los resultados prácticos del estudio climatológico, el conocimiento de los productos vegetales, la Primera Comisión Exploradora se ocupará de la formación del Calendario Botánico de las diversas regiones de la República relacionando los varios fenómenos de la vida vegetal con los cambios atmosféricos a efecto de perfeccionar la Geografía Botánica, base indispensable para el buen éxito de muchas operaciones así agrícolas como fiscales y económicas. Será también asunto encomendado a la Primera Comisión Exploradora el estudio de los fenómenos Físicos Accidentales que puedan presentarse, a cuyo efecto los miembros de la Comisión harán excursiones a los lugares a donde sea necesario su presencia cada vez que así lo exija la naturaleza de sus empleo.

(46). Torres, José (1947). *El Observatorio Meteorológico Magnético Central de México*. México, MCAA. p. 8-9

Procederá usted, pues, a organizar todos los trabajos mencionados a la mayor brevedad posible.

LIBERTAD EN LA CONSTITUCIÓN

México, Febrero 17 de 1877

El S. de F. C. e I.

Vicente Riva Palacio (47)

Dentro de este decreto destacan además de lo referente a la creación del Observatorio Central, lo relacionado a la creación de la red meteorológica nacional, la formación del calendario botánico (este estudio se puede considerar como el inicio de los estudios bioclimáticos en México), los estudios agroclimáticos y de meteorología en general. Como se puede ver, la idea contenida en el decreto va más allá del simple establecimiento del Observatorio Central. Con el paso del tiempo, estos objetivos solo se cumplirían parcialmente.

El salón en que se instaló el Observatorio Meteorológico Central de México (sobre la azotea del Palacio Nacional), fue el salón que en la época del Imperio ocupó uno de los departamentos (posiblemente las Galerías) del Teatro del Emperador, sitio en el cual (como dato curioso se recuerda) se presentó en cierta ocasión el popular D. Juan Tenorio dirigido, en honor de Maximiliano y Carlota, por su propio autor D. José Zorilla. Posteriormente, el referido departamento, fue destinado a servir de alojamiento al Retén o Cuerpo de Guardia encargado de la vigilancia de las azoteas del Palacio Nacional y, por último, con algunas modificaciones, fue transformado en el salón de trabajo del Observatorio.

Las modificaciones y adaptaciones del local fueron encomendadas al Ing. Vicente E. Manero, Jefe de la Sección 1a. del Ministerio de Fomento, el cual desarrolló sus actividades, convirtiendo el ruinoso y desmantelado cuerpo de guardia, en el brevisimo espacio de 28 días. Los trabajos de observación e investigación científica comenzaron el 6 de marzo de 1877. En el centro del muro W del referido salón, en su lado interior, se fijó una placa de mármol de 0.60 X 0.90, con la leyenda siguiente:

"En 6 de marzo de 1877, siendo Presidente de la República el C. General de División Porfirio Díaz, se instaló este observatorio por iniciativa del C. Gral. Vicente Riva Palacio, Ministro de Fomento". (48).

(47). *Ibid.* p. 9-10

(48). *Ibid.* p. 12-13

Mariano Bárcena, primer Director del Observatorio Central, en uno de sus informes describe el primer sitio que tuvo el Observatorio de la siguiente forma:

Consiste de un salón con ventanas altas al norte y al sur con plataformas voladas, abrigadas por persianas pintadas de blanco, dentro de las cuales se encuentran los termómetros de máxima y mínima, los termómetros libres y los psicómetros, todos los cuales están perfectamente ventilados y libres de la irradiación de las azoteas circunvecinas. La altura (2 290 m) del observatorio le permite dominar la mayor parte de los edificios de la ciudad, gozando por consecuencia de una ventilación excelente que mantiene una temperatura en el interior del salón, igual a la del exterior en la sombra, según ha podido averiguarse; el aire que circula muy libremente, mueve los anemómetros y la veleta, el barómetro patrón está protegido de la irradiación y del calor directo por medio de una caja dentro de la cual está colocado. Los pluviómetros de diversas clases, así como los vasos de evaporación, se encuentran a distintas alturas. (49)

En este relato se aprecia que el local del Observatorio es muy semejante a nuestras actuales estaciones meteorológicas. Por otra parte, en sus primeros años de vida, el Observatorio realiza cuatro actividades principalmente:

1. Observación directa de los instrumentos meteorológicos, hora por hora, de día y de noche.
2. Cálculo y discusión de los datos obtenidos, para su arreglo y publicación.
3. Recolección de datos de las oficinas auxiliares, relativos a la Meteorología, la Higiene y la Agricultura.
4. Trabajos administrativos y relaciones con los corresponsales del país y del extranjero. (50)

(49). Bárcena, Mariano. op. cit. p. 15-16. Posteriormente, se comprobó que la altura correcta del observatorio era de 2 260 m. En lo que respecta al primer salón del Observatorio, conviene destacar que estuvo en Palacio Nacional hasta el año de 1916, año en que la Secretaría de Fomento ordena su traslado al edificio del Ex-Arzobispado de Tacubaya, actual sede del Observatorio Central (ver Torres, José. op. cit. p. 30-31)

(50). Bárcena, Mariano (1880). *Informe que el Director del Observatorio Meteorológico Central presenta a la Secretaría de Fomento*. México. Imprenta de Francisco Díaz de León. p. 31

Como se puede ver en el anterior párrafo, las tareas del Observatorio Central, no se limitaban solamente a la observación de los fenómenos del estado del tiempo, sino que por el contrario, desde su fundación las tareas de éste, estuvieron ligadas al avance de otras ciencias como: la Botánica, al correlacionar la información meteorológica con el calendario botánico del Valle de México; o los registros necrológicos o patológicos de la capital, con los cambios en el clima (este acontecimiento, constituye el antecedente inmediato de los estudios sistemáticos de la Geografía Médica en México). También, es importante destacar que la inauguración del Observatorio Central, ocurre sólo 5 años después de que se fundara en 1872, el *Weather Bureau* (Oficina Meteorológica) de los Estados Unidos (51). Dicha Oficina, constituyó el modelo a seguir para la organización de la red meteorológica en nuestro país.

Personal del Observatorio Central

Al recibir el señor Bárcena el oficio de la creación del Observatorio Central, procedió inmediatamente a presentar a la Secretaría de fomento las proposiciones necesarias para cubrir los nuevos empleos de Subdirector y Primero y Segundo Observadores, quedando integrado el personal de la manera siguiente:

Director	MARIANO BÁRCENA
Subdirector	VICENTE REYES
Primer Observador	MIGUEL PÉREZ
Segundo Observador	JOSÉ L. COLLAZO
Segundo Observador	JOSÉ ZENDEJAS

Al establecer el plan general de los trabajos para el Observatorio, se presentó la dificultad de que el personal era muy reducido e insuficiente, pues tan sólo para cubrir el servicio de observaciones horarias directas que se implantó, se necesitaba la cooperación de cuatro observadores para cada período de 24 horas. Para subsanar, en parte, este mal y con la autorización del Ministro de Fomento, Mariano Bárcena, nombró a cinco auxiliares que fueron: Francisco Toro, Rafael Aguilar y Santillán, Ángel Zamora, José Torres y Manuel Vega, este último con carácter de telegrafista para el servicio especial del Observatorio Central.

51. Gribbin, John. *op. cit.* p. 38

Entre los auxiliares se procuró nombrar a uno que fuera capaz de cubrir la plaza de telegrafista, pues estando tanto el Observatorio Meteorológico como la Oficina Central de los Telégrafos Federales, instalados en el interior del Palacio Nacional, fácil era unir con una pequeña línea las dos Oficinas para que, tan pronto como los mensajes de las estaciones foráneas fuesen recibidos en la central de Telégrafos, se reexpidieran inmediatamente al Observatorio sin tener que utilizar para ese servicio a los mensajeros encargados del reparto urbano. De esta manera se logró que diaramente, y a más tardar a las nueve de la mañana, el Observatorio pudiera comparar y discutir oportunamente los datos suministrados por las estaciones foráneas con los obtenidos en el Observatorio Central.

En el mes de noviembre de 1880, por diferencias de criterio en lo referente a la índole especial de los estudios emprendidos, se separó del Observatorio el Ing. Vicente Reyes, por renuncia que presentó a su cargo de Subdirector, siendo éste cubierto, por el Ing. Miguel Pérez, que desempeñaba el puesto de Primer Observador.

Con motivo de la muerte del General Ramón Corona, Gobernador del Estado de Jalisco, Mariano Bárcena fue nombrado Gobernador del Estado en 1889, y en febrero de 1890 fueron nombrados Director y Subdirector interinos, los Ing. Miguel Pérez y José Zendejas, puestos que sólo desempeñaron hasta el día 30 de noviembre del mismo año, pues en esa fecha volvió a encargarse de la Dirección del Observatorio Mariano Bárcena por haber renunciado al Gobierno de su Estado natal.

En el mes de octubre de 1896 falleció el Ing. Miguel Pérez, substituyéndolo en su cargo de Subdirector el Ing. José Zendejas y pasando a ocupar el puesto de Segundo Observador el Prof. Francisco Toro. (52)

El 10 de abril de 1899 falleció el Ing. Mariano Bárcena, después de haber permanecido 22 años al frente del Observatorio Meteorológico Central; con su muerte prácticamente se cierra un capítulo en la historia de la meteorología en México. En el mes de julio del mismo año fue nombrado Director del Observatorio el Ing. Manuel E. Pastrana, el cual acababa de terminar los trabajos relativos a la Comisión de Límites entre México y Guatemala. (53)

(52). Torres, José. *op. cit.* p. 14, 18 y 20

(53). González, Isabel. *op. cit.* p. 8-9

Los primeros Instrumentos meteorológicos del Observatorio Central

Cuando se inauguró el Observatorio, los primeros aparatos con que se principió a observar fueron los siguientes:

Barómetro de mercurio, sistema Fortín, con escala de latón no compensada, marca Greiner & Geissler. Berlin. División centesimal y vernier aproximado a centésimos.

Psicrómetro August, marca Negretti & Zambra, Londres. Núm. 409, formado por los termómetros ambiente núms. 13522 y 13523 (seco y húmedo), fijados sobre placas de vidrio blanco montadas sobre una armadura de madera de cedro; los bulbos se encontraban completamente libres y el termómetro húmedo estaba cubierto por una envoltura de muselina que se prolongaba hasta introducirse en un pequeño vaso lleno de agua colocado debajo; escalas centesimales que se extendían desde menos 20 hasta 60 grados.

Termómetro de máxima, marca Negretti & Zambra. Londres. Núm. 79847, escala centesimal desde menos 5 hasta más 70 grados, con estrangulación, consistente en una pequeña curvatura de tubo contigua al recipiente, y en la cual estaba inserta y fija con soplete una pequeña pieza de esmalte que, obrando como válvula, permitía al mercurio pasar al otro lado cuando obraba calor, pero que impedía retroceder cuando bajaba la temperatura. Permaneciendo así fija la columna mercurial hasta que el instrumento se movía para prepararlo a las siguientes observaciones. El conjunto estaba montado sobre una plancheta de vidrio blanco empotrado en una armadura de madera.

Termómetro de mínima, marca Negretti & Zambra. Londres, de alcohol incoloro, por capilar del tubo se deslizaba un índice que marcaba la temperatura mínima: la escala era centesimal y se extendía desde menos 60 hasta más de 35 grados, estaba grabada sobre el mismo tubo y éste se encontraba fijado a una plancheta de vidrio blanco empotrado en una armadura de madera.

Pluviómetro de observación directa, modelo Glaisher. Negretti & Zambra. Londres. Núm. 1049. Constaba de un cilindro de lámina de cobre de 30 centímetros de altura y 20 de diámetro. A su base superior se adaptaba un embudo cónico del propio radio, que vertía el agua en un receptáculo

colocado en el fondo del pluviómetro; la altura del agua recogida se apreciaba, lo mismo que la de la evaporación, por trasvasación del líquido a la probeta, reducción de una superficie a otra, y expresión de la capa de agua caída en milímetros de altura. El instrumento fue rectificado por el meteorologista James Glaisher, lo que se expresaba en el certificado correspondiente.

Pluviómetro núm. 1049 de Negretti & Zambra. El diámetro medio de la superficie receptora de este pluviómetro de 19.996 centímetros, y el volumen de agua, teniendo por base la propia área y centímetro de profundidad, pesa 313.6 grs. El líquido necesario para llenar la probeta hasta la línea de fe, pesa 313.6 grs. en consecuencia, todas las medidas efectuadas con el Udómetro son correctas.

Evaporómetros de artesa (Atmómetros), sin número, construcción nacional, 200 milímetros de abertura, dos modelos, uno de vidrio y otro de metal.

Anemómetro sistema Robinson, construido por Salleron. Paris (cuatro casquetés). Se componía de un eje vertical que sostenía cuatro brazos horizontales iguales, rectangulares entre sí, en cuyas extremidades había cuatro hemisferios huecos, de tal manera, que el círculo máximo en que terminaba cada uno de ellos, estaba siempre en un plano vertical, y la parte convexa de cualquiera de ellos estaba vuelta hacia la parte cóncava del siguiente. Estando estas aspas expuestas a la acción del aire, el viento chocaba siempre contra dos hemisferios cóncavos y otros dos convexos, y como su acción era más intensa sobre los primeros que sobre los segundos, se imprimía a todo el sistema un movimiento de rotación.

Anemoscopio. Velela común de indicación interior, estaba provista de una rosa de los vientos de un metro de diámetro, dividida en octavos de cuadrante, construcción nacional, bajo la dirección del Prof. Arturo S. Cárdenas.

A los anteriores aparatos meteorológicos se agregaba el Meteorógrafo, construido por el Padre Angelo Secchi, quien residía en la ciudad de Roma, este aparato fue el único instrumento registrador automático con que contó el Observatorio Central en el siglo pasado. El Meteorógrafo del P. Secchi registraba simultáneamente, en curvas que abarcaban períodos de 24 horas, en un caso y de 6 días en otro, los elementos siguientes: Presión barométrica, temperatura ambiente, temperaturas dadas por el psicrómetro (termómetros seco y húmedo), diferencia psicrométrica para determinar la humedad relativa por ciento, cantidades de lluvia en milímetros de altura, dirección de los vientos (cuatro rumbos, N. E. S. y W.) y velocidad de los mismos en kilómetros por hora.

Con la mencionada dotación de aparatos fue con la que se dio principio a los trabajos de observación, y la instalación de ellos fue de la manera siguiente:

El barómetro se instaló junto a la vidriera del lado norte del salón, en el piso bajo.

El psicrómetro y los termómetros de máxima y de mínima al abrigo, fueron colocados en el claro de una ventana del segundo piso, (con exposición al norte), que previamente se cubrió por su parte exterior con unos tableros de persianas fijas y por el interior con una puerta practicable, también de persianas.

El pluviómetro, el evaporómetro, el anemómetro y la veleta se colocaron sobre la azotea del salón, quedando las bocas del pluviómetro y del evaporómetro a 22 metros, los casquetes del anemómetro a 23 metros y la flecha de la veleta a 24 metros de altura sobre el nivel del piso de la banqueta del Palacio Nacional en su esquina NW. (54)

Con el paso del tiempo, a los instrumentos meteorológicos con que contaba el Observatorio Central en sus incicios, se le fueron agregando otros más. La lista completa de aparatos del Observatorio en los primeros años de este siglo, aparece en el capítulo II.

Actividades del Observatorio Central y las estaciones foráneas durante el siglo XIX

Antes de entrar en detalle sobre los trabajos meteorológicos que se hicieron en el Observatorio Central, en los últimos 23 años del siglo pasado, es importante mencionar que en los tres primeros años de vida de este, se sostuvo con recursos económicos que provenían de la Primera Comisión Geográfica Exploradora del Territorio Nacional, debido a que el estudio climatológico del país le estaba encomendado a esta Comisión, y por lo tanto necesitaba de un plantel que sirviera de centro a esa clase de investigación; posteriormente, en el año de 1880, al Observatorio se le asignó una partida especial del presupuesto Federal para su propio sostenimiento. (55).

(54). Torres, José. *op. cit.* p. 15-16 y 26-30

(55). Bárcena, Mariano (1882). *Memoria del Ministerio de Fomento. 1877-1882.* México, Secretaría de Fomento. Tomo 1. p. 189.

Una de las primeras tareas que se le encomendó al Observatorio Central, fue el estudio de la Climatología General de la República; por ese motivo, la Secretaría de Fomento dispuso que la Comisión Geográfica a la que pertenecía el Observatorio, no tuviera residencia fija, permaneciendo solamente en cada uno de los lugares designados por la Superioridad, cuando más dos años, y eso en el caso especial de que los fenómenos observados durante los primeros doce meses hubieran sido notoriamente anormales, siendo por esa causa preciso confirmarlos o desecharlos basándose para ello en una segunda serie de observaciones.

El primer punto que se escogió para comenzar estas series de observaciones fue la Ciudad de México, lugar en donde más tarde se establecería la Oficina Central. Después de la Ciudad de México, la Comisión se trasladaría sucesivamente a cada una de las capitales de los Estados (56). Este objetivo no se llegó a cumplir, debido a que como se mencionó anteriormente, el Observatorio Central después de permanecer tres años en dicha Comisión, se independizó de ésta, en el año de 1880.

Otra de las tareas asignadas al Observatorio Central, fue el estudio horario de los fenómenos del estado del tiempo, de hecho este trabajo, justificó ampliamente la importancia del Centro y dejó en un segundo plano las demás tareas del Observatorio. El origen del sistema de observaciones horarias, directas y personales fue el siguiente:

Al discutir los Sres. Bárcena, Reyes, Pérez, Collazo y Zendejas sobre las ventajas y desventajas de los sistemas adoptados en otros países como base de los estudios climatológicos, convinieron adoptar el plan propuesto por el Sr. Reyes, consistente en establecer un servicio de observaciones horarias que, como él mismo aseguraba, permitiría darse cuenta, siquiera de una manera aproximada, de la marcha diaria, mensual y anual de los principales elementos meteorológicos tales como la presión, temperatura, viento y lluvias; así fue como quedó definitivamente establecido el sistema de observaciones horarias directas en el Observatorio Central. Este sistema duró desde el día 6 de marzo de 1877 hasta el mes de febrero de 1913 en que debido a los trastornos políticos fue necesario modificar el plan general de los trabajos, pues estando establecido el Observatorio sobre las azoteas del Palacio Nacional, la permanencia de los observadores en dicho lugar, para el desempeño de las labores nocturnas, era un punto menos que imposible. Desde entonces se pensó en establecer un servicio que conforme a las circunstancias del momento, fuera más viable y se comenzó

(56). Torres, José. *op. cit.* p. 11-12

una nueva serie de observaciones diurnas que principiando a las 8 de la mañana terminaban a las 8 de la noche. Con los datos obtenidos de esta serie diurna, se continuó calculando los promedios diarios destinados a llenar los llamados registros de 24 horas (57) (en la actualidad estos registros encuadrados se conservan en el archivo del Observatorio Meteorológico de Tacubaya).

Con respecto a la instalación de otros observatorios en el país, es importante señalar que uno de los objetivos del Gobierno al fundar el Observatorio Central no había sido que se trabajara aisladamente, sino que fuera, como el nombre que se le dio lo indica, el centro de todos los trabajos meteorológicos del país. Por esa razón, poco después de su fundación Mariano Barcena presenta un proyecto al Ministerio de Fomento, para formar la primera red nacional de estaciones meteorológicas (ver anexo n° 1), el cual contemplaba poner en funcionamiento 10 estaciones en las costas del Golfo de México, 10 en las costas del Pacífico y 26 en las capitales de los estados; es decir contar en poco tiempo con un total de 46 observatorios en el país (58). Sin embargo, esta idea nunca se llevó a cabo, ya que para el año de 1879 sólo existían 21 estaciones, de las cuales 13 tenían registros de todos los días del año (ver cuadro n° 4) (59).

A estas primeras estaciones foráneas (es el nombre con que aparecen en los registros del siglo pasado) se les dotó de la franquicia postal y telegráfica, para que tanto en sus registros mensuales y la correspondencia relativa, como el resultado de sus observaciones diarias pudieran ser recibidas en el Observatorio Central, para que la información que generaban pudiera ser aprovechada en los estudios de la Climatología General de la República. (60)

Por otra parte, las estaciones foráneas establecieron las primeras series de observaciones a las 7, 14 y 21 horas, de conformidad con el folleto conteniendo las *instrucciones dadas por el Instituto Smithosiano de Washington para hacer las observaciones meteorológicas*, el cual les fue facilitado por la Secretaría de Fomento. (61).

(57). *Ibid.* p. 22-26

(58). Barcena, Mariano. *op. cit.* p. 229-232

(59). Reyes, Vicente (1880). *Resumen de las observaciones practicadas en varios lugares de la República durante el año de 1879*. México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. p. 171

(60). Torres, José. *op. cit.* p. 13-14

(61). *Ibid.* p. 36

Durante los primeros años de funcionamiento de las estaciones foráneas el Observatorio Central se convirtió en el principal proveedor de aparatos meteorológicos, ya que por ejemplo, entre los años de 1877 a 1879, esta Institución dotó a los observatorios de provincia de: 20 psicrómetros, 15 termómetros de máxima, 15 termómetros de mínima, 18 termómetros libres, 40 pluviómetros y 2 barómetros. Sobre este punto, también es importante destacar, que además de los aparatos que entregaba el Observatorio Central, los gobiernos de los estados y algunos particulares hicieron compras propias. Por otra parte, es también importante mencionar que con el establecimiento del Observatorio Central, la meteorología en el país logró avances significativos, ya que para el año de 1880, a solo tres años de inaugurada esta Institución, nuestra nación se encontraba a nivel mundial entre los 23 países que realizaban observaciones meteorológicas de forma periódica y sistemática (ver cuadro n° 5); por el número de estaciones, nuestro país se ubicaba en el séptimo lugar, es decir solo era superado por Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Alemania, Canadá y la India; en tanto que se situaba por arriba de otros países como: Italia, España, Rusia, etc. Otra prueba, de la importancia que alcanzó el Observatorio Central en el plano internacional, en sus primeros años de vida, lo constituye la correspondencia que mantenía con más de 200 observatorios de todo el mundo. (62)

Una de las preocupaciones constantes de Mariano Bárcena, fue la de ensanchar continuamente la red meteorológica del país; pero las limitaciones de presupuesto a las que se enfrentaba el Observatorio Central, hacían imposible que se pensara en pagar sueldos a los probables observadores. Con la finalidad de resolver el problema de la falta de presupuesto, a Mariano Barcena se le ocurrió la idea de convertir las oficinas telegráficas, en el eje central del desarrollo meteorológico nacional. A pesar de que en el año de 1882, Barcena destaca en uno de sus informes que existen 191 oficinas telegráficas (ver anexo n° 2), cuyos jefes colaboran en el estudio del estado del tiempo (63); la verdad es que la mayor parte de estas oficinas, carecían de los instrumentos más elementales, motivo por el cual, sus observaciones se limitaban a indicar si llovía o no, si estaba nublado o hacía calor; ejemplo de esta situación son los reportes del estado del tiempo que se publicaban en el Diario Oficial de la Federación, en donde menos de la tercera parte de las estaciones aportaban datos exactos.

A pesar de las limitaciones a las que se enfrentó la expansión de la red meteorológica, conviene mencionar que la temperatura y la precipitación fueron las variables, a las cuales se le dedicaron más atención; pero, en definitiva el mayor interés fue por el estudio de la lluvia y su periodicidad, pues la red pluviométrica se encontraba en 1880, mejor consolidada en comparación

(62). Bárcena, Mariano. *op. cit.* p. 229-232

(63). Bárcena, Mariano (1882). *Memoria de la Secretaría de Fomento. 1877-1882.* México, tomo 1. p. 189

Cuadro n° 4

ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN MÉXICO. AÑO DE 1879

Estación	Observador
Lagos, Jal.	Justino Frade
León, Gto.	Mariano Leal
Oaxaca, Oax.	Antonio Falcon
Pabellón, Ags.	Miguel Velázquez de León
Pátzcuaro, Mich.	Antonio Huacuja
Puebla (Colegio del Estado)	Begnino González
Puebla (Colegio Católico)	Pedro Spina
San Juan del Río, Qro.	Guadalupe Perusquia, Ángel M. Domínguez y Agustín Ruiz Olloqui
San Luis Potosí, S.L.P.	Gregorio Barroeta
Teziutlan, Pue.	Manuel López León
Tlacotalpan, Ver.	Manuel Cházaro
Tuxpan, Ver.	Juan Lafforet
Zacatecas, Ver.	José C. Castrelen

Fuente: Reyes, Vicente (1880). *Resumen de las observaciones practicadas en varios lugares de la República durante el año de 1879*. México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. p. 171

Cuadro n° 5

RED METEOROLÓGICA INTERNACIONAL. AÑO DE 1880

PAÍS y NÚMERO. DE ESTACIONES			
Argel	11 Est.	Noruega	4 Est.
Austria	12 Est.	Países Bajos	5 Est.
Bélgica	4 Est.	Portugal	5 Est.
Inglaterra	44 Est. y 7 subseries	Rusia	5 Est.
Costa Rica	2 Est.	España	6 Est. y 4 subseries
Dinamarca	6 Est.	Suecia	5 Est. y 1 subserie
Francia	35 Est. y 10 subseries	Suiza	2 Est.
Alemania	23 Est.	Turquía	3 Est. y 1 subserie
Grecia	1 Est.	Canadá	23 Est. y 1 subserie
India	19 Est.	Estados Unidos	153 Est. y 9 subseries
Italia y 1 subserie	15 Est.	Series navales de los Estados Unidos en diversos mares	35 est.
Japón	3 Est.	Series marítimas de los Estados Unidos en diversos mares	11 est.
México	16 Est.		
Marina Británica	12 Est.		
Marina Portuguesa	11 Est.		

Fuente: Barcena, Mariano (1880). *Informe que el Director del Observatorio Meteorológico Central presenta a la Secretaría de Fomento*. México, Imprenta de Francisco Díaz de León. p. 49-52

con el desarrollo que habían tenido las estaciones meteorológicas en general (ver anexo n° 3). Este hecho, se explica por la importancia que tenía para la Secretaría de Fomento, la periodicidad de la lluvia, al ser México en ese momento, un país eminentemente agrícola y en donde las sequías juegan un papel determinante en el bienestar de la población campesina, era obvio que el estudio de este fenómeno revistiera una gran importancia.

En relación con la difusión que se le dio a las tareas del Observatorio Central y los foráneos, es importante señalar, que apenas fundado el Observatorio, este comenzó la publicación de los registros diarios en el Boletín del Ministerio de Fomento, en donde se comenzaron aparecer dos cuadros con las observaciones horarias hechas por el Observatorio Central y las estaciones foráneas. Los datos comenzaron a publicarse el día 3 de julio de 1877 y dejaron de aparecer el 15 de julio de 1886. Posteriormente, en el año de 1888, se comienza a publicar el Boletín Mensual del Observatorio Central, publicación que se continúa editando hasta el presente siglo. Como su nombre lo indica, la frecuencia de este boletín es de carácter mensual, en él aparecen sólo los datos diarios de este Observatorio Central, pero desaparecen los datos diarios de las estaciones de provincia, en su lugar solo se publica un resumen mensual de estas estaciones. Sin embargo, el Diario Oficial de la Federación, continuaría con cierto retraso publicando los datos diarios de las estaciones de provincia desde el año de 1885 a 1900, año en que se dejan de publicar en definitiva estos registros diarios. La aparición del Boletín del Observatorio Central, fue de suma importancia porque se convirtió de entrada en la primera publicación especializada en meteorología del país; por otra parte, constituyó un foro abierto en donde se discutían los avances meteorológicos nacionales e internacionales.

Con respecto a la enseñanza de la meteorología, es importante mencionar que en las últimas décadas del siglo XIX, ésta se siguió impartiendo de manera semejante a la efectuada en la primera mitad de este siglo; es decir que estuvo ligada a los estudios de física de las escuelas preparatorias y de planteles de enseñanza superior como el Colegio de Minería o la Escuela de Agricultura. La diferencia más importante, entre estas dos épocas, es que los nuevos observatorios se vinculan a la enseñanza práctica de los fenómenos del estado del tiempo; por ejemplo, se tiene que en el año de 1883 el Ing. Miguel Pérez al ser nombrado preparador de la clase de física en la Escuela Nacional Preparatoria, de conformidad con el Director del Observatorio Central (Sr. Barcena) y el Ing. Manuel M. Contreras, profesor de Física en la mencionada Escuela, dispuso que

todos los alumnos cursantes de esa materia asistieran, por grupos, al Observatorio para hacer en él su práctica de observaciones meteorológicas. (64).

En el ámbito profesional, la Escuela de Agricultura o San Jacinto (65) es el plantel en donde mayor peso tuvo la enseñanza de la meteorología, ya que una revisión de los planes de estudio de esta escuela a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado (ver memorias de la Secretaría de Fomento y Secretaría de Justicia e Instrucción Pública, 1865-1900), permite constatar que fue el único lugar en donde existió la materia de meteorología (en ocasiones se llamó laboratorio de meteorología). Los conocimientos meteorológicos en la Escuela de San Jacinto, por lo general estuvieron ligados a la carrera de agricultor, equivalente en el pasado al de la carrera de ingeniero agrónomo. Por esa razón, desde sus inicios la escuela contó con uno de los mejores observatorios meteorológicos en el país.

Los trabajos meteorológicos en la última década del siglo XIX, se siguieron realizando de forma semejante a los efectuados en la década de los años 80s., el único acontecimiento importante de esos años, ocurrió poco antes de la muerte del Sr. Bárcena, cuando el Ing. Agustín Chavez, director de Telégrafos Federales, propuso a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, la creación de una serie de estaciones meteorológicas en todo el país, que estuvieran a cargo de los mismos telegrafistas, quienes deberían enviar diariamente el resultado de sus observaciones a la Dirección de Telégrafos, para que con esos datos hacer una carta del tiempo, la cual serviría para hacer estudios de prevención. Aceptada la proposición por la misma Secretaría, comenzó a publicarse la *Carta del Tiempo de los Telégrafos Federales*, en el año de 1898. El primer resultado que trajo consigo la construcción de estas cartas fue el poder hacer el pronóstico de los nortes en el Golfo de México. (66)

Al finalizar el siglo pasado, la red meteorológica en México varió muy poco en número de estaciones en comparación a la del año de 1879; no obstante, que en los diarios de la Federación aparecen más de 70 estaciones. Este número se debe a que mientras unas estaciones se establecían, otras dejaban de funcionar, por lo que su número no varió gran cosa; por ejemplo en el cuadro n°6, se puede apreciar que en el año de 1899, de los 37 observatorios (ver mapa núm. 2) que habían funcionado de forma más o menos continua, solo los de Guadalajara, Guanajuato, León, México, Mazatlán, Oaxaca,

(64). Torres, José. *op. cit.* p. 19

(65). La Escuela de Agricultura se encontraba ubicada en los terrenos que ocuparía posteriormente el Colegio Militar.

(66). González, Isabel. *op. cit.* p. 8-9

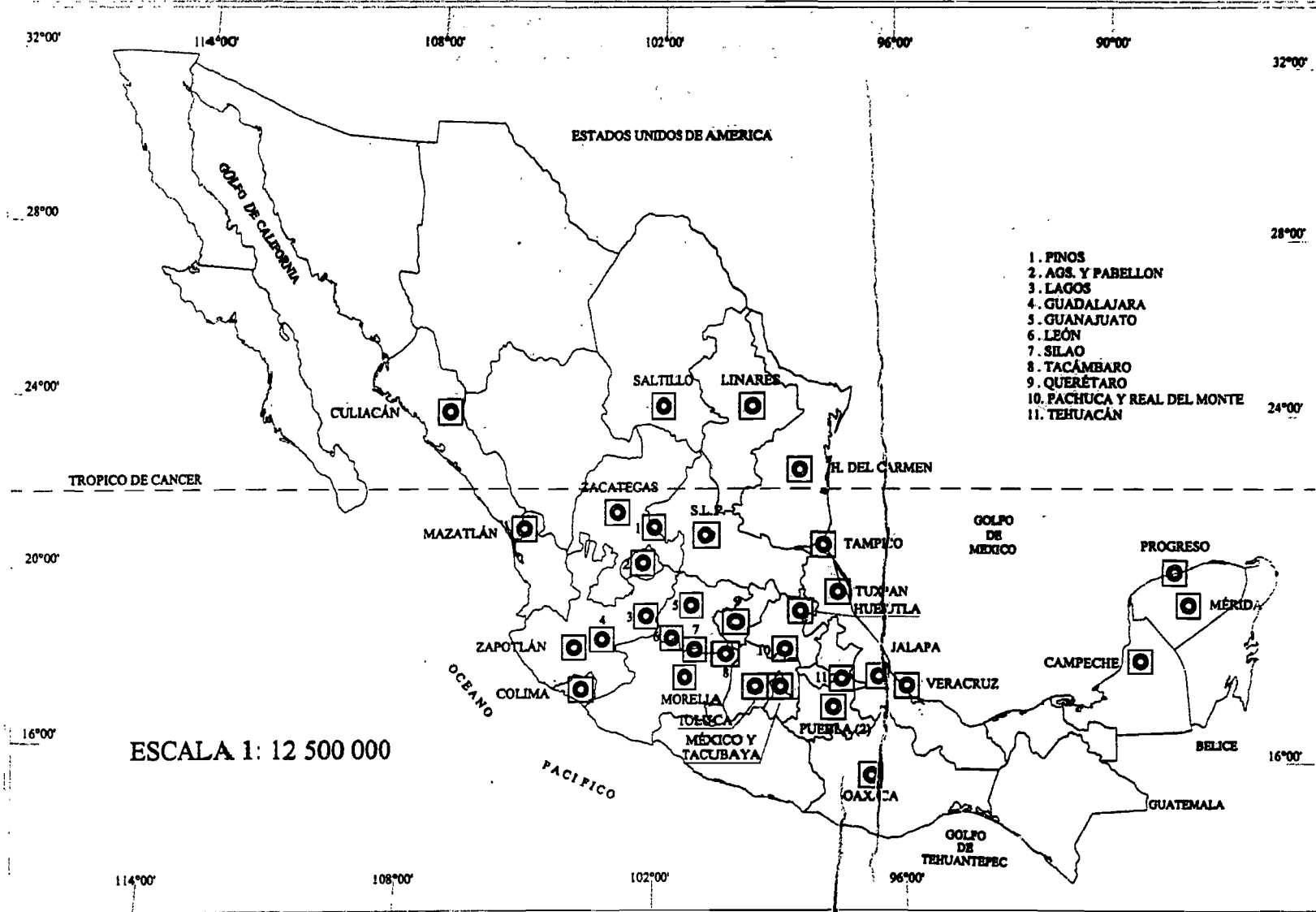
Cuadro nº 6

ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN MÉXICO. AÑO DE 1899

Estación	Nombre del observador
Aguascalientes	F. Díaz Valadés
Campeche	L. V. Alvarez
Carmen, hacienda del	Francisco Benitez y Leal
Colima	J. M. Arreola
Culiacán	R. L. Paliza
Guadalajara	A. V.. Pascal
Guanajuato	J. N. Contreras
Huejutla	Manuel T. Andrade
Jalapa	M. R. Gutiérrez
Lagos	A. M. Campo
León	Mariano Leal
Linar	Martín Stecker
Mazatlán	Natividad González
Mérida	F.G. Mendicuti
Morelia	L. R. Pérez
Oaxaca	Agustín Domínguez
Pabellón	J. Velázquez de León
Pachuca	O. Andrade
Pinos	J. M. Aguilar
Progreso	J. D. G. Robert
Puebla (Colegio del Estado)	Benigno González
Puebla (Colegio Católico)	P. Espina
Querétaro	J. B. Alcocer
Real del Monte	?
San Luis Potosí	G. Barroeta
Saltillo	G. Heredia
Silao	V. Fernández
Tacámbaro	P. Borbón
Tacubaya	M. Moreno
Tampico	Antonio Matiezo
Toluca	Silviano Enríquez
Trejo, hacienda de	José C. Arellano
Tehuacán	M. Velázquez C.
Tuxpan	Juan Lafforet
Veracruz	J. Rossell
Zacatecas	J. A. y Bonill
Zapotlán	S. Castellanos

Fuente: *Memoria de la Secretaría de Fomento. Año de 1896*. México. Tip. de la Secretaría de Fomento. Rómulo Escobar (1903). *Las lluvias en México*. México, Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate.

MAPA N°2 OBSERVATORIOS METEOROLOGICOS EN LA REPUBLICA MEXICANA, AÑO DE 1899



1. PINOS
2. AGS. Y PABELLON
3. LAGOS
4. GUADALAJARA
5. GUANAJUATO
6. LEÓN
7. SILAO
8. TACÁMBARO
9. QUERÉTARO
10. PACHUCA Y REAL DEL MONTE
11. TEHUACÁN

ESCALA 1: 12 500 000

Pabellón, Puebla (dos observatorios), Querétaro, San Luis Potosí, Saltillo, Tacubaya, Tuxpan y Zacatecas, lo habían hecho por más de diez años. Todos estos observatorios eran sostenidos por los gobiernos de los estados y particulares, únicamente el Observatorio Central y el de Mazatlán, eran sostenidos por el Gobierno Federal.

Al ser nombrado el Ing. Manuel E. Pastrana, nuevo Director del Observatorio Central, después del fallecimiento de Mariano Barcena en el año de 1899; tuvo como preocupación principal la de ensanchar a toda costa la red meteorológica del país; como siempre la principal dificultad consistía en la falta de dinero, pues para establecer sobre poco más o menos cien estaciones repartidas en todo el país, el gasto de adquisición de instrumentos, sumado a los de instalación y sostenimiento de ellas, importaba una cantidad superior a la que Federación podría suministrar. En este estado las cosas, el Ing. Pastrana pensó en dividir el naciente Servicio Meteorológico en secciones parciales, evitando así los fuertes gastos que, de otra manera, tendría que hacer la Federación, para ello organizó de la siguiente forma las estaciones meteorológicas:

1 Observatorio Meteorológico Central, Centro y Dirección General del Servicio Meteorológico Mexicano, con residencia en la Ciudad de México.

27 Secciones meteorológicas, integradas cada una de ellas por un Observatorio, centro parcial de la Sección, y en cada caso, según los elementos disponibles, un determinado número de estaciones Meteorológicas y Termopluviométricas. Estas 27 Secciones quedarían repartidas en 27 Estados.

3 secciones meteorológicas que, en las mismas condiciones que las anteriores, quedarían repartidas en los territorios de Baja California, Tepic y Quintana Roo. (67)

Posteriormente, en los primeros años de este siglo, el Observatorio Meteorológico Nacional, clasificaba a las oficinas que integraban la red meteorológica en: *Observatorios Meteorológicos, Estaciones Meteorológicas de primera y de segunda clase, y Estaciones Termopluviométricas Especiales y de primera y segunda clase.*

Las estaciones termopluviométricas eran las oficinas que tenían por objeto principal la observación de la temperatura y de la lluvia. De éstas, las de segunda

(67). Torres, José. *op. cit.* p. 48

clase no comunicaban sus datos por telégrafo, y sus instrumentos indispensables de observación eran el pluviómetro y el termómetrografo de Bellani. En ellas se observaban cada 24 horas, a las 6 h. 23 m. a.m. de tiempo de México, las temperaturas, al abrigo, máxima y mínima diurnas o del intervalo anterior de 24 horas; la lluvia y el aspecto a simple vista del día en el mismo intervalo, y además los fenómenos diversos y accidentales, los fenómenos periódicos de la agricultura, el paso de aves migrantes, la aparición de insectos y en general todos los fenómenos que se creían que tenían alguna relación con los cambios atmosféricos. Las de primera tenían una veleta común además del termómetrografo y del pluviómetro, hacían dos observaciones al día, una a las 6 h. 23 m. a.m. y otra a las 6 h. 23 m. p.m. de tiempo de México, y las comunicaban por telégrafo y en clave a la Oficina Central de la cual dependían, para que ella a su vez las transmitieran en un solo telegrama al Observatorio Central de México. En estas estaciones se observaba la dirección del viento y su fuerza, calculando por la escala terrestre: las temperaturas, al abrigo, máxima y mínima del día y de la noche, el estado del cielo y del tiempo en ese momento de la observación y durante las 12 horas anteriores, la lluvia caída en el mismo intervalo, y se anotaban todos los fenómenos que ocurrían como en las de segunda clase.

Las estaciones termopluviométricas especiales eran las que hacían más de dos observaciones diariamente, simultáneas entre ellas, pero no con las que se ejecutaban en todo el Servicio Meteorológico del país, y las comunicaban por telégrafo a su Oficina Central, y cuyo objeto era el de suministrar datos para las previsiones locales. Estas estaciones tenían un psicrómetro al abrigo además de los instrumentos de las de primera clase, y comunicaban los mismos datos que ellas y además los necesarios para que se conociera la tensión del vapor de agua atmosférico y la humedad relativa del aire.

Las Estaciones Meteorológicas eran las que hacían todas las observaciones indispensables para conocer los valores de los principales elementos meteorológicos, y en las cuales los termómetros sólo se observaban al abrigo. En las de segunda se hacían observaciones solamente dos veces al día a las horas de las observaciones simultáneas, 6 h. 23 m. a.m. y p.m. de México, y comunicaban esta información por telégrafo al Observatorio Meteorológico Central de México y a la Oficina Central de la cual dependían. Sus instrumentos de observación eran un barómetro de mercurio o en su defecto un aneróide, un psicrómetro, un termómetrografo de Bellani, un pluviómetro y una veleta; pudiendo tener también un anemómetro; pero esto no era indispensable. Las de primera clase debían tener los siguientes instrumentos: un barómetro de Renou, de cubeta ancha y escala compensada, un psicrómetro; un termómetro de máxima de estrangulación de Negretti, un termómetro de mínima de sistema Rutherford; una veleta de indicación interior; un anemómetro de Salmoiraghi; un anemómetro veleta registrador; un heliógrafo de Cambell; un nefómetro; un nefoscopio de Marie Davy y un pluviómetro.

En estas estaciones se hacían, además de las observaciones simultáneas a las 6 h. 23 m. am. y p.m. de tiempo de México, otras a las 7, 14 y 21 horas de tiempo local.

En los observatorios, además de ejecutar todas las observaciones que se practicaban en las estaciones Meteorológicas de primera clase, se observaban el psicrómetro y los termómetros de máxima y mínima a la intemperie, ya que en todas las otras estaciones se observaban solamente al abrigo; la evaporación a la sombra y a la intemperie; el ozono; la temperatura del suelo, y la del agua en la superficie cuando se localizaban a la orilla del mar o de algún lago o río; y en ellas o en dependencias directas suyas se hacían observaciones sobre la electricidad atmosférica y sobre el magnetismo terrestre (68).

Esta forma de clasificación de las oficinas que integraban el Servicio Meteorológico en el país se continuó utilizando, por lo menos hasta los últimos años del *Porfiriato*.

1.4 Los estudios meteorológicos y climatológicos al finalizar el siglo XIX.

Con la información acumulada de los registros meteorológicos del Observatorio Central y las estaciones del interior de la República Mexicana, en los últimos años del siglo pasado y los primeros años de este siglo, se llevaron a cabo los primeros estudios referentes a la meteorología y climatología del país. Estos trabajos por lo general, los escribieron el propio personal del Observatorio Central, debido a que fueron los científicos que por la propia naturaleza de su trabajo, podían disponer ampliamente de la información que se generaba en ese momento. Las obras que escribieron estos hombres de ciencia permite darnos una idea del desarrollo que habían alcanzado estas dos ciencias en ese tiempo. A continuación se presentan las obras que escribió el personal adscrito a este Observatorio Central

(68). Pastrana, Manuel (1906). *Informe presentado a la Secretaría de Fomento por el Director del Observatorio Meteorológico Central de México y del Servicio Meteorológico del país*. México. Boletín Mensual del Observatorio Central. Mes de febrero. p. 164

Aguilar y Santillan Rafael

-Apuntes relativos a algunos Observatorios e Instituciones Meteorológicas de Europa visitados por...

-Ligeros apuntes para el estudio de las lluvias en México

-Memoria acerca de la naturaleza, propiedades, producción y usos del ozono

-Resumen de las observaciones meteorológicas practicadas en varias localidades de la República Mexicana, durante los años de 1883, 1884 y 1885.

Bárcena Mariano

- El clima de la ciudad de Guadalajara

-Estudios de Meteorología Comparada por... y Miguel Pérez

-Informe que el Director del Observatorio Meteorológico Central presenta a la Secretaría de Fomento (1878 y 1879)

-Informe presentado por el Director del Observatorio Meteorológico Central (1877-1882)

- Informe que el Director del Observatorio Meteorológico Central rinde al Secretario de Fomento (1º de enero de 1883 a 30 de junio de 1885).

-Meteorología. Consideraciones Generales

-Mexican contributions to the Bulletin of International Meteorological observations taken simultaneously in Feb., March, April & May 1878 furnished by the cooperation of... V. Reyes & M. Pérez, Engineers in charge of the Central Meteorological Observatory and the respective observers

-Breves instrucciones meteorológicas para uso de los telegrafistas y agricultores

-Pluviometría. Datos para el estudio de las lluvias en el Valle de México

-Los Horizontes Meteorológicos

- La Meteorología aplicada a la Agricultura

-La meteorología Urbana y la Rural

-Calendario Botánico del Valle de México

-La Meteorología y el Campesino

Collazo José L.

-Método Ozonométrico

Pérez Miguel

-Datos para el estudio de los huracanes del Golfo de México

-El Barómetro aneroide

- Revistas meteorológicas, abril de 1880

-Tránsito de Venus por el disco del Sol. observaciones magnéticas. León. Gto.

Puga Guillermo B.

-Resumen meteorológico de la Ciudad de México, correspondiente al año de 1882

-Resumen general de las observaciones meteorológicas del año de 1883

Reyes Vicente

-Resumen de las observaciones practicadas en varios lugares de la República durante el año de 1879

-El régimen de los vientos en la ciudad de México y sus relaciones con la higiene

-Estudio atmométrico

- Estudio meteorológico sobre la ciudad de Cuemavaca**
- Instrucciones especiales para hacer las observaciones internacionales simultáneas**
- La ley de la periodicidad de las lluvias en el Valle de México**
- La Luna y la Meteorología**
- La tempestad de los días 7 y 8 de abril de 1878**
- Memoria sobre el departamento Magnético del Observatorio Meteorológico Central de México.**
- Observatorio Meteorológico Central de México. Resumen general. 1878 y 1879**
- Resultados de las observaciones magnéticas hechas en México por los Ings.....y J. Collazo**
- Tabla para reducir a cero grados la presión barométrica en el Valle de México, calculada por...y Miguel Pérez, Miembros de la Comisión encargada del Observatorio Meteorológico Central**

Zamora Ángel

- Reglas breves para calcular rápidamente las alturas por medio del barómetro**
- Tablas Psycrométricas**

Zendejas José

- Tablas Psycrométricas calculadas para la altura de la Ciudad de México**

En lo que se refiere a los trabajos que publicaron los observadores del interior del país se tiene entre otras obras, las siguientes:

José Agustín Domínguez quien publica las *Memorias que presenta el encargado del Observatorio Meteorológico del Estado de Oaxaca*; Rómulo Escobar *Las lluvias en México*; Mariano Leal *EL clima y régimen pluviométrico de León deducido de 29 años de observaciones*.

Después de conocer el desarrollo de la meteorología y la climatología durante el siglo XIX, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

Los avances científicos del siglo pasado, determinan el actual desarrollo de la meteorología y la climatología como ciencias en nuestro país.

Como se mencionó al principio, la historia de la meteorología en México durante el siglo XIX, comprende tres etapas: *los precursores, los colegios y los primeros observatorios, y la institucionalización de la meteorología y climatología*.

La etapa de los precursores, abarca los primeros 40 años del siglo pasado, dicho periodo se caracteriza, por las observaciones realizadas por un pequeño grupo de científicos nacionales y extranjeros. Esta actividad fue secundaria dentro de su trabajo; desafortunadamente, los datos de esas observaciones se perdieron con el tiempo y solamente se conocen por referencias bibliográficas. La única excepción, lo constituyen los datos publicados en el periódico *El Sol*, durante los años de 1824 a 1828, estos registros se conservan actualmente en la Hemeroteca Nacional y en la Biblioteca Mariano Barcena, perteneciente al actual Observatorio Meteorológico Central.

La segunda etapa, comprende los años de 1840 a 1876, en dicho periodo los conocimientos meteorológicos se vinculan a la enseñanza de la física. La medición de los fenómenos del estado del tiempo, obliga a que diversos colegios de la capital y de provincia establezcan observatorios de forma permanente. Los registros de algunos de estos observatorios, se conocen porque fueron publicados en el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.

La fundación del Observatorio Meteorológico Central el día 6 de marzo de 1877, marca el inicio de la institucionalización de la meteorología en México. Dicha institucionalización, se caracteriza por la intervención que tiene el gobierno dentro de esta ciencia, debido a que entre otras cosas, la meteorología como tal, adquiere un proyecto y una utilidad propia, dejando así, de constituir un mero apartado de la enseñanza de la Física, este hecho se refleja en el establecimiento de un lugar y personal, dedicados exclusivamente al estudio de la meteorología en principio, y casi al mismo tiempo, de la climatología. Es importante señalar que con la fundación del Observatorio Central, no existe una clara separación entre lo que son estudios de meteorología y los de climatología.

La importancia que se le da al estudio de la meteorología y la climatología, con la institucionalización de estas dos ciencias, se debe a la necesidad que tiene el gobierno porfirista de reactivar la agricultura en México; por esa razón, no es raro que dentro del proyecto de los *Científicos*, estas dos ciencias fueran de un interés especial. Aunado a esta situación, el nombramiento del Director del Observatorio Central, esta marcado por la pertenencia al grupo gobernante, ya que por ejemplo con la muerte de Mariano Bárcena, se elige como nuevo director, a una persona ajena al Observatorio Central.

La climatología aplicada, con una base científica, aparece casi al mismo tiempo que se lleva a cabo la institucionalización de la meteorología. Los estudios de climatología aplicada, se ligan a tres aspectos principales: la correlación de los registros meteorológicos con la flora del lugar, ejemplo de este caso, lo constituye la publicación del *Calendario Botánico del Valle de México* (nace propiamente la bioclimatología); la vinculación de los datos del estado del tiempo, con los registros patológicos (nacimiento de la Geografía Médica); finalmente, dentro del trabajo meteorológico se trato de descubrir, la relación del crecimiento de los cultivos, con la temperatura y la precipitación (nace la agroclimatología), esta última tarea, fue a la que se le dio mayor importancia.

Los registros meteorológicos del siglo pasado, a medida que se fueron acumulando, permitieron hacer las primeras monografías del clima en diferentes regiones, principalmente de la capital. Desafortunadamente, el movimiento armado de *Revolución de 1910*, hizo que gran parte de estos estudios se olvidaran. Esta hipótesis, se puede constatar, con lo que se publicó en el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate, Boletín de Minería y Agricultura, y el Boletín del Observatorio Meteorológico Central, entre la época porfirista y la posterior a la Revolución.

Otro hecho importante, dentro de la meteorología del país, lo constituye la adopción de husos horarios uniformes para la tarea de observación, esto se lleva a cabo con la fundación del Observatorio Central.

Por último, es conveniente destacar la importancia que tuvieron en el siglo XIX, los egresados del Colegio de Minería, debido a que fueron los principales profesionistas que le permitieron tanto a la meteorología, como a la climatología, alcanzar la madurez como ciencias, con campo y método de estudio propio. Dentro de este contexto, destacan los ingenieros geógrafos y la Comisión Geográfica Exploradora, instancia que liga el estudio del clima, dentro del campo de la Geografía Física

CAP. II RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DEL SIGLO XIX

Para comprender el comportamiento y tendencias del clima del país en el siglo XIX, es necesario conocer en primer término de qué información se dispone, para posteriormente saber hasta que punto, los datos nos permiten realizar un análisis del clima. Con el propósito de alcanzar este objetivo, el presente capítulo contempla dos aspectos; el primero, se relaciona con un recuento histórico sobre la fundación, funcionamiento y aparatos utilizados en los observatorios meteorológicos que funcionaron durante el siglo pasado, la finalidad de este tema es la de conocer las circunstancias e instrumentos utilizados por los observatorios que funcionaron en las últimas décadas del siglo pasado; en segundo lugar, se ha realizado un rescate de series referentes a los promedios anuales de temperatura y precipitación, dicha recopilación se ha hecho a partir de los datos que aparecen en diversas publicaciones del siglo XIX y los primeros años del presente siglo, debido al espacio que ocupa se considero conveniente incluirlo como un apartado al final de la tesis (ver apéndice número uno), asimismo, a partir de los datos recopilados previamente se ha realizado un análisis del comportamiento de la lluvia y temperatura. El objetivo de esta segunda actividad, fue la de conocer el comportamiento de estas dos variables del clima, en 34 lugares distintos de la República Mexicana, principalmente del periodo 1877-1901. A pesar de que la información meteorológica, no permite tener un panorama completo del clima del país en ese siglo, sirve de base para los análisis que se realizan en los capítulos que le siguen.

2.1 LA RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL SIGLO XIX (1)

Al finalizar el siglo XIX, la red meteorológica de México llegó a contar con un total de 73 estaciones localizadas principalmente en las ciudades más pobladas del país (ver cuadro nº 1), pero de éstas sólo 34 funcionaron de forma regular (ver mapa núm. 3). Esta situación se debió, a que los observatorios se sostenían en gran medida con los recursos económicos provenientes de particulares, colegios, seminarios, entre otros, y sólo los observatorios de México, Tacubaya y Mazatlán dependían directamente del Gobierno Federal. La forma en que se establecieron estas estaciones meteorológicas es la siguiente:

(1). Los datos sobre los observatorios se tomaron de la obra de: Pastrana, Manuel (1906) *"El Servicio Meteorológico la República Mexicana"*. México. Secretaria de Fomento

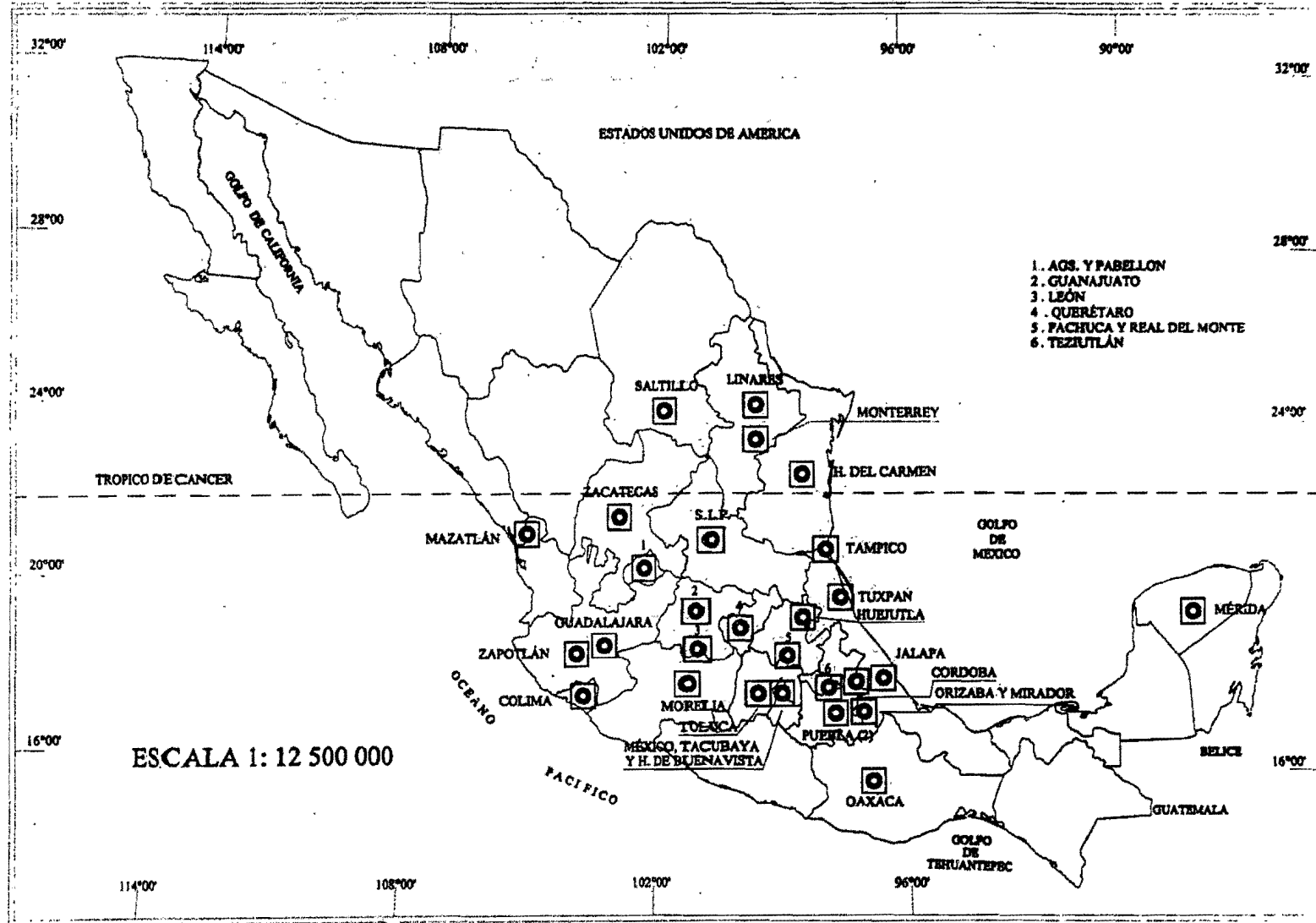
Cuadro nº 1

NÚMERO DE REGISTROS POR ESTACIÓN AÑO

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	1878	1879	1880	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	TOTAL
1 ACAPULCO				30										5	8	2				45
2 AGUASCALIENTES	127	195	5	1	72	27	9	15	2	68	27			34	8	8	41	4	65	780
3 APIZACO	47													1						48
4 CAMPECHE												7	6	7	9	9			8	46
5 CORDOBA		1																		1
6 CUERNAVACA	95	7		1																103
7 CULIACAN						164			49	125	164	103	119	60	30	65		65	47	991
8 CHAPULTEPEC	101	110																		211
9 GUADALAJARA	165	136		3	189	66	6	70	28	2	66	146	162	170	190	226	113	168	139	2045
10 GUANAJUATO	41		109	4	228	121	61	60	86	106	121	59	149	208	213	224	127	248	261	2426
11 HDA. DE PABELLON	157	311	157		1	3		2	17	20	3	3	6	6	2	1				689
12 HUEJUTLA				16	158	43	42	17	19	7	43	4								349
13 JALAPA	9											14	119	161	187	179	111	144	45	969
14 LAGOS DE MORENO	141	224	55											7	165	75				669
15 LAMPAZOS									11	51										62
16 LEON	170	324	291	16	247	245	216	277	215	204	245	192	220	209	224	210	121	243	281	4150
17 MANZANILLO									1											1
18 MATAMOROS				13	122															135
19 MAZATLAN		96	26	3	191	197	50	48	95	207	197	146	228	211	228	188	123	226	238	2698
20 MEXICO (O. CENTRAL)	189	358	350																	897
21 MONTERREY				4		5											99	146	138	392
22 MORELIA	138	135	123			144					144	163	208	207	233	237	134	197	223	2286
23 OAXACA	161	295	281	73	218	213	117	170	145	183	213	156	189	152	129	150	94	41		2980
24 ORIZABA	134	255																		389
25 MERIDA													24	58	54	109	75	97	199	616
26 OZULUAMA							13												1	14
27 PACHUCA						59			50	114	59	15	25	82	185	186	101	186	238	1300
28 PATZCUARO	113	128	70																	311
29 PINOS						3			8	63	3									77
30 PROGRESO						13			4	28	13	35	33	51	43	65	13			298
31 PUEBLA (C. DEL EST.)	174	302	289	121	220	160	1			86	160	136	197	182		116	110	190	175	2619
32 PUEBLA (C. CATOLICO)	152	332	286										15		188	49	36	39	101	1198
33 QUERETARO	158	303	257	86	128							23	34	177	167	180	121	244	260	2138
34 RINCON DE RAMOS				1	90	4	10	35	13	3	4	2	3	2						167
35 SALTILLO						124				71	124	44	179	182	237	219	95	264	263	1802
36 SAN JUAN DEL RIO	162	284	112	1													1			560

	34																			34
38 SAN LUIS POTOSI	175	320	272	40	71	68	91	52	63	74	68	2	7	45	206	211	134	211	168	2278
39 SILAO	18													68	57	138	82	149	93	605
40 TACAMBARO						48				49	46	5	10	18	29	60	20	5	47	335
41 TACUBAYA	76																			76
42 TAMPICO						181		61	68	105	181	135	196	108	113	92	81	148	59	1528
43 TEPEJI DEL RIO																				0
44 TLACOTALPAN	154	301	189																	644
45 TOLUCA	2		139			45					45	11	13	96	155	26	127	252	274	1185
46 TUXPAN		1		23	182	183	45	81	87	85	183	109	30		3	13	66	144		1235
47 VERACRUZ	175	245	230	69	212	162	87	144	130	162	162	84	43	22	40	50	5			2022
48 ZACATECAS	174	290	238		106	51	83	74	33	58	51	102	219	226	235	216	141	158	194	2627
49 CHILPANCIINGO				7																7
50 ZAPOTLAN												107	179	163	151	185	118	173	219	1295
51 ACAMBARO													75		2					77
52 ORIZABA	46												3							49
53 ALVARADO															8	177				185
54 COLIMA															168	194	110	133	168	773
55 ENSENADA															1					1
56 GUAYMAS															1	1	15			17
57 LAGUNA DEL CARMEN															5	19		41	83	148
58 MARAVATIO															112	7				119
59 SAN BLAS														5						5
60 TEHUACAN														13			1			14
61 DURANGO																81	55	214	171	521
62 FRONTERA															7	8				15
63 GUADALAJARA (BELEN)																51	3			54
64 LINARES																32	84	241	247	604
65 MAZATLAN (2)																8				8
66 TUXTLA																10	12		21	43
67 VERACRUZ (2)																6				6
68 ZACOALCO																1				1
69 MEXICO (E. DE ING.)			132																	132
70 MAGDALENA																	12			12
71 CHIHUAHUA																			2	2
72 DURANGO																			1	1
TOTAL	3288	4953	3609	512	2436	2322	816	1106	1124	1871	2322	1804	2691	2931	3790	4090	2583	4372	4428	51048

Fuente: Boletín del Ministerio de Fomento años de 1878-1880 y Diario Oficial de la Federación años de 1885-1900



OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL

El 8 de febrero de 1877, por iniciativa del General Vicente Riva Palacio, que era entonces Ministro de Fomento, y siendo Presidente de la República el General Porfirio Díaz, se dio el Decreto de creación de un Observatorio Meteorológico y Magnético que se inauguró el 6 de marzo de ese mismo año, en la parte alta del Palacio Nacional, en el local de un antiguo cuerpo de guardia desmantelado y ruinoso que en pocos días se transformó, convirtiéndose en el departamento del Observatorio provisto de los instrumentos necesarios para hacer las observaciones más precisas.

Durante tres años el Observatorio estuvo servido por la Primera Comisión Geográfico Exploradora del Territorio Nacional, subsistiendo de los recursos de dicha Comisión en atención a que la base de los estudios climatológicos del país que a ella estaban entonces encomendados debía ser el establecimiento de un plantel que sirviera de centro para esta clase de estudios; y no fue sino hasta el año de 1880 que se decretó para él una partida especial en el Presupuesto de Egresos, quedando el personal de la Oficina formado por un director, un primer observador con el grado de subdirector, un segundo observador y dos auxiliares, siendo nombrados para desempeñar esos empleos los Sres. Mariano Bárcena para director, Vicente Reyes para subdirector y primer observador, Miguel Pérez para segundo observador y José Collazo y José Zendejas para auxiliares.

En noviembre de 1880 se separó Vicente Reyes, sustituyéndolo como Subdirector Miguel Pérez y a este como Segundo Observador José Zendejas.

Con motivo de haber sido electo Gobernador del Estado de Jalisco en 1889 el Sr. Bárcena, en febrero de 1890 fueron nombrados director y subdirector interinos Miguel Pérez y José Zendejas, pero sólo desempeñaron estos puestos hasta Noviembre de 1890, en que el Sr. Bárcena volvió a encargarse de la Dirección del Observatorio por haber renunciado al Gobierno de Jalisco.

En octubre de 1896 falleció Miguel Pérez y fue nombrado al cargo de subdirector José Zendejas, ocupando el puesto de segundo Observador Francisco Toro.

Por último, con motivo del fallecimiento de Mariano Bárcena, acaecido en abril de 1899, fue nombrado en julio del mismo año Director del Observatorio el Ingeniero Manuel E. Pastrana. Con la muerte del Sr. Bárcena prácticamente concluye la primera etapa de la Institucionalización de la Meteorología en México.

En esta primera etapa de la Institucionalización de la meteorología en México, los instrumentos con los cuales se realizaban las mediciones diarias de los elementos del estado del tiempo, eran los siguientes:

1 barómetro patrón de Negretti y Zambra

2. barómetros comparadores del sistema Renou, de cubeta ancha y escala compensada, construidos por Tonnelot para alturas desde el nivel del mar hasta 3 000 metros

2 barómetros de montaña del sistema Fortín

Termómetros patrones divididos en quintos de grado sobre la varilla.

Termómetros de máxima de estrangulación de Negretti para observarlos á la sombra y á la intemperie

Termómetros de mínima del sistema Rutherford para observarlos al abrigo y á la intemperie.

Psicrómetros de Agust para el mismo objeto.

1 polímetro de Lambrecht.

1 geotermómetro para 85 centímetros de profundidad.

1 pluviómetro de 226 milímetros de abertura.

1 veleta de indicación interior.

1 anemómetro del Doctor Robinson.

1 heliógrafo.

1 nefoscopio simple de Marie Davy.

1 nefoscopio por refracción

2 teodolitos para medir las alturas de las nubes.

1 actinómetro de Arango.

2 cronómetros

1 nefómetro.

2 evaporómetros de artesa modificados, uno para las observaciones a la sombra y otro para las de la intemperie

OBSERVATORIO DE MAZATLÁN

Este Observatorio, por su antigüedad y por su posición en la costa del Pacífico, se considera el segundo en importancia dentro de la red meteorológica del siglo pasado.

Fue fundado por el Gobierno Federal por iniciativa del General Vicente Riva Palacio, que era entonces Ministro de Fomento; se comenzó a construir en 1877 colocándose la primera piedra del edificio el 2 de abril en el vértice del cerro del Vigía, y terminándose en marzo de 1879.

Los instrumentos se pidieron a los Estados Unidos, y se designó al ingeniero Fiacro Quijano, encargado en esa época del camino de Mazatlán a Durango, para hacer su instalación y comenzar las observaciones.

La entrega del edificio, instrumentos y útiles, se hizo el 14 de mayo de 1879, y el 15 se comenzaron a ejecutar las observaciones meteorológicas.

Tuvo los siguientes directores:

Ingeniero Fiacro Quijano: desde mayo de 1879 hasta marzo de 1884.

Ingeniero Lucio I. Gutiérrez: de marzo a agosto de 1884.

Ingeniero Federico G. Widner: de septiembre a diciembre de 1884.

Ingeniero Cayetano Camiña: de diciembre de 1884 a mayo de 1887.

Ingeniero León P. Acosta: de junio de 1887 a diciembre de 1889.

Ingeniero Natividad González: desde marzo de 1890 hasta 1900.

Los instrumentos meteorológicos con que se iniciaron los trabajos fueron: un barómetro de cubeta de Green; termómetros libres; termómetros de máxima y mínima; psicrómetros; un anemoscopio; un anemómetro y dos vasos para determinar la evaporación del agua. A estos instrumentos se añadieron después un barómetro de sistema Fortin, gran modelo, un barómetro de Tonnelot, de cubeta ancha y escala compensada, y algunos otros.

Las observaciones en el cerro del Vigia se practicaron sin interrupción hasta el 6 de octubre de 1887 en que un temporal destruyó el Observatorio. León Acosta, que era entonces el Director, recogió los instrumentos y los depositó en la casa ocupada por la Dirección del Observatorio dentro de la población, y se continuaron las observaciones en este lugar hasta que se reedificó el edificio según un proyecto aprobado por la Secretaría de Fomento en marzo de 1892.

OBSERVATORIO DE LEÓN

A fines de 1876 se fundó en León una sociedad científica formada por médicos y farmacéuticos, que se honró llevando el nombre del ilustre químico Leopoldo Río de la Loza. Entre los asuntos de estudio de esa sociedad se encontraba el de la Climatología del Valle de León, y para llevarla a cabo se nombró al Profesor Mariano Leal, que entonces ejercía la farmacia y que era uno de sus miembros, dándole la comisión de Meteorología y Climatología. El Sr. Leal, comprendiendo toda la importancia de este estudio, se formó un plan que se propuso desarrollar, y el 1o. de enero de 1877 improvisó un Observatorio dónde tomar por de pronto datos de temperatura usando los defectuosos instrumentos que pudo proporcionarse en los establecimientos comerciales de México. Los instrumentos se reducían a un par de termómetros centígrados con que hacía tres observaciones diarias, adoptando el promedio de dichas tres observaciones como temperatura media del día. Así continuó tres meses poco más o menos hasta fines de marzo, en cuya época, habiendo ido a México, se proveyó de un juego de termómetros Farenheit de máxima y mínima, de Elliot; pero en julio se vio obligado a suspender sus observaciones, que desde agosto de ese mismo año se siguieron sin interrupción y de una manera más formal, después de haber recibido invitación del Director del Observatorio Meteorológico Central, Mariano Barcena, directamente y por conducto de Vicente Fernández para colaborar en los estudios de la Meteorología Nacional. En el curso de ese año aumentó los instrumentos de su observatorio con un pluviómetro, un nefoscopio, un anemoscopio, una escala ozonométrica y un higrómetro de Reguault.

En 1878 y 1879 aumentó su dotación con un barómetro de Troughton y Sims que le mandó el Observatorio Central de México y con dos evaporómetros metálicos negros, y en 1880 con un geotermómetro cuyo bulbo alcanzaba la profundidad de 0.85 m y que funcionó hasta febrero de 1889 en que, por haberse descompuesto, tuvo que suspender esa clase de observaciones hasta julio de 1890 en que se instaló otro, pero ya no a 0.85 m sino solamente a 0.50 m de profundidad.

En el año de 1881 este Observatorio, que era propiedad de Mariano Leal, pasó a ser del Estado, pues por disposición del Licenciado Manuel Muñoz Ledo, entonces Gobernador del Estado de Guanajuato, se construyó en el edificio de la

Escuela de instrucción secundaria un local para establecerlo, y en febrero de 1882 se instalaron los instrumentos en ese nuevo local, que era una pieza de seis metros por lado, y que en 1888, siendo ya insuficiente para contener los instrumentos con que contaba el Observatorio, se amplió dándole un largo de doce metros.

Los instrumentos con que contaba el Observatorio de León en los últimos años del siglo XIX, eran los siguientes:

1 barómetro patrón de Fortin, N. & Z. núm. 1443

1 barómetro de Fortin-Ducretet núm. 193

1 barómetro de Fortin-Troughton & Sims sin número

1 barómetro registrador Richard Frères núm. 4119

1 barómetro aneroide Secretan sin número

1 statoscopio Richard Frères núm. 8792

1 termómetro de máxima centigrado de Negretti & Zambra núm. 60321

1 termómetro de máxima centigrado de Green núm. 6379

1 termómetro de máxima centigrado de Secretan sin número

3 termómetros de máxima sistema Negretti & Zambra centígrados Ducretet números 1509, 1510 y 1512

1 termómetro de mínima N. & Z. centígrado núm. 49062

3 termómetro de mínima Rutherford Ducretet, núm. 1513, 1515 y 1516

1 termómetro de máxima y mínima R., sin nombre ni número

1 termómetro patrón C, en quintos de grado de 12o a 103o Ducretet, núm. 1524

1 termómetro patrón C. dividido en quintos de grado de 14o a 104o Ducretet, núm. 1523

1 pluviómetro registrador Richard Frères. núm. 5362

1 pluviómetro modelo Montsouris Ducretet, sin número

1 pluviómetro modelo antiguo del Observatorio Central de México

- 1 higrómetro de cabello sin nombre, ni número
- 1 higrómetro de Allurd, Ducretet, núm. 234
- 1 higrómetro registrador Richar Frères núm. 5227
- 2 evaporómetros metálicos negros, sin nombre ni número
- 2 evaporómetros de Piche, Ducretet, sin número
- 1 anemométrgrafo, Richard Frères, núm. 5428, 16 rumbos
- 1 anemómetro Richard Frères, directo, núm. 15
- 1 molinete de Robinson Monterde, sin número
- 1 anemoscopio sin número
- 1 nefoscopio sin número
- 1 escala ozonométrica 10 grados, Collazo
- 1 hipsómetro, Negretti & Zambra, sin número
- 1 heliógrafo de Campbell-Ducretet, sin número

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE JALAPA

El Observatorio Meteorológico de Jalapa se funda el 9 de noviembre de 1893, por acuerdo del Gobernador Constitucional Teodoro A. Dehesa. Para el puesto de director del Observatorio fue designado el Profesor Manuel R. Gutiérrez.

Cuando se fundó el Observatorio, quedó bajo la dependencia del Instituto Científico del Estado, su local se localizaba en uno de los torreones del Palacio de Gobierno. Los instrumentos que utilizaba el Observatorio fueron comprados a la casa Richard de París.

Desde sus inicios, el Observatorio de Jalapa fue diseñado para coordinar el funcionamiento de la red meteorológica del estado (una de las primeras que existieron en el país), por ese motivo siete años antes se habían distribuido

termómetros a los directores de las principales escuelas de los 19 cantones en que se dividía el estado en ese tiempo. Posteriormente, la importancia de las observaciones de precipitación, en relación con la enorme tala de bosques que llevaron a cabo las empresas ferroviarias, determinó que el Gobierno del Estado estableciera una red pluviométrica. Para tal efecto distribuyó pluviómetros a 72 estaciones repartidas por todo el territorio estatal, y el 16 de septiembre de 1896 quedó establecido ese nuevo servicio.

Las observaciones recogidas por el Observatorio de Jalapa eran comunicadas por telégrafo al Observatorio Central de México, a las 6 h. 23 m. a.m. y a las 6 h. 23 m. p.m., tiempo de México y otras a las 7 h. a.m. 2 y 9 p.m., tiempo local, para rendir parte a la Secretaría de Gobierno y publicarlas en el Boletín Mensual.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL COLEGIO DEL ESTADO DE PUEBLA

El Observatorio Meteorológico del Colegio del estado de Puebla se fundó en julio de 1877, a iniciativa del Profesor de Física Dr. Simón Aguirre y del Presidente del Colegio Ing. Joaquín García Villalva, quien ordenó sirviera a los alumnos que cursaran la clase de Física en su práctica referente a las nociones de Meteorología, que desde aquella época formaban parte del programa de dicha asignatura. Al efecto quedó instalado en el Gabinete de Física un barómetro de Gay-Lussac y un termómetro de máxima, aparatos que utilizaron en las primeras observaciones que una vez al día se practicaron con toda regularidad por el antes mencionado Profesor, y después por el preparador Joaquín Mendizabal Tamborrel.

Lo defectuoso de la instalación hizo que los primeros datos carecieran de exactitud, y para remediar este mal ordenó la superioridad que se trasladaran los instrumentos en Noviembre del mismo año a un pequeño cuarto situado en la azotea norte del Colegio, aumentándolos con un termómetro de mínima, un psycrómetro, un pluviómetro y una veleta; y funcionaron allí hasta noviembre de 1878, en que fue arreglada para el Observatorio una pequeña bóveda a la que se trasladaron todos los aparatos. En 1884, siendo Profesor de Física el Ing. Benigno González; Se recibieron de Paris, del sistema Richard, un termógrafo, un barógrafo, un higrógrafo y un pluviógrafo; así como un anemométrógrafo del sistema Robinson

Las observaciones meteorológicas se empezaron a publicar en el año de 1878, en el periódico oficial. En 1889 comenzó a imprimirse, por cuenta del

Colegio, una hoja mensual que en 1894 tomó la forma de periódico, y que desde el mes de noviembre de 1900 aumentó a doce páginas.

El Observatorio del Colegio enviaba al Observatorio Central de México dos telegramas diarios a las 6 h. 23 m. a.m. y p.m. de México. Mensualmente se mandaban tres resúmenes decádicos de las observaciones simultáneas: uno las observaciones de la serie 7, 14 y 21 horas y otro sinóptico general.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL COLEGIO CATÓLICO DEL SAGRADO CORAZON DE JESÚS DE PUEBLA

La historia de este Observatorio puede resumirse en breves palabras: El 12 de marzo de 1875 se comenzaron unas observaciones irregulares de la temperatura, del estado del cielo y de la lluvia, aunque ésta no se medía. Mas como no se tenía intención de emprender una serie constante de observaciones, se abandonaron el 31 de mayo de ese año.

En 1876 se observó el termómetro a horas fijas, que fueron las 6, 9 y 12 de la mañana y las 3 y 6 de la tarde, durante la primera década de enero y de mayo, y desde el 21 de diciembre del mismo año se principió a observar el termómetro, la nubosidad, etc., con la resolución de emprender una serie de observaciones que se continuaron con regularidad y constancia.

En efecto el día 1o. de enero de 1877 quedó definitivamente instalado el Observatorio Meteorológico, cuyas observaciones cada dos horas no tuvieron interrupción alguna desde 1877 hasta 1886 y se publicaron en diez anuarios correspondientes.

En el lustro de 1887-91 se hicieron observaciones de ocho en ocho horas y se publicaron los resultados en los anuarios correspondientes.

La fundación del Observatorio se debe al R. P. Pedro Spina, miembro de la Academia Mexicana y de la Sociedad Alzate. Los rasgos característicos de los registros de este Observatorio Meteorológico han sido la constancia y la uniformidad en el método adoptado.

El local del Observatorio se componía de una sala destinada a biblioteca, en donde se guardaban en varios estantes las publicaciones que se recibían. En

el piso superior estaba un cuarto con cuatro ventanas que contenían los aparatos meteorológicos para la observación. A corta distancia, sobre la azotea, se hallaba una estancia formada de persianas que guardaba los instrumentos termométricos al abrigo. En las azoteas de las torre que formaban el tercer piso del observatorio y cuarto del Colegio, enteramente aisladas e independientes, se hallaban los anemómetros, veletas, etc.

Los aparatos con que contaba el Observatorio eran los siguientes: Varios termómetros de máxima y mínima, 4 termómetros de mercurio, 3 de alcohol, 4 de precisión, un termógrafo, un barómetro normal, 2 de Fortín, un aneroide, un evaporómetro, 2 psicrómetros, 2 ozonómetros, 2 veletas, 2 anemómetros, 4 pluviómetros, 1 geotermómetro, 1 nefoscopio, 1 nefómetro y varias señales para anuncios del tiempo.

OBSERVATORIO DE ZACATECAS

Se fundó en 1878 por el Gobierno del Estado y por iniciativa del Ingeniero José A. Bonilla, el cual fue su Director hasta los primeros años de este siglo.

En enero de 1892, y por iniciativa de este mismo Ingeniero, se establecieron quince estaciones termo-pluviométricas a cargo de los telegrafistas de las siguientes Oficinas: Jerez, Villanueva, Ojocaliente, Noria de Ángeles, Pinos, Sombrerete, Nieves, Fresnillo, Valparaíso, Sain Alto, Río Grande, Tlatenango, Juchipila, Nochistlán y Chalchihuites, las cuales comunicaban diariamente sus observaciones al Observatorio de Zacatecas. En 1892 se aumentó el número de estaciones hasta completar 33 en todo el Estado.

Todas las estaciones funcionaron con regularidad, ejecutando y transmitiendo por telégrafos sus observaciones de 6 h. 23 m. a.m. y p.m. de México a su Oficina Central, las que se trasmitían al Observatorio Meteorológico Central de México conforme a las instrucciones de éste. En el Observatorio de Zacatecas, además de las observaciones simultáneas, se ejecutaban otras a las 7 a.m. y 2 y 9 p.m. de tiempo local.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL COLEGIO DE SAN JUAN NEPOMUCENO EN SALTILLO, COAHUILA

A mediados de 1884, el R.P. Enrique Cappelletti, comenzó las observaciones meteorológicas en este Colegio, continuándolas hasta fines de 1885. Por urgentes ocupaciones del Colegio, sufrieron dichas observaciones alguna interrupción.

Durante el lustro de 1886-90 se publicaron con regularidad las observaciones meteorológicas en cuadernos anuales con un resumen al fin de cada año.

El mismo P. Cappelletti, establecido de nuevo en este Colegio, continuó las observaciones por los cuatro años (de 1891 a 1894 inclusive), publicándolas todas reunidas en un tomo con los resúmenes correspondientes a cada año.

El R. P. Gustavo Heredia hizo las observaciones meteorológicas en los años de 1895, 1896 y 1897; mejoró el Observatorio; inició una red termométrica, y publicó el Anuario de 1895 y los promedios mensuales de 1896 y 1897. Sus sucesores publicaron las observaciones de los años siguientes hasta el mes de agosto de 1901.

OBSERVATORIO DE LINARES, NUEVO LEON

Este Observatorio fue de carácter particular; su propietario y Director Martín Setcker, natural de Wolfgruben, Hessen-Nassau, Alemania, lo fundó el 10 de julio de 1896, únicamente se habían hecho observaciones de temperatura y de lluvia.

Los instrumentos de este Observatorio eran los siguientes:

2 barómetros: uno común de cubeta y otro de sistema Fortin

Termómetros de máxima y mínima de King-Philadelphia

1 Psicrómetro

1 Evaporómetro de artesa modificado

1 Espejo de nubes

1 Pluviómetro

1 Veleta

Las observaciones se ejecutaban en este Observatorio a las horas reglamentarias del servicio meteorológico del país (6 h. 23 m. a.m. y p.m. de México, y 7 a.m., 2 y 9 p.m. de tiempo local).

OBSERVATORIO DEL SEMINARIO DE MORELIA

Este Observatorio fue fundado por el Arzobispo de Michoacán, José Ignacio Arciga; se inauguró en abril de 1892, y en enero de 1895 se comenzó a publicar su Boletín Mensual.

Los instrumentos con que contaba el Observatorio eran los siguientes:

1 barómetro de Tonnelot de cubeta ancha y escala compensada

Varios barógrafos, algunos aneroides

Varios termómetros, incluyendo los de máxima y mínima

Anemómetros y anemoscopios

2 psicrómetros

1 heliógrafo

1 pluviógrafo

1 higrógrafo

En este Observatorio se realizaban todas las observaciones reglamentarias del servicio meteorológico de esa época y se comunicaban al Central de México según las instrucciones de éste.

OBSERVATORIO METEOROLOGICO DEL INSTITUTO CIENTÍFICO DE SAN LUIS POTOSÍ

Por disposición del Gobernador del Estado, Carlos Diez Gutiérrez, se fundó el Observatorio Meteorológico del Instituto Científico del Estado, en diciembre de 1877. Fue nombrado para establecerlo interinamente el Ing. Miguel Iglesias.

En enero de 1878 el Dr. Gregorio Barroeta recibió el nombramiento de director del Observatorio, y se iniciaron las observaciones el 5 de febrero del mismo año, practicándose a las 7 de la mañana, y a las 2 y 9 p.m. El observatorio contaba con los siguientes instrumentos:

3 termómetros patrones

1 termómetro registrador de Richard

1 termómetro de máxima y mínima de Green

1 termómetro de mínima

1 barómetro registrador de Negretti & Zambra

1 barómetro registrador de Richard

1 barómetro aneroide registrador de Negretti

1 anemoscopio fabricado en esta ciudad y colocado en el centro de la pieza del Observatorio

1 anemoscopio colocado en la esquina sur

1 espejo negro para observar el movimiento de las nubes

1 ozonómetro de Collazo

Se remitían diariamente dos mensajes al Observatorio Central de México, de observaciones hechas a las 6 h. 23 m. a.m. y p.m.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE OAXACA

El observatorio Meteorológico del Estado fue fundado en el año de 1882 por el General Porfirio Díaz, entonces gobernador del Estado. La construcción del edificio, que se levantó sobre el segundo piso del Instituto Científico y Literario de Oaxaca, en la acera poniente, muy cerca de la esquina N. E., fue encomendada al Ing. J. Brachetti; se inauguró el edificio el 5 de febrero de 1883, comenzando las observaciones el 1o. de marzo del mismo año. Las primeras observaciones hechas, fueron de temperaturas a la sombra, humedad del aire, tensión del vapor del mismo y peso del metro cúbico de vapor (todo a la sombra) presión atmosférica, nubosidad, vientos, lluvia y fenómenos accidentales diversos (nevadas, heladas, granizo, etc.). Dos años más tarde comenzaron a observarse las temperaturas máxima y mínima a la intemperie (las máximas y mínimas a la sombra se observaron desde marzo de 1883), y en el año de 1882 se comenzó a observar la evaporación a la sombra y la cantidad de ozono.

Los aparatos con que contaba el Observatorio eran los siguientes:

1 barómetro de Gay-Lussac con doble modificación de Buntén

1 barómetro de Fortín con aproximación a vigésimos de milímetro

1 higrómetro de Alluard

2 psicrómetros de August

Varios juegos de termómetros ordinarios y de máxima y mínima

2 atmómetros de Piche

2 anemómetros de Robinson

1 veleta de transmisión Richard

1 nefoscopio

3 pluviómetros

1 ozómetro Collazo 1 termógrafo Richard

1 barógrafo Richard

1 higrógrafo Richard

1 pluviógrafo Richard

La dirección del Observatorio estuvo encomendada, desde su fundación, al Dr. José Agustín Domínguez hasta el 4 de febrero de 1901 en que falleció.

Las observaciones se practicaban a las 7 a.m. y 2 y 9 p.m.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO Y VULCANOLÓGICO DEL SEMINARIO DE ZAPOTLAN EL GRANDE (Ciudad Gúzman)

En los años de 1878 y 1879 gobernaba la parroquia de Zapotlán el cura Atenógenes Silva, y viendo en los aparatos que llegaron al gabinete de física del Seminario de esa ciudad algunos para observatorio meteorológico, pensó luego en utilizarlos, y a su iniciativa se debió la erección del Observatorio del lugar. A continuación se hicieron algunas observaciones que fueron de carácter absolutamente privado y por lo mismo no se conservaron; posteriormente el instrumental quedó abandonado.

En el año de 1893, el Seminario abrigó entre sus aulas al Pbro. José María Arreola, quien viendo que todo estaba a propósito para las observación del estado del tiempo, se decidió a ello, dando principio el 1o. de enero de 1893. Dichas observaciones fueron también privadas, pero acertando a pasar por allí el Ing. José Segura, Director de la Escuela Nacional de Agricultura de México, y viendo que estaban en regla, se decidió a dar cuenta de esto al Ing. Mariano Barcena, Director del Observatorio Meteorológico Central de México, quedando desde ese tiempo, incorporado el Observatorio de Zapotlán a la red meteorológica nacional

El Observatorio, en la última década del siglo pasado, tuvo tres directores: primero el Padre Arreola, de enero de 1893 a mayo de 1895, luego el padre Salvador C. Castellanos, desde 1895 a enero de 1896, y desde esa fecha hasta los primeros años del presente siglo, al Pbro. Severo Díaz.

Los instrumentos se observaban diario a las horas reglamentarias de 7 a.m. 2 y 9 p.m; los aparatos con que contaba el Observatorio eran los siguientes:

1 barómetro del tipo Fortín

1 psicrómetro

1 anemómetro de Robinson

1 veleta

1 pluviómetro

Varios termómetros Celsius ordinarios

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE MONTERREY

Este Observatorio se estableció en enero de 1886 a iniciativa del Dr. Manuel Rocha, entonces director del Colegio Civil, por el General Bernardo Reyes, Gobernador del Estado. Cuando se inauguró en los primeros días de dicho mes, como agregado a la clase de Física, tenía los instrumentos siguientes:

1 barómetro de Fortín con vernier que aproxima a un décimo de milímetro

Termómetros de máxima y mínima

Termómetros secos libres

1 psicrómetro de Daniel

2 evaporómetros de Wild

Como no tenía veleta ni anemómetro, la dirección del viento se determinaba con catavientos, y la intensidad por el frío que producía la corriente aérea en la palma de la mano mojada y puesta frente a ella. Por último la nebulosidad se determinaba estimativamente usando la escala de 1 a 10.

Entre el año de 1886 y 1887 no se hicieron observaciones, o si se hicieron no se registraron.

Desde el año de 1888 las observaciones se hicieron sin interrupción, haciéndose lentamente algunas modificaciones en las horas de las observaciones, en los aparatos empleados y en la instalación de éstos.

En 1896, el psicrómetro de August sustituye al higrómetro de Daniel. En 1898 se mejoró la instalación de los instrumentos que se observaban a la sombra quitándolos del hueco de la ventana oeste del gabinete de física y colocándolos sobre la azotea de la parte norte del edificio, entre un abrigo de persianas pintado de blanco.

Las observaciones se hacían a las 7 h. a.m. y 2 y 9 p.m. de tiempo local; posteriormente, a petición del Observatorio Meteorológico Central de México, se comenzaron a hacer otras dos a las 6 h. 23 m. a.m. y p.m.

El Sr. Jesús Garza desempeñó el cargo de Director del Observatorio, en los últimos años del siglo pasado y los primeros del actual.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL COLEGIO DEL ESTADO DE GUANAJUATO

El Observatorio de la ciudad de Guanajuato fue fundado por el Prof. Vicente Fernández, el cual en sus inicios contaba con pocos y anticuados instrumentos, sólo los necesarios para los registros de velocidad y dirección del viento, temperatura, presión y precipitación. Las observaciones comenzaron a realizarse en el año de 1876, pero sólo se conservaron las de 1880 a 1889, época en que por enfermedad del Sr. Fernández se dejaron de hacer.

Durante los años de 1890 a 1894 propiamente no se registraron datos meteorológicos, por la carencia de dirección estable. En 1895 fue nombrado por el Gobierno del Estado como, Director del Observatorio el Ing. Juan N. Contreras. En ese mismo año, se proveyó al Observatorio de aparatos registradores de temperatura, presión y lluvia.

Las observaciones se hacían a las 7 h. a.m. y 2 y 9 p.m.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL COLEGIO CIVIL DE QUERÉTARO DE ARTEAGA

En el año de 1878 el Observatorio Meteorológico de México, queriendo extender por toda la República una vasta red de observaciones, ocurrió oficial y particularmente a los gobiernos de los Estados, pidiendo hicieran en sus respectivos territorios, todos los días y a horas fijas, observaciones barométricas, termométricas, pluviométricas y del estado del cielo, para comunicarlas luego a dicho Observatorio.

Siendo Gobernador de Querétaro el General Antonio Gayón, encargó al Director del Colegio Civil, Sr. Mariano Reyes, hiciera las observaciones requeridas.

Los aparatos empleados en estas primeras observaciones eran un barómetro de Fortín, termómetros de máxima y mínima, un psicrómetro y un pluviómetro. La falta de un lugar conveniente para la exposición de instrumentos, hacia incurrir en notables errores, y los datos enviados a la Oficina Central de México aparecieron notoriamente inexactos.

Permanecieron así las cosas hasta el año de 1882, en que siendo Gobernador del Estado el Sr. Francisco G. de Cosío y a petición expresa de Mariano Bárcena, giró órdenes para que se construyera un local apropiado en la azotea del Colegio Civil. En el año de 1883 quedó concluido el Observatorio, que constaba de dos departamentos: uno cerrado con ventanas a los cuatro vientos, y el otro abierto al norte, con persianas de madera.

Los instrumentos con que contaba el nuevo local eran los mismos que existían desde su fundación, pero se añadieron un barómetro de Fortín, construido en Londres, termómetros de máxima y mínima de Negretti & Zambra, psicrómetros, pluviómetros, veleta y evaporómetros.

Desde su fundación fue nombrado Director el Profesor Pascual Alcocer, y ayudante el Ing. José A Septién.

Las horas de observación se establecieron a las 7 a.m. y las 2 y 9 p.m. de tiempo local. Posteriormente se hicieron otras dos a las 6 h. 18 m. a.m. y p.m., equivalentes a las 6 h. 23 m. a.m. y p.m. de México, que eran las del servicio simultáneo de observaciones meteorológicas establecido en todo el país.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO Y VULCANOLÓGICO DEL SEMINARIO CONCILIAR DE COLIMA

El Observatorio Meteorológico y Vulcanológico del Seminario de Colima fue fundado por el Dr. Atenógenes Silva e inaugurado el día 13 de mayo de 1894.

El Observatorio se estableció en un local del segundo piso del Seminario; comenzó sus trabajos bajo la dirección del Pbro. Ángel Ochoa, Profesor de Física, y con la colaboración de los alumnos de esta cátedra.

Los aparatos con que contaba el Observatorio eran los siguientes:

1 barómetro Fortín

1 psicrómetro

1 juego de termómetros de máxima y mínima de Negretti & Zambra

1 barómetro aneroide

3 termómetrografos de J. Hicks

1 anemoscopio

1 nefoscopio

1 termógrafo e higrógrafo Richard

1 pluviómetro de Negretti & Zambra

Las observaciones meteorológicas se hacían diariamente a las 7 h. a.m. y 2 y 9 p.m. La comunicación telegráfica diaria se estableció el 10. de enero de 1896, siendo director el Pbro. José María Arreola.

En el año de 1897, por ausencia definitiva del Sr. Arreola, el Sr. Silva nombró Director al Pbro. Jorge Inda. En el año de 1898, por disposición del mismo Obispo, se hizo cargo de la dirección el Pbro. Francisco Quiñones quién duró en el cargo hasta el año de 1900.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO EN GUADALAJARA

Se desconoce la fecha exacta de la fundación del observatorio; el primer registro formal de observaciones, que existe, da principio el 15 de abril de 1889, fecha que se considera como la de fundación del observatorio. Se sabe que este centro se debió a la iniciativa del Ing. Agustín Pascal, el cual fue el encargado de dirigirlo.

El lugar escogido por el Sr. Pascal para establecer el observatorio fue un departamento de la Escuela de Ingenieros, ya establecida por aquel entonces,

proporcionándole el Gobierno los indispensables aparatos para recoger las observaciones cotidianas.

En el año de 1899, amenazando con caerse la torre que remataba la Escuela de Ingenieros en la que estaba instalado el observatorio, el Gobierno ordenó se trasladase al Palacio, siendo en esa misma época suprimida la citada Escuela y quedando en suspenso las observaciones.

Las observaciones se hacían a las 7 h. a.m. y 2y 9 p.m, además de las simultáneas a las 6 h. 23 m. a.m. y p.m., hora de México, que se enviaban al Meteorológico Central.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE MÉRIDA

El Observatorio Meteorológico del Instituto Literario del Estado de Yucatán, se fundó por decreto de la H. Legislatura de fecha 29 de diciembre de 1892. El personal del Observatorio estaba compuesto por Director y un encargado de hacer las observaciones cotidianas. Su primer director, desde la época de su fundación hasta los primeros años de este siglo, fue el Ing. Félix Gómez Mendicuti. En cuanto al encargado de hacer las observaciones, varió en el orden siguiente: desde la fundación hasta febrero de 1899, Sebastián Díaz y Díaz; de febrero a marzo del mismo año, Manuel Medina Azarcoya; y desde entonces hasta los primeros años de este siglo, Cosme Basto Pérez, quien posteriormente sería nombrado Director del Observatorio.

Los trabajos llevados a cabo en este Observatorio comprendían, además de las observaciones diarias de 7 h. a.m. y 2 y 9 p.m.; las simultáneas de 6 h. 23 m. a.m. y p.m. de México.

Los instrumentos con los que contaba el Observatorio de Mérida, eran los siguientes:

- 1 barómetro de sistema Fortín
- 1 psicrómetro
- 1 termómetro de máxima

ESTA TESIS NO DEBE
SER REPRODUCIDA

1 termómetro de mínima

2 anemómetros

1 pluviómetro

1 barómetro y termómetro registradores. Estos dos últimos adquiridos en febrero de 1900.

OBSERVATORIO DE PACHUCA

Bajo la dirección del Ing. Mariano Bárcena, Jefe del Observatorio Meteorológico Central de México, y a su iniciativa, se comenzaron a hacer algunas observaciones con termómetro y psicrómetro, en 1880, tanto en la Villa de Huejutla como en la capital del estado de Hidalgo, encomendándose las primeras al Dr. Manuel F. Andrade, y las de esta capital al Sr. Teodomiro Lugo, alumno del Instituto Científico del Estado.

Poco tiempo después, el Dr. Nemorio Andrade propuso al Gobierno y le fue concedido, construir un pequeño observatorio, dotándolo de los siguientes aparatos:

1 barómetro inglés de Fortin

1 velocímetro Robinson

Termómetros de máxima y de mínima

1 psicrómetro

Los resultados obtenidos por él aparecieron tabulados desde agosto de 1892 hasta septiembre de 1896. Después de este período se nombro nuevo Director, siendo designado para dicho puesto el Ing. Pedro A. Gutiérrez, de octubre de 1896 a diciembre de 1897; posteriormente, se nombro Director al Ing. Joaquín González, el cual estuvo al frente del Observatorio de enero de 1898 a diciembre de 1899.

1 termómetro de mínima

2 anemómetros

1 pluviómetro

1 barómetro y termómetro registradores. Estos dos últimos adquiridos en febrero de 1900.

OBSERVATORIO DE PACHUCA

Bajo la dirección del Ing. Mariano Bárcena, Jefe del Observatorio Meteorológico Central de México, y a su iniciativa, se comenzaron a hacer algunas observaciones con termómetro y psicrómetro, en 1880, tanto en la Villa de Huejutla como en la capital del estado de Hidalgo, encomendándose las primeras al Dr. Manuel F. Andrade, y las de esta capital al Sr. Teodomiro Lugo, alumno del Instituto Científico del Estado.

Poco tiempo después, el Dr. Nemorio Andrade propuso al Gobierno y le fue concedido, construir un pequeño observatorio, dotándolo de los siguiente aparatos:

1 barómetro inglés de Fortin.

1 velocímetro Robinson

Termómetros de máxima y de mínima

1 psicrómetro

Los resultados obtenidos por él aparecieron tabulados desde agosto de 1892 hasta septiembre de 1896. Después de este período se nombro nuevo Director, siendo designado para dicho puesto el Ing. Pedro A. Gutiérrez, de octubre de 1896 a diciembre de 1897; posteriormente, se nombro Director al Ing Joaquín González, el cual estuvo al frente del Observatorio de enero de 1898 a diciembre de 1899.

Las horas de observación eran las 7 h. a.m. y 2 y 9 p.m. de tiempo local, pero además se hacían observaciones a las 6 h. 23 m. a.m y p.m., para enviarlas al Meteorológico Central de México.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE TOLUCA

Se desconoce la fecha exacta de su fundación, algunos documentos la fijan en el año de 1882. En sus inicios fue conocido bajo el nombre de "Observatorio Mariano Barcena", su objeto principal fue que los alumnos del Instituto Científico y Literario, especial los cursantes de la clase de Física y Nociones de Meteorología, hicieran observaciones diarias.

El 2 de octubre de 1897, a iniciativa del ensayador Enrique E. Schulz, se propuso y fue aprobado por el Gobierno, que el Observatorio fuera una oficina independiente del Instituto, con personal remunerado y dedicado exclusivamente a las observaciones meteorológicas.

De los observatorios meteorológicos que existían en el siglo pasado en el país, el de Toluca era uno de los pocos que contaban con una dotación de los más indispensables aparatos registradores, a saber: barógrafo, termógrafo, psicrógrafo y pluviógrafo, además de todos los instrumentos de lectura directa indispensables en todo observatorio.

Después de conocer cuáles fueron los antecedentes bajo las cuales se crearon estos observatorios; así como los aparatos utilizados para realizar los registros meteorológicos, es importante resaltar los siguientes aspectos:

-La información que se conserva sobre la fundación de los observatorios como se ha mencionado al principio, fue recopilada por Manuel Pastrana en su obra *El Servicio Meteorológico de la República Mexicana* publicada en 1906, la cual también se publicó en inglés. La información proviene de los datos proporcionados por los diferentes encargados de los observatorios que funcionaban en los inicios del presente siglo. Sin embargo, algunos

observatorios no proporcionaron a Pastrana noticias sobre sus centros de trabajo y por tanto se desconoce la forma en que fueron fundados, tal es el caso de los observatorios de Aguascalientes, Huejutla, Orizaba, Real del Monte, Tepic y Tuxpan, lugares de los cuales se han conservado series sobre promedios de lluvia y temperatura que comprenden más de cinco años. Otra información proviene de los observatorios instalados en las haciendas del Carmen (Tamaulipas), Buenavista (Xochimilco, D.F.), Mirador (Veracruz, cerca de Orizaba) y Pabellón (Aguascalientes), cuyos dueños realizaron por un interés particular observaciones sobre todo de la lluvia, mismas que fueron publicadas en diversas publicaciones periódicas y cuyos propietarios ya habían fallecido en el momento que Pastrana solicitaba la información.

-Otro aspecto importante que destaca, es que el número de aparatos es desigual en cada uno de los observatorios, ya que por ejemplo los observatorios de México, Mazatlán y Oaxaca poseen un número elevado de instrumentos en cambio observatorios como los de Zapotlán, Jalapa o Linares cuentan con un número pequeño de los mismos.

-Sobre la procedencia de los instrumentos mencionados, se puede decir, en base a las marcas registradas que fueron comprados en algunas ciudades de los Estados Unidos como Nueva York y Filadelfia; otros se compraron en Europa, principalmente en París y Londres. Las casas proveedoras más mencionadas son: Negretti y Zambra, Renou, Richard, Green y Rutherford. También es importante mencionar que se desconocen la marca de los instrumentos empleados, en varios de los observatorios del país que funcionaron en ese tiempo.

-En lo que se refiere a la forma en que se utilizaba cada uno de los instrumentos, se desconoce en funcionamiento particular, debido a que no se conservan ilustraciones o descripciones de muchos de ellos, por otra parte, debido a que bastantes de estos aparatos ya no se utilizan en nuestros días, se dificulta la tarea de hablar de los mismos; no obstante esto, en el capítulo anterior se describe el funcionamiento de algunos de ellos.

-Por último es importante señalar que este punto tiene como finalidad principal, conocer las circunstancias e instrumentos que se emplearon en el registro de las series de temperatura y precipitación que se analizan en el siguiente tema.

2.2. ANÁLISIS DE LOS PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Para realizar este análisis de los promedios de temperatura y precipitación de los registros meteorológicos en el siglo pasado, se tomaron los datos de los 33 observatorios que funcionaron en el país por un periodo de más de cinco años (ver apéndice número uno).

Consideración aparte merece la Ciudad de México, lugar en donde las observaciones del estado del tiempo se remontan a la época colonial y que para efectos de estudio sólo se contemplaron los datos del siglo XIX; por tal motivo, los registros meteorológicos de los diferentes observatorios que funcionaron en la capital, se agruparon en ese apartado.

Para el presente estudio se consideraron, como se mencionó anteriormente, sólo los promedios anuales de la temperatura y la precipitación; a partir de estos promedios, se tomó en cuenta el promedio del periodo; posteriormente, se señalaron los años en que la lluvia y la temperatura, se ubican ya sea por abajo o por arriba del promedio; finalmente, en los casos que la información lo permitía se establecieron las tendencias que presentan estas dos variables del clima. En contadas ocasiones, cuando la abundancia de la información de archivos, lo permitía se hizo un estudio de la temperatura y la precipitación mensual, tal es el caso del observatorio de León, en donde a lo largo del siglo pasado, se publicaron diversos estudios del clima del lugar.

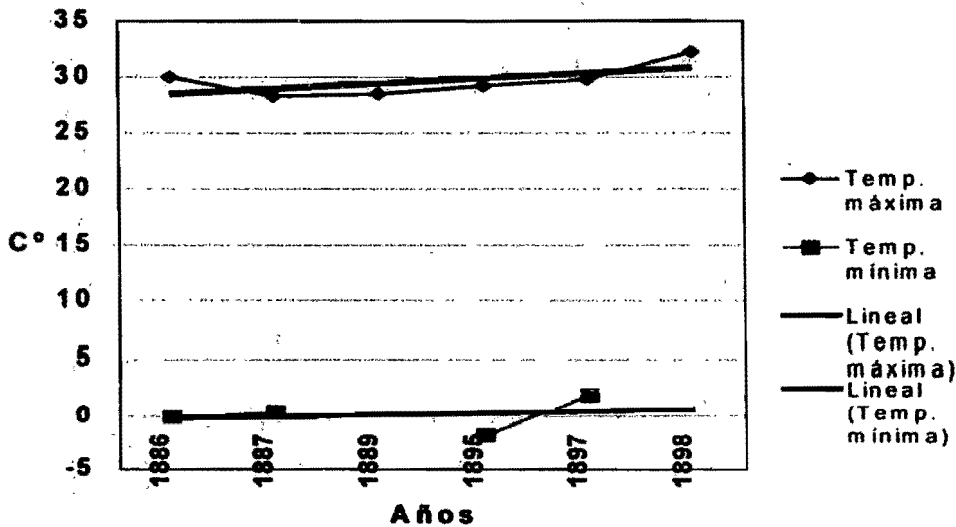
El análisis de los promedios de temperatura y precipitación de los diferentes observatorios, se presenta por orden alfabético para facilitar la consulta. También, es importante mencionar que la mayor parte de las estaciones que registran datos en la primera mitad del siglo XIX, se refieren a la precipitación anual y raramente consignan información sobre la temperatura.

OBSERVATORIO DE AGUASCALIENTES, Ags.

Con relación a la temperatura: como se aprecia en el cuadro de datos meteorológicos del observatorio, se tienen datos de los años de 1886 a 1889, 1895, 1897 y 1898 (ver gráfica n° 1); la temperatura media durante el periodo es de 18.6 °C; la temperatura máxima es de 32.2 °C y corresponde al año de 1898; en tanto que la temperatura mínima es de -1.8 °C y se registra en el año de 1895.

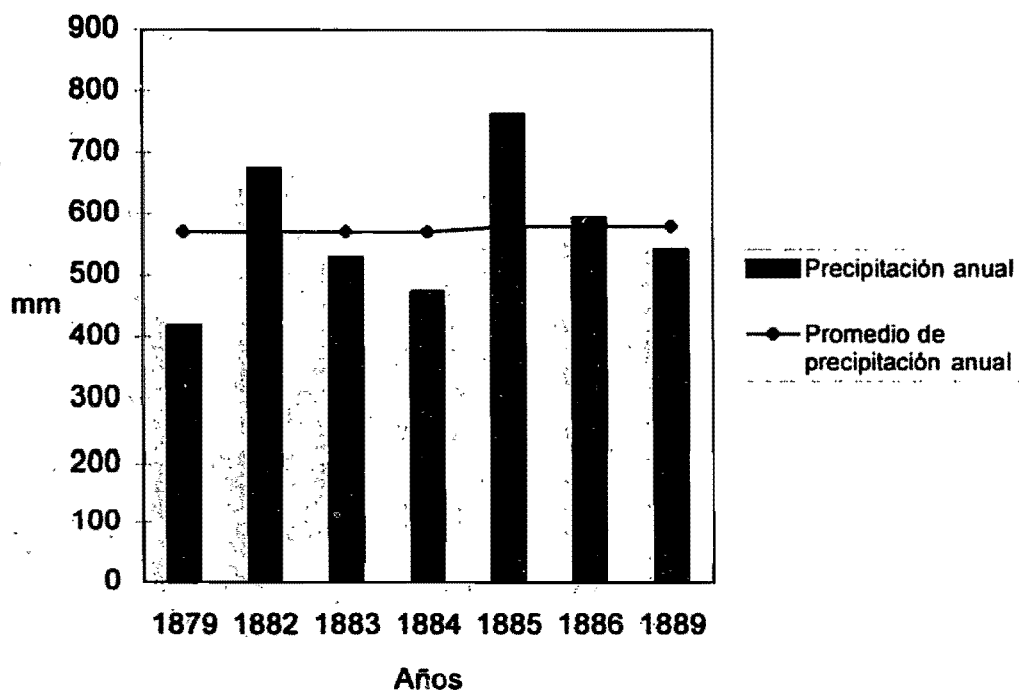
La tendencia que muestra la temperatura máxima es la de aumentar; la mínima también muestra una ligera tendencia a aumentar

GRÁFICA N°1
OBSERVATORIO DE AGUASCALIENTES. TEMPERATURA
AÑOS DE 1886, 1887, 1889, 1895, 1897 Y 1898



Sobre la precipitación se tienen registros de 7 años, los cuales corresponden a los años de 1879, 1882 a 1886 y 1889; el promedio de lluvia es de 570.9 mm (ver gráfica n° 2); la máxima precipitación que se tiene registrada es de 762.4 mm y se presenta en el año de 1885; la mínima precipitación es de 418.4 mm y se registra en el año de 1879. La diferencia entre la máxima y la mínima es de 344.0 mm; los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son los de 1882, 1885 y 1886; los años en que la lluvia se encuentra debajo del promedio son los de 1879, 1883, 1884 y 1889. Según Rómulo Escobar (*op. cit.*), el mes más lluvioso es agosto de 1882 con 219.6 mm, la altura máxima de la lluvia en un día es el 26 de octubre de 1885 con 64.7 mm, finalmente es importante señalar que en la gráfica de precipitación se puede apreciar que los años de buenas lluvias se alternan con los de malas lluvias.

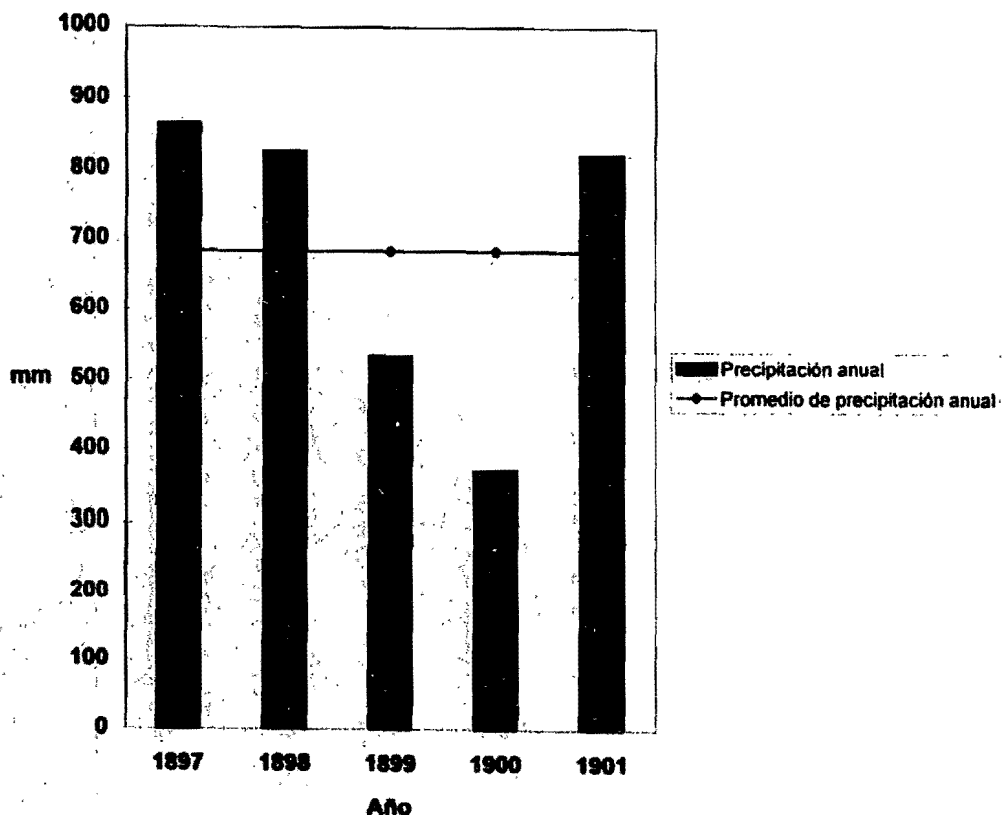
GRÁFICA N° 2
OBSERVATORIO DE AGUASCALIENTES. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1879, 1882-1886 y 1889



**OBSERVATORIO DE LA HACIENDA DE CARMEN (Güemes,
Tamaulipas)**

De este lugar no se tienen datos de temperatura; en lo que se refiere a la precipitación se tienen datos de 5 años y corresponden al periodo de 1897 a 1901 (ver gráfica n°3); la máxima precipitación es de 866.0 mm y corresponde al año de 1897; la mínima precipitación es de 373.0 mm y se registra en 1900; la diferencia entre estos dos últimos valores es de 493.0 mm. Los años de 1897, 1898 y 1901 la lluvia se encuentra por arriba del promedio; en tanto que los años de 1899 y 1900 se encuentran por debajo del promedio.

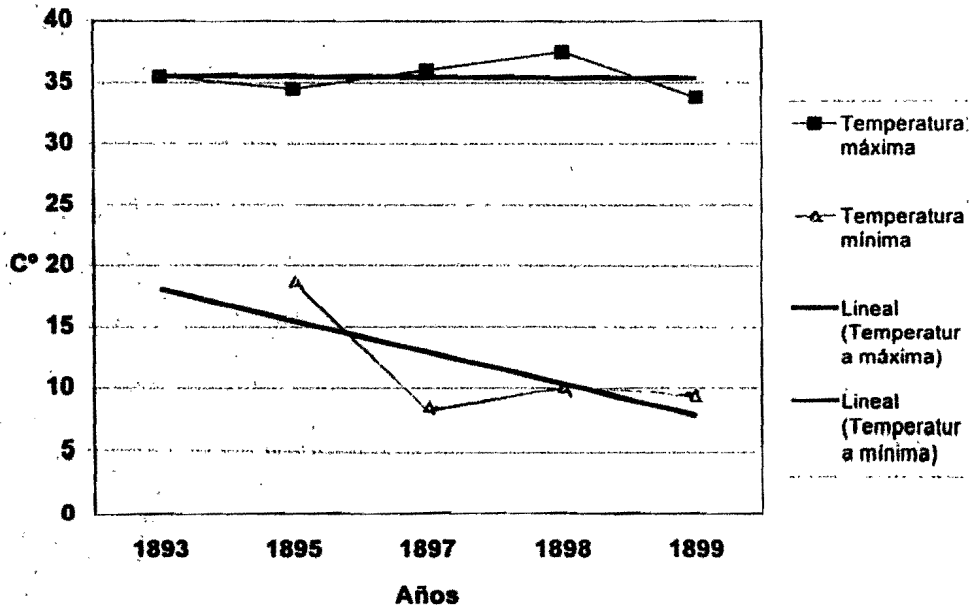
**GRÁFICA N°3
HACIENDA DE EL CARMEN. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1897-1901**



OBSERVATORIO DE COLIMA, Col.

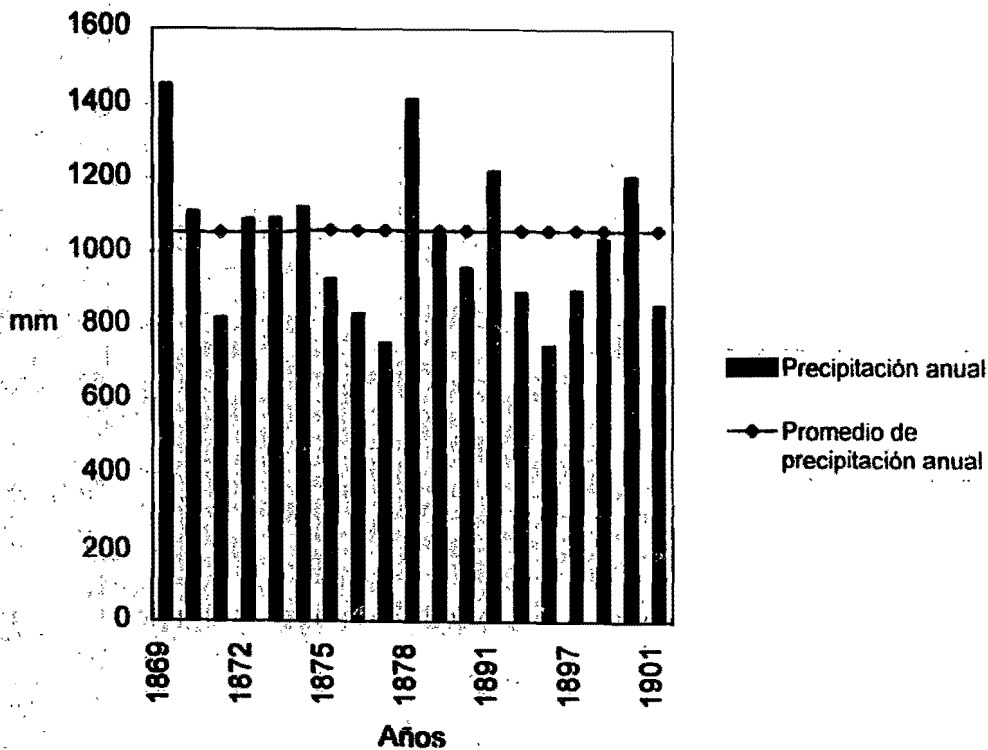
Se tienen registros de temperatura de los años de 1893, 1895, 1897, 1898 y 1899; la temperatura media del periodo es de 24.8 °C, la máxima es de 37.5 °C y corresponde al año de 1898, la mínima es de 8.3 °C y se presenta en 1897. La temperatura mínima tiende a disminuir, como se aprecia en la línea de la tendencia (ver gráfica n° 4)

GRÁFICA N° 4
OBSERVATORIO DE COLIMA. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA
AÑOS DE 1893, 1895 y 1897-1899



En lo que se refiere a la precipitación se tiene información de 19 años que corresponden al periodo de 1869 a 1880 y 1891 a 190; el promedio de lluvia en dicho periodo es de 1052.9 mm, la máxima anual es de 1416.5 mm y corresponde al año de 1878, la mínima anual es de 749.4 mm y se presenta en 1896; la diferencia entre la máxima y mínima precipitación anual es de 667.1 mm, los años que se encuentran por arriba del promedio son 1869, 1870, 1872 a 1874, 1878, 1891 y 1899 (ver gráfica n° 5), los años que se encuentran por debajo del promedio son 1871, 1875 a 1877, 1879, 1880, 1892, 1896 a 1898 y 1901. La gráfica de precipitación permite observar que los años de la década de los setenta la lluvia fue más abundante, en comparación a los de los años ochenta y que se recupera en los últimos años de los noventa del siglo pasado.

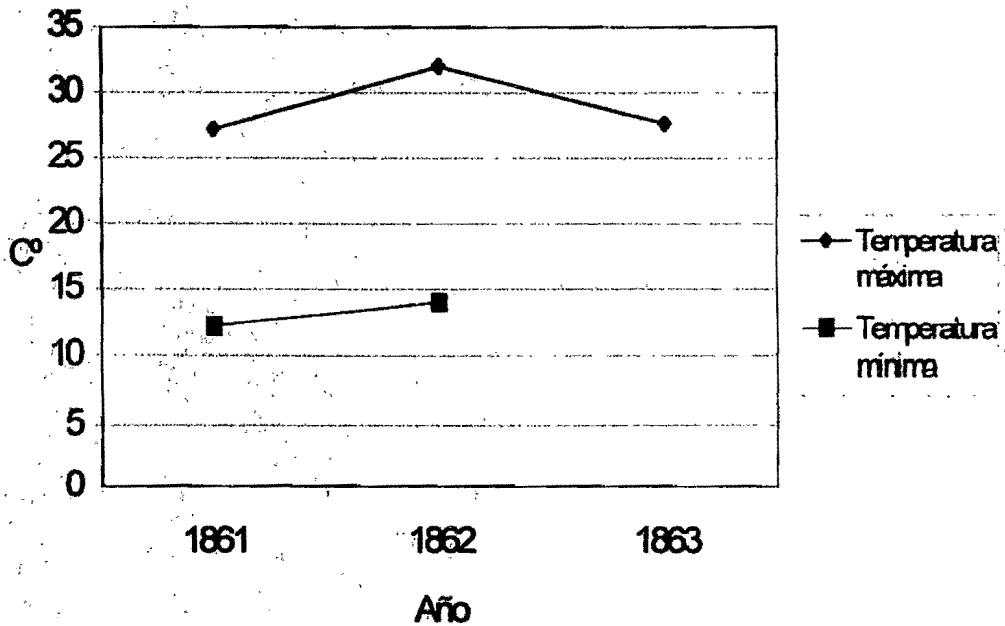
**GRÁFICA N° 5
OBSERVATORIO DE COLIMA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1869-1901**



OBSERVATORIO DE CÓRDOBA, Ver.

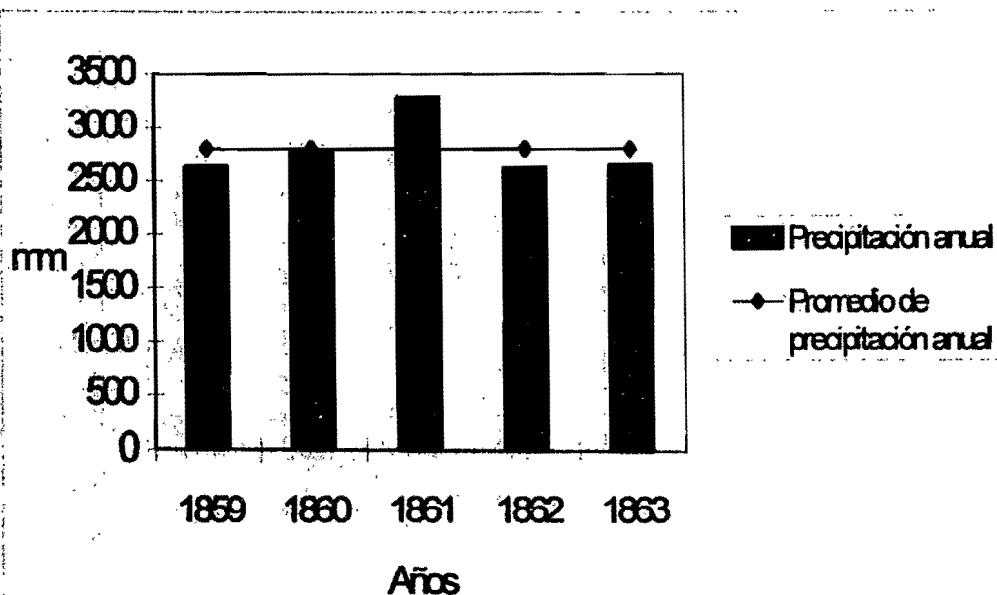
Del observatorio de Córdoba, sólo se conservan registros de la temperatura de los años de 1861 a 1863 (ver gráfica n° 6), durante este periodo la temperatura máxima fue de 32°C y ocurrió en el año de 1862, la temperatura mínima fue de 12.2 °C y se presentó en 1861. Estos dos valores se refieren al promedio mensual del mes mas frio y del mes más caluroso.

GRÁFICA N° 6
OBSERVATORIO DE CÓRDOBA. TEMPERATURA MÁXIMA y MÍNIMA
AÑOS DE 1861-1863



Sobre la precipitación se tienen datos del periodo de 1859 a 1863, el promedio de lluvia anual es de 2 798.5 mm (ver gráfica n° 7), la máxima se presenta en el año de 1861 con 3 288 mm, en tanto que la mínima ocurre en 1862 con 2628 mm, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 647 mm. La gráfica de precipitación permite ver que salvo el año de 1861, todos los años se encuentran por debajo del promedio.

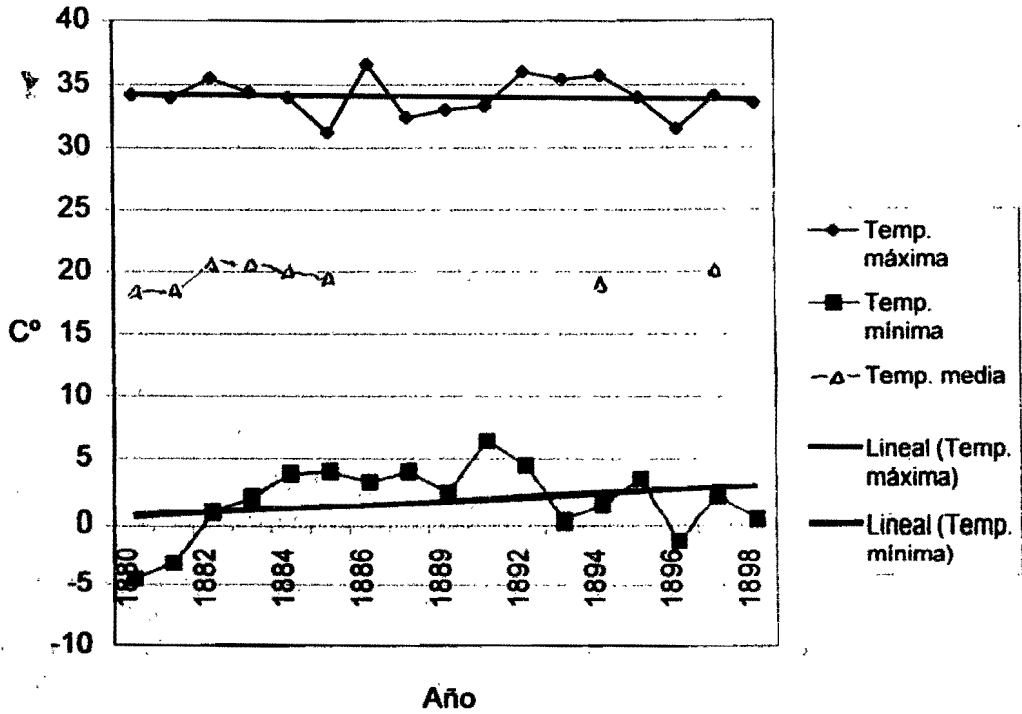
GRÁFICA N° 7
OBSERVATORIO DE CÓRDOBA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1859-1863



OBSERVATORIO DE GUADALAJARA, Jal.

De este lugar se encontraron registros de temperatura de 18 años, los cuales corresponden a los años de 1880 a 1887, 1889, 1890 y de 1892 a 1898; la temperatura media es de 19.7 °C (ver gráfica n° 8), la máxima de 36.6 °C y se presenta en el año de 1886, la mínima es de -4.5 °C y corresponde al año de 1880. La gráfica de temperatura permite apreciar un aumento de la misma en la década de los noventa, en relación con lo acontecido en la década anterior, como lo muestra la línea de tendencia de la temperatura mínima.

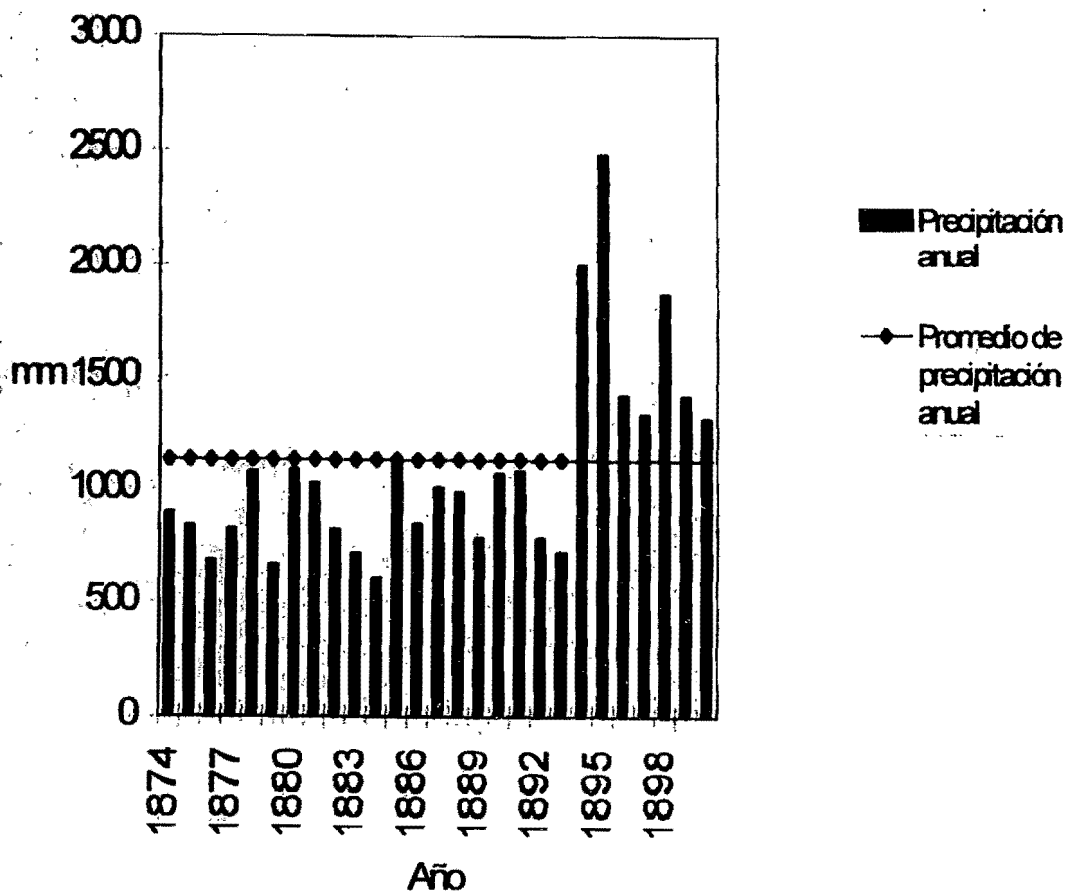
GRÁFICA N° 8
OBSERVATORIO DE GUADALAJARA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1880-1898



Los datos de precipitación anual comprenden un total de 24 años, los cuales corresponden al periodo de 1874 a 1901, exceptuando el año de 1900 en que no hubo registros. El promedio de precipitación anual es de 1 134.5 mm (ver gráfica nº 9), la máxima es de 2 488.6 mm y se presenta en el año de 1895, la mínima es de 605.4 mm y se presenta en 1884, la diferencia entre estos dos valores es de 1 883.4 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1885, 1894 y de 1895 a 1901; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: de 1874 a 1884 y de 1886 a 1893. La gráfica de precipitación permiten observar que antes de 1894 todos los años tienen una lluvia inferior al promedio anual con excepción de 1885, cuyo exceso fue insignificante y después

de 1894 todos los años tuvieron una precipitación por arriba del promedio. En lo que respecta a la precipitación mensual, Escobar menciona que la lluvia comienza a elevarse en mayo o junio y se mantiene hasta los últimos tres meses del año, generalmente en octubre Destaca abril como el mes más seco, pues únicamente tuvo una precipitación considerable en 1896 en que cayeron 125 mm, siendo nula o insignificante en todos los demás años.

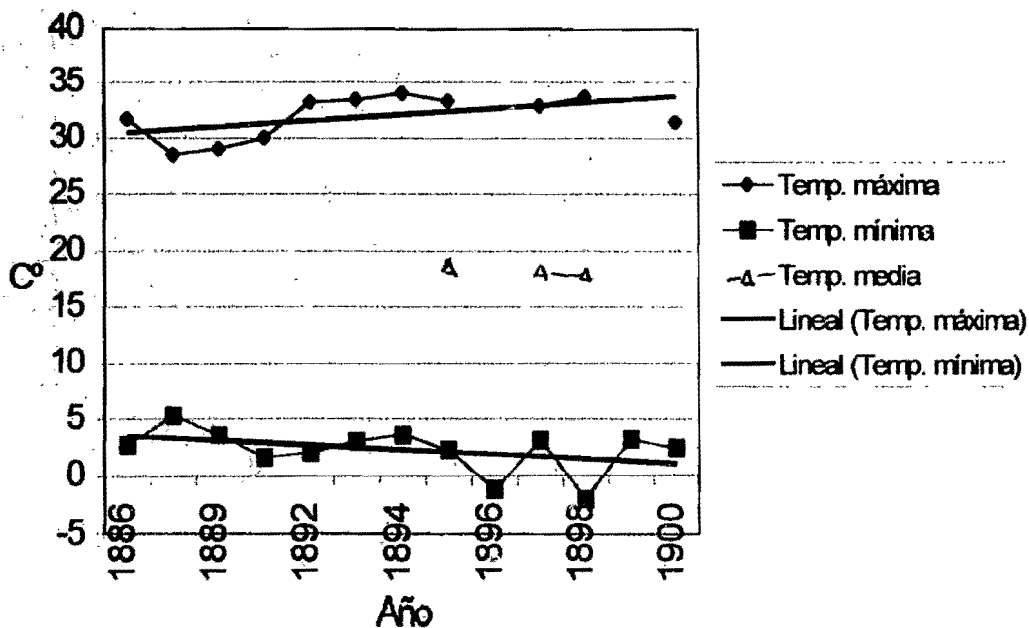
GRÁFICA N° 9
OBSERVATORIO DE GUADALAJARA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1880-1898



OBSERVATORIO DE GUANAJUATO, Gto.

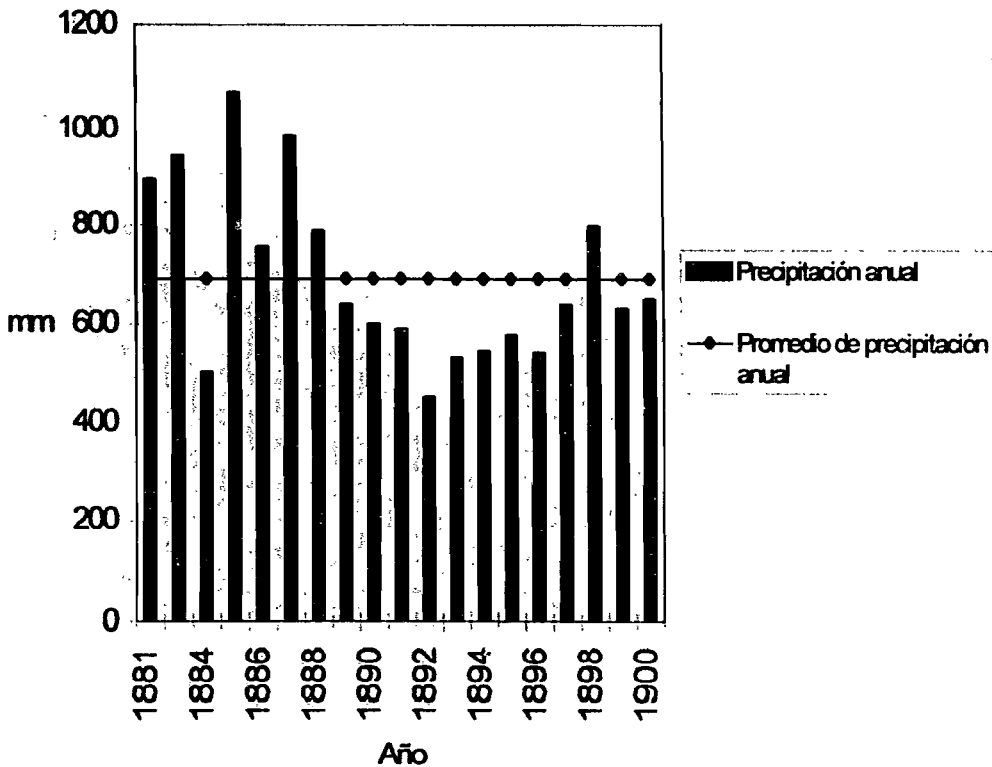
Los datos de temperatura considerados en el cuadro del observatorio de Guanajuato, comprenden los años de 1886, 1887, 1889, 1890 y de 1892 a 1900 (ver gráfica n° 10); la temperatura media se sitúa en 17.6 °C, la máxima es de 34.0 °C y se registra en el año de 1894, la mínima del periodo es de -2 °C y se presenta en el año de 1898. La línea de tendencia de la temperatura muestra que esta aumenta en la máxima y baja en los valores mínimos, sobre todo en la década de los años noventa.

GRÁFICA N° 10
OBSERVATORIO DE GUANAJUATO. TEMPERATURA
AÑOS DE 1886-1900



Los registros de precipitación se refieren al periodo 1881-1900, es decir comprenden un total de 19 años; la precipitación media es de 691.1 mm (ver gráfica n° 11), la máxima es de 1 070.7 mm y se presenta en el año de 1885, la mínima es de 452.2 mm y corresponde al año de 1892, la diferencia entre estos dos valores es de 618. 7 mm. Los años en que los valores se encuentran por arriba de la media son: 1881, 1883, 1885-1887 y 1898; los años que se encuentran por debajo de la media son: 1884, 1889 a 1897, y 1899 a 1900. La gráfica de precipitación permite concluir que los años de la década de los ochenta fueron más lluviosos en comparación de la década de los noventa.

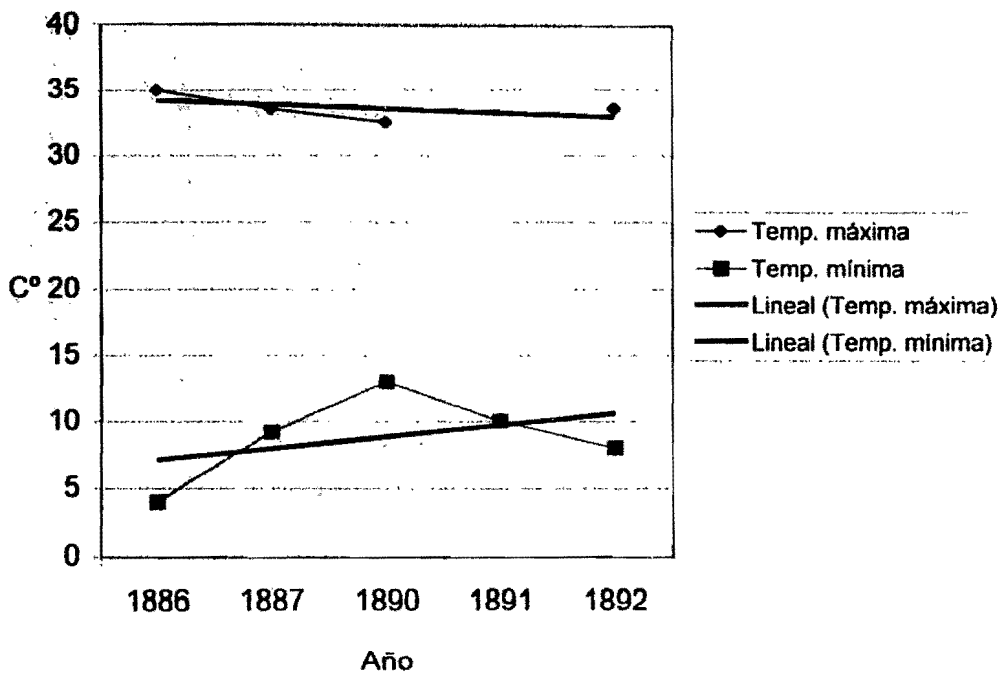
GRÁFICA N° 11
OBSERVATORIO DE GUANAJUATO. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1881-1900



OBSERVATORIO DE HUEJUTLA, Hgo.

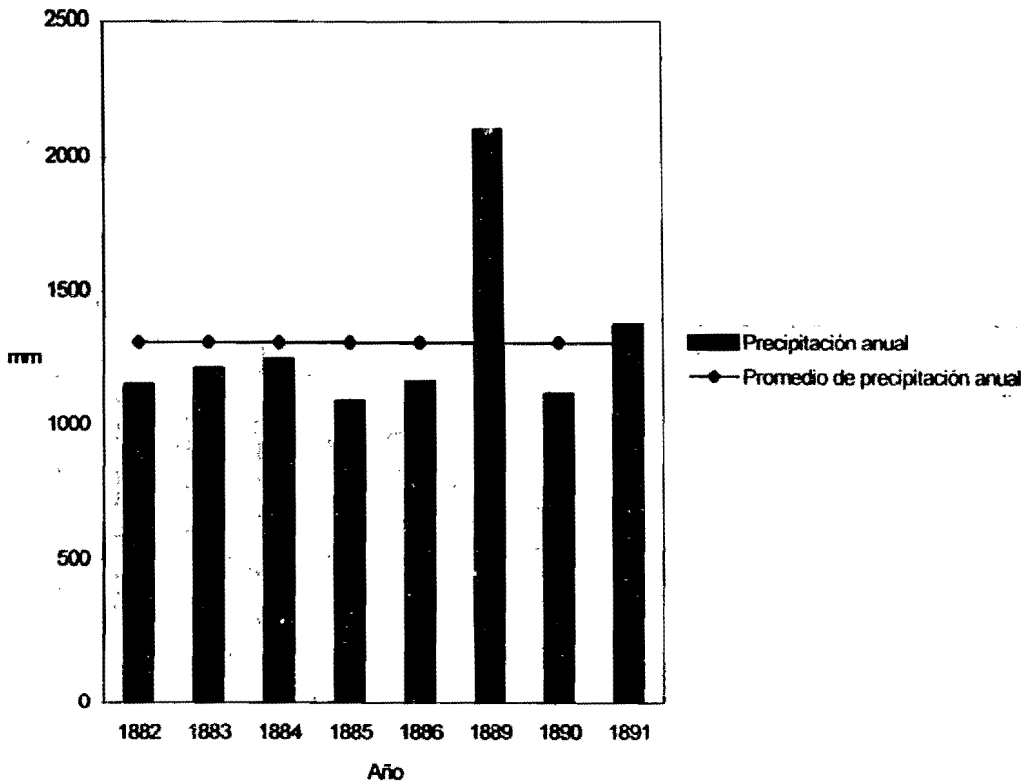
En relación con los datos de temperatura, es importante mencionar que sólo se tienen registros de los años de 1886, 1887 y de 1890 a 1892; la media se sitúa en 23.0°C, la máxima en 35.0 °C y corresponde al año de 1886, la mínima es de 4.0 °C y se presenta en el mismo año de la máxima. La gráfica muestra que la temperatura mínima tiende a aumentar (ver gráfica n° 12)

GRÁFICA N° 12
OBSERVATORIO DE HUEJUTLA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1886 y 1890-1892



Los datos de precipitación abarcan el periodo de 1882 a 1886 y de 1888 a 1892; la media presenta un promedio de 1 311.2 mm (ver gráfica n° 13), la máxima de 2 109.3 mm y se presenta en el año de 1889, la mínima es de 1 093.7 mm y corresponde al año de 1885, la diferencia entre estos dos valores es de 1 015.5 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1889 y 1891; los años en que la lluvia esta debajo del promedio son de 1882 a 1886 y 1890. La gráfica de lluvia permite observar que hubo una precipitación extraordinaria en 1889.

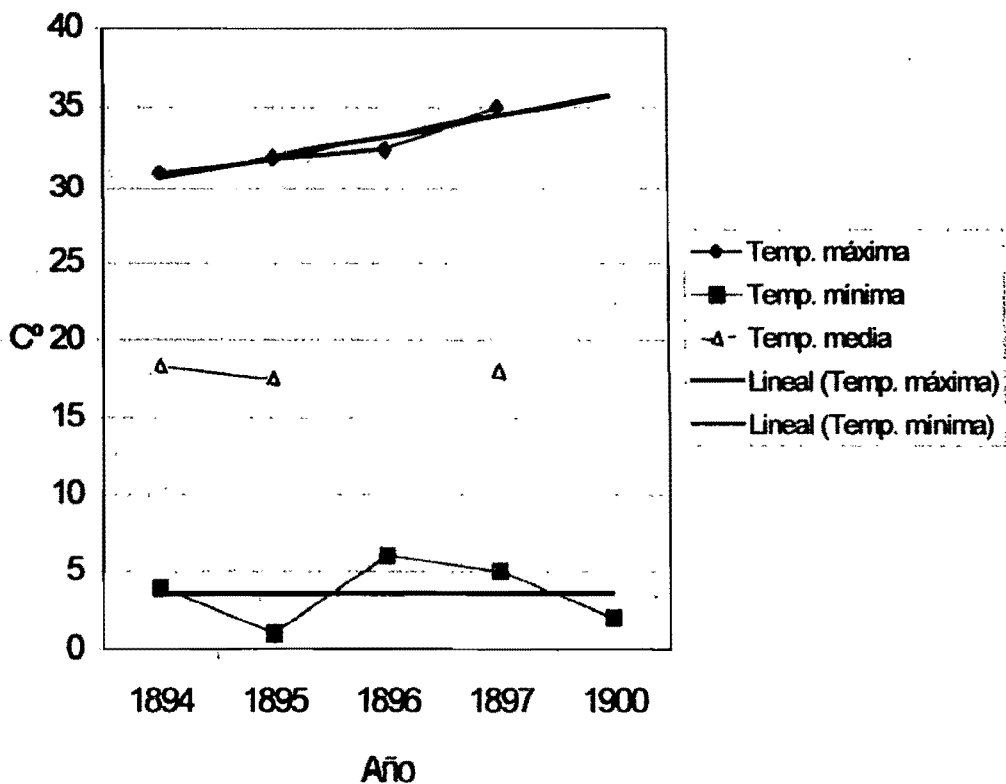
GRÁFICA N° 13
OBSERVATORIO DE HUEJUTLA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1882-1886 y 1889-1891



OBSERVATORIO DE JALAPA, Ver.

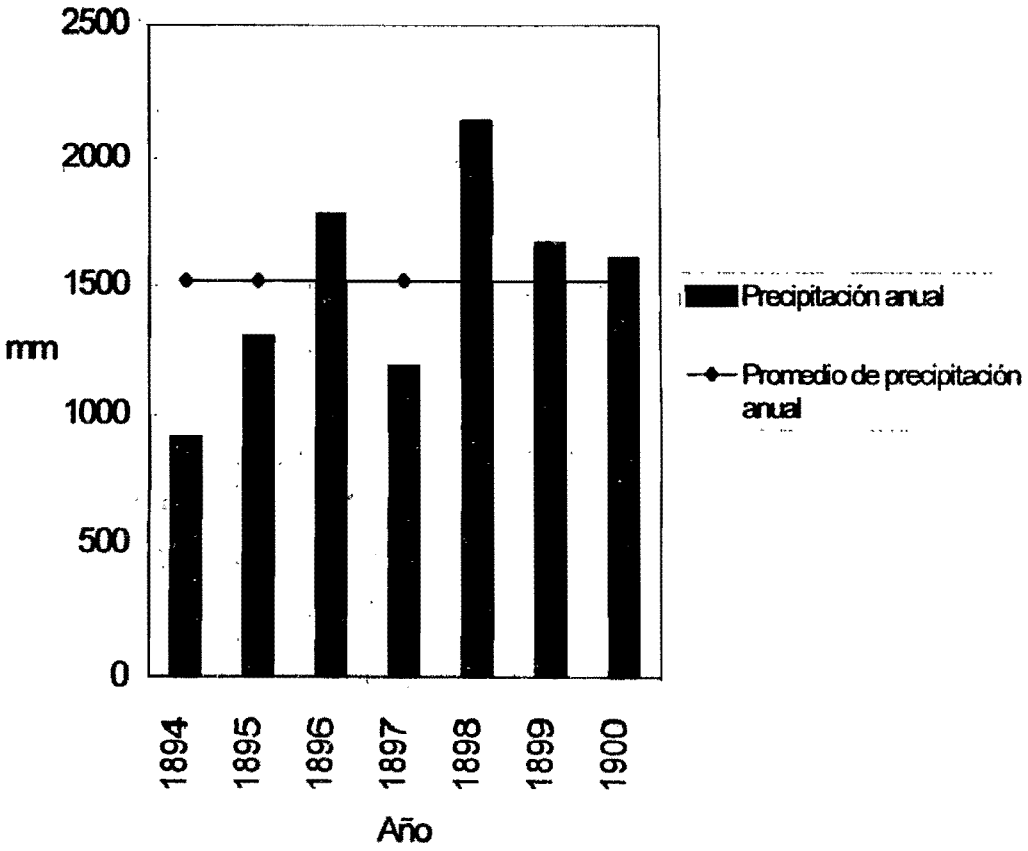
Los datos de temperatura se refieren a los años de 1894 a 1897 y 1900 (ver gráfica n° 14), la media es de 18.5 °C, la máxima de 35.0 °C y se presenta en el año de 1897, la mínima es de 1.0 °C y corresponde al año de 1895.

GRÁFICA N° 14
OBSERVATORIO DE JALAPA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1894-1897 y 1900



Con respecto a la precipitación se tiene información del periodo 1894-1900, el promedio de lluvia en el periodo es de 1519.2 mm (ver gráfica n° 15), la máxima es de 2 156.1 mm y se presenta en el año de 1898, la mínima es de 917.5 mm y corresponde al año de 1894, la diferencia entre estos dos valores es de 1 238.6 mm; los años en que la lluvia se sitúa por arriba del promedio son 1896 y de 1898 a 1900, los años en que la precipitación se encuentra por debajo del promedio son 1894, 1895 y 1897. En la gráfica de precipitación se observa que la cantidad de lluvia aumenta en los últimos años del siglo pasado.

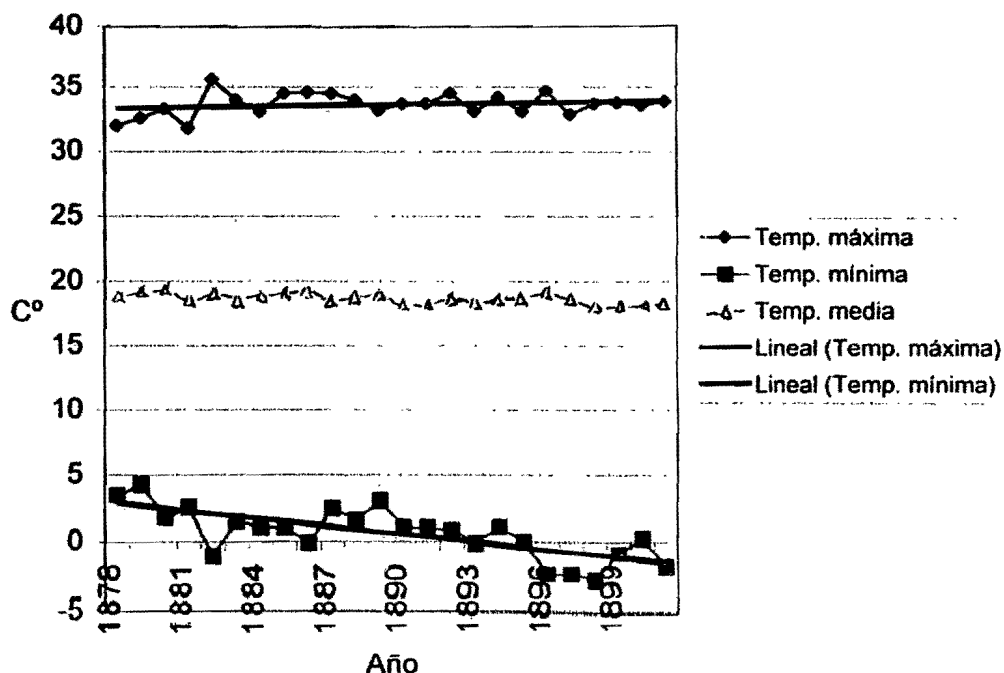
GRÁFICA N° 15
OBSERVATORIO DE JALAPA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1894-1900



OBSERVATORIO DE LEÓN, Gto.

Los datos que se conservan del Observatorio de León, constituyen uno de los registros más completos que se tienen de la República Mexicana en el siglo pasado, esta situación se debe a que el encargado del Observatorio, Mariano Leal publicó en diversos boletines de ese siglo, estudios sobre el clima de León, por esa razón, no resulta difícil encontrar información sobre este lugar. Los datos de temperatura considerados en el cuadro abarcan en periodo de 1878 a 1901 (ver gráfica n° 16), la media del periodo se sitúa en 18.9 °C, la máxima en 35.6 °C y corresponde al año de 1882 (mes de abril), la mínima es de -2.8 °C y se presenta en el año de 1898 (mes de enero). La gráfica de temperatura permite observar que en los años de la década de los setenta, las mínimas no bajan de 0.0 °C; posteriormente, se observa una tendencia decreciente en las mínimas, destacando en particular los años de 1896 a 1898, en los que las mínimas se sitúan por debajo de los -2 °C.

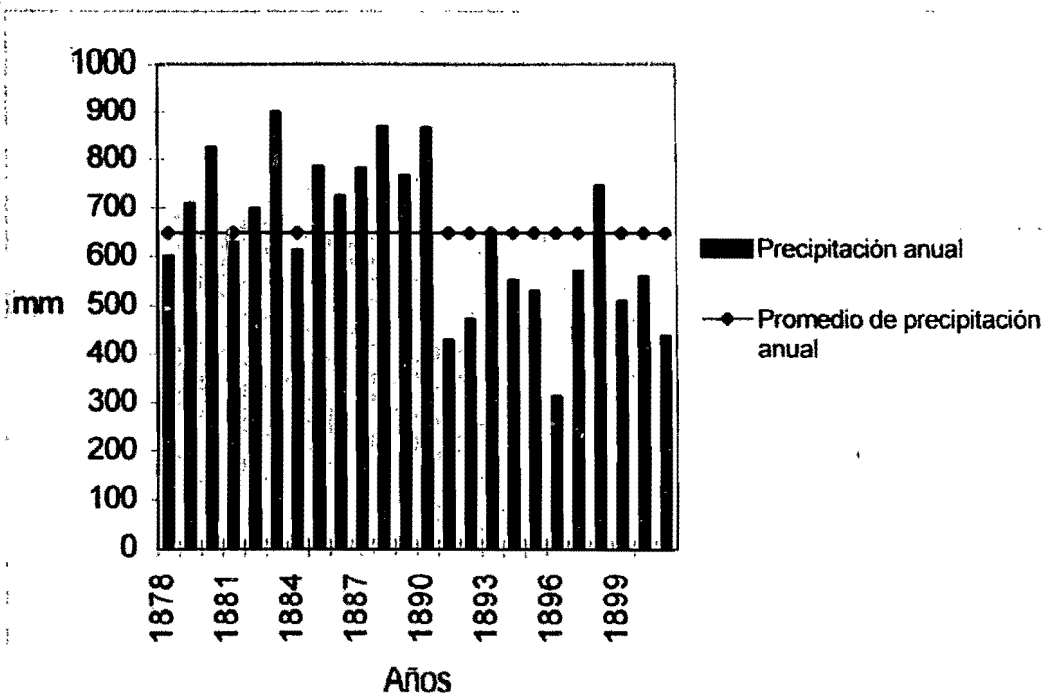
GRÁFICA N° 16
OBSERVATORIO DE LEÓN. TEMPERATURA
AÑOS DE 1878-1901



Los datos de precipitación del cuadro comprenden un periodo semejante al de temperatura, es decir de 1878 a 1901 (ver gráfica n° 17). El promedio de lluvia

durante el periodo es de 648.2 mm, la máxima es de 900.4 mm y corresponde al año de 1883, la mínima se presenta en 1896 con 314.6 mm, la diferencia entre estos dos valores es de 586.3 mm; julio de 1884, constituye el mes en que se presenta la mayor precipitación mensual con 81 mm. En la gráfica de lluvia se aprecia que los años de 1879, 1880, 1882, 1883, 1885 a 1890, 1893 y 1898, la precipitación se encuentra por encima del promedio, en tanto que los años de 1878, 1881, 1884, 1891, 1892, 1894 a 1897 y 1899 a 1901 se ubican por debajo del promedio. Por otra parte, el diagrama también presenta los siguientes rasgos notables: primero, una serie sucesiva de años sobre la precipitación media comprendidos entre 1885 a 1890 inclusive; segundo, que antes del año de 1890 la mayoría de los años están sobre la normal, resultando sólo con una precipitación inferior los años de 1878, 1881 y 1884; por último, después de 1890, casi todos los años tuvieron una precipitación muy reducida, pues sólo hay un año con precipitación normal que fue 1893 y uno con precipitación mayor que fue el de 1898.

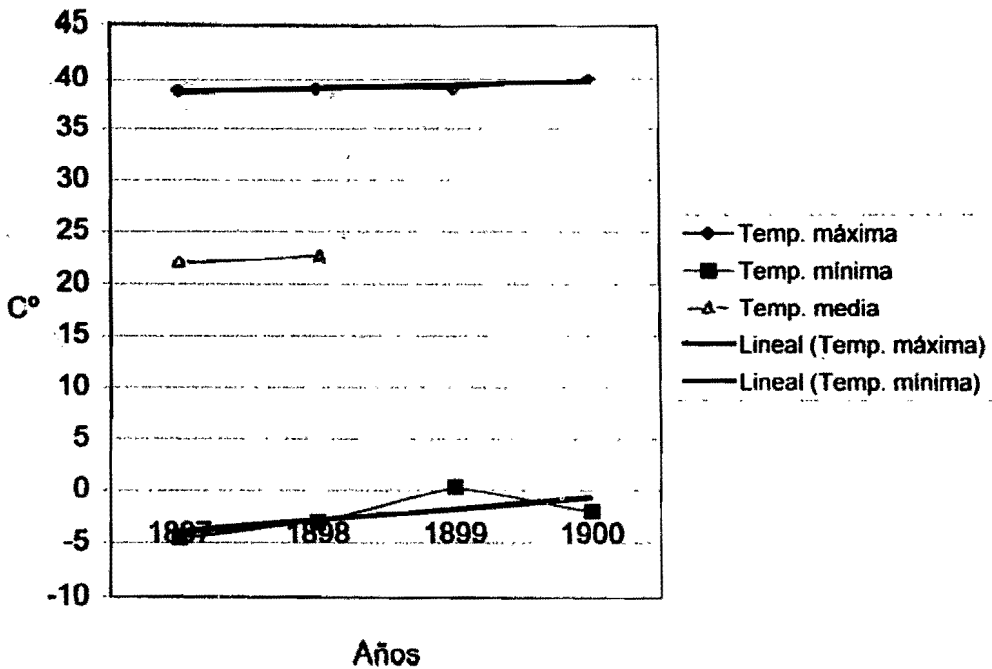
GRÁFICA N° 17
OBSERVATORIO DE LEÓN. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1878-1901



OBSERVATORIO DE LINARES, N. L.

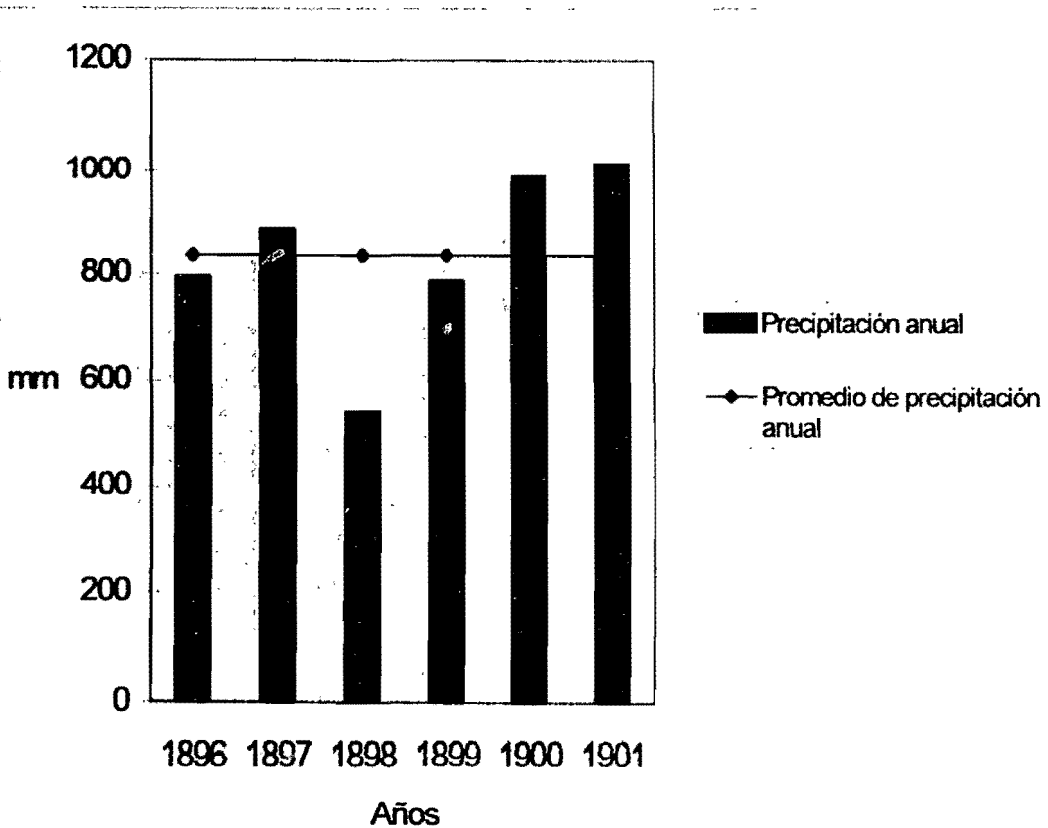
Del observatorio de Linares se conservan datos solamente de los años de 1897 a 1900 (ver gráfica n° 18), la temperatura media es de 22.4 °C, la máxima es de 40.0 °C y corresponde al año de 1900, la mínima es de -4.5 °C y se presenta en el año de 1897.

GRÁFICA N° 18
OBSERVATORIO DE LINARES. TEMPERATURA
AÑOS DE 1897-1900



Con respecto a la precipitación, se tienen datos de los años de 1896 a 1901 (ver gráfica n° 19), el promedio se sitúa en 836.0 mm, la máxima es de 1 014.0 mm y se presenta en el año de 1901, la mínima es de 543.0 mm y corresponde al año de 1898, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 471.0 mm. La gráfica de lluvia permite observar que los años de 1897, 1900 y 1901 se encuentran arriba del promedio, en tanto que los años de 1896, 1898 y 1899 se encuentran debajo del promedio.

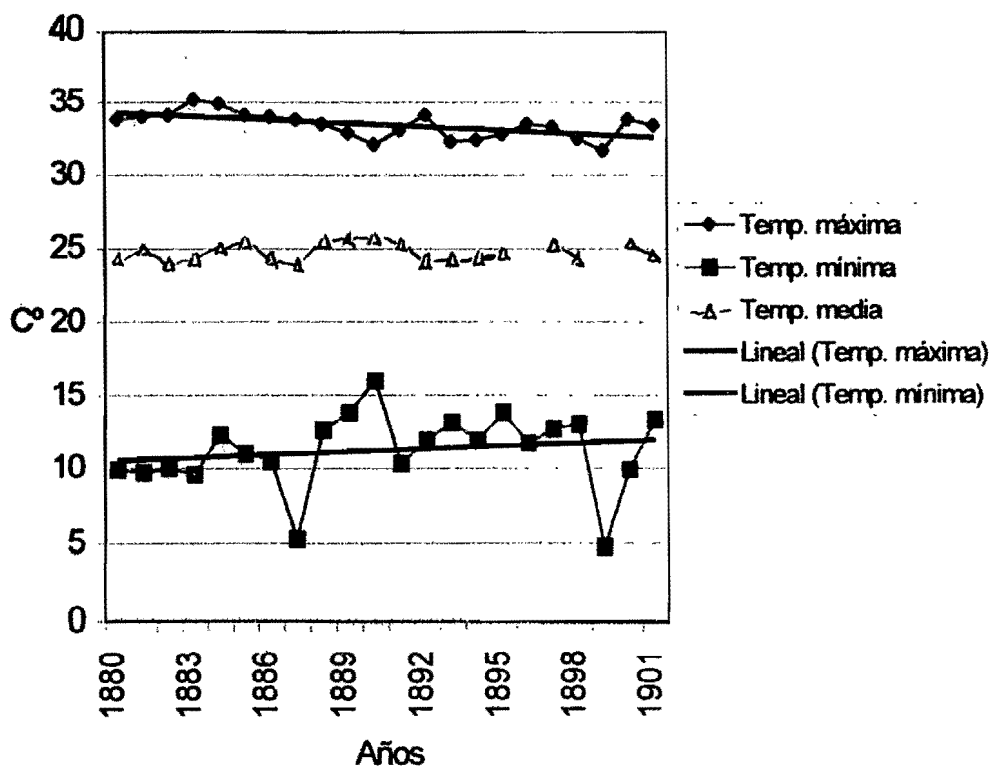
GRÁFICA N° 19
OBSERVATORIO DE LINARES. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1896-1901



OBSERVATORIO DE MAZATLAN, Sin.

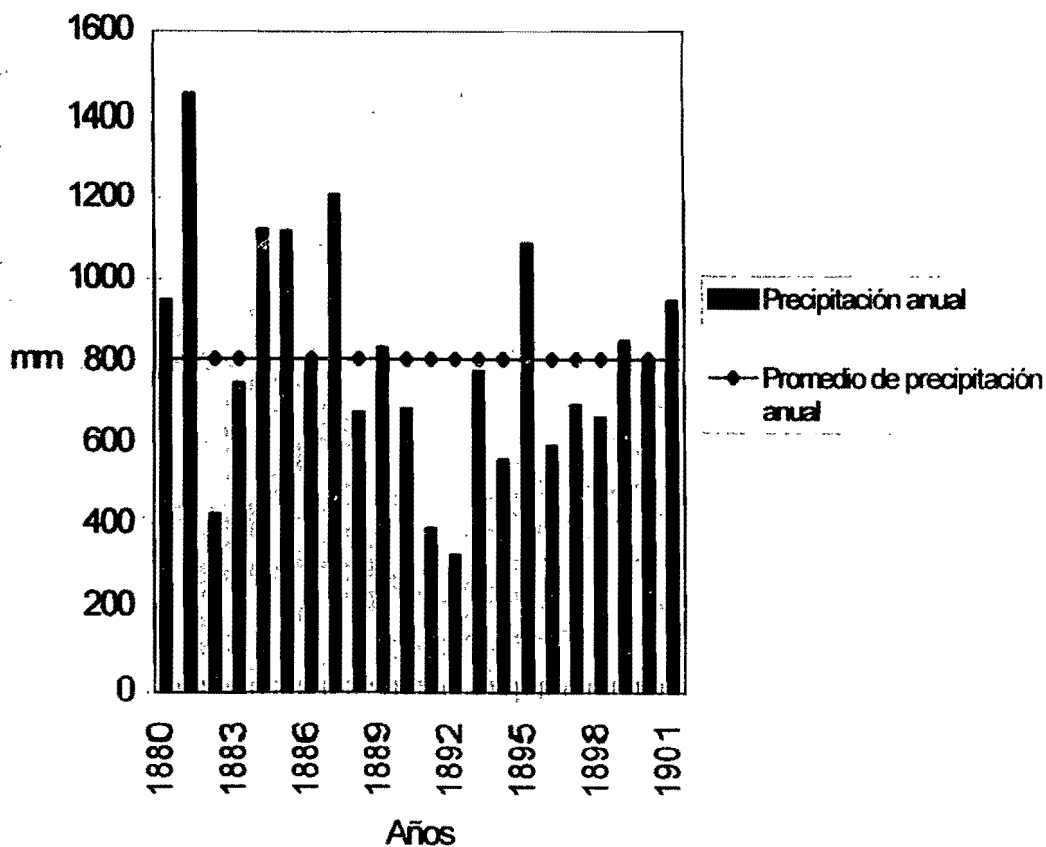
Los registros de temperatura y precipitación comprenden el periodo de 1880 a 1901 (ver gráfica n° 20), es decir un total de 22 años. En relación con la temperatura se tiene una media de 25.2 °C, la máxima es 35.2 °C y se presenta en el año de 1883, la mínima es de 4.8 °C y corresponde al año de 1899. La gráfica de temperatura no registra acontecimiento alguno de importancia.

GRÁFICA N° 20
OBSERVATORIO DE MAZATLÁN. TEMPERATURA
AÑOS DE 1881-1901



Con respecto a la precipitación, se tiene una media de 805.8 mm, la máxima es de 1 454.2 mm y corresponde al año de 1881, la mínima es de 326.1 mm y se presenta en 1892, la diferencia entre estos dos valores es de 1 128.1 mm. Los años que la lluvia se encuentra por arriba de la media son: 1880, 1881, 1884, 1885, 1887, 1889, 1895 y de 1899 a 1901; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1882, 1883, 1886, 1888, de 1890 a 1894 y de 1896 a 1898. En la gráfica de precipitación nº 21 se aprecia que las lluvias fueron más escasas en la década de los noventa en comparación de la década anterior.

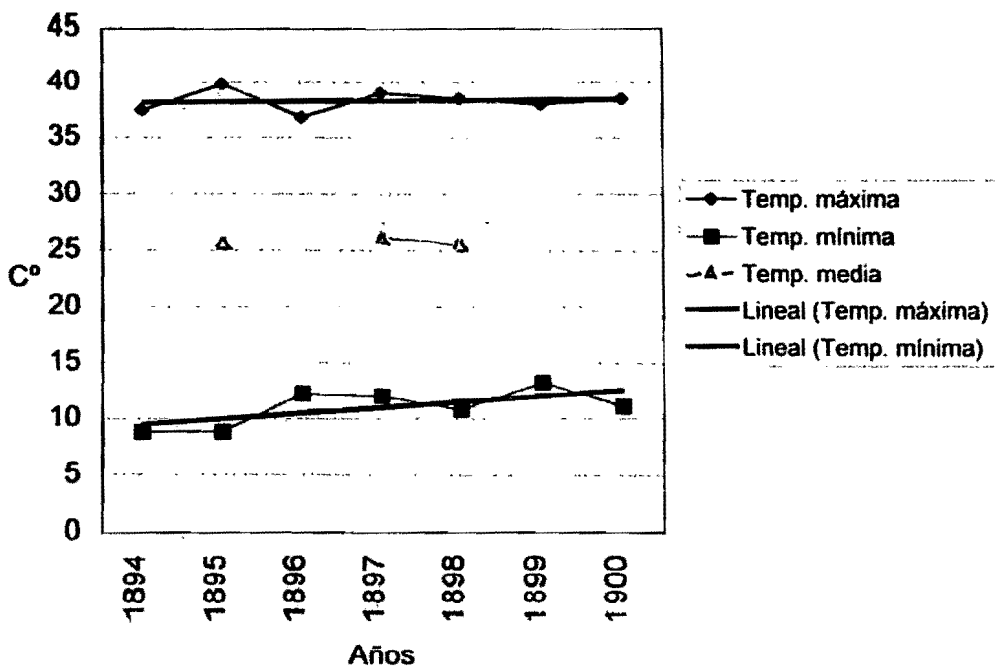
GRÁFICA N° 21
OBSERVATORIO DE MAZATLÁN. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 18810-1901



OBSERVATORIO DE MÉRIDA, Yuc.

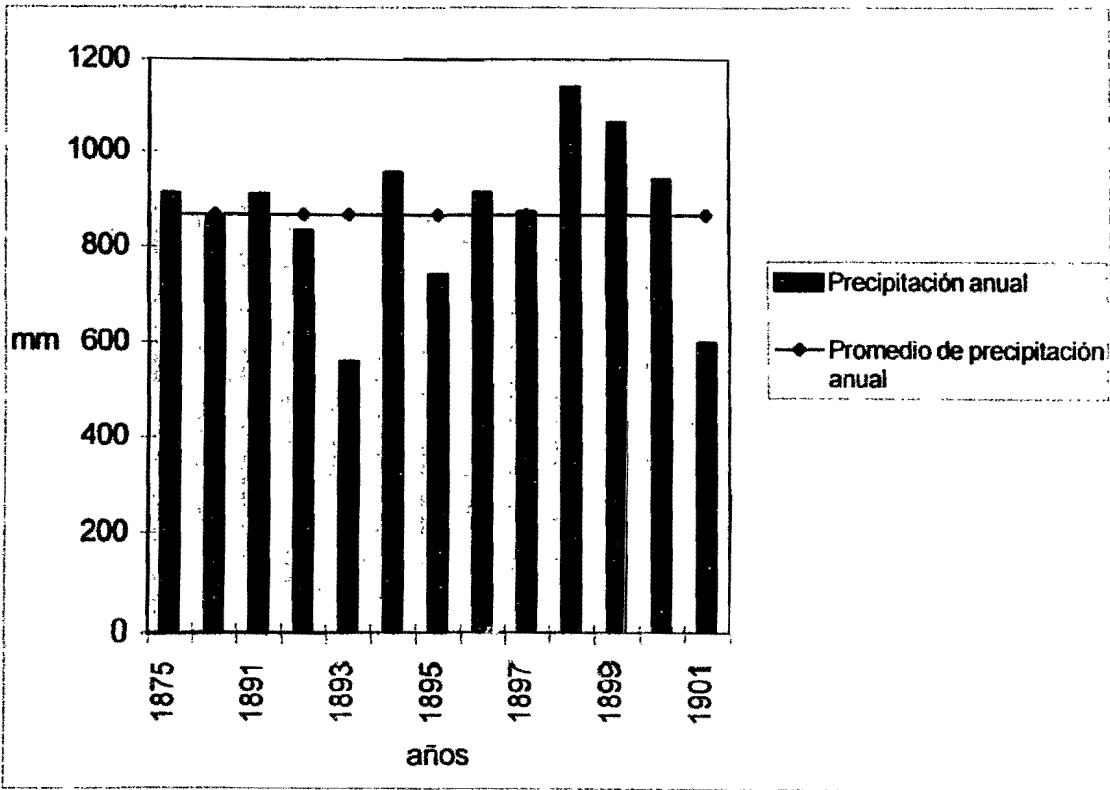
Los datos de temperatura considerados en el cuadro comprenden el periodo de 1894 a 1900 (ver gráfica n° 22), la temperatura media se sitúa en 25.8 °C, la máxima en 39.8 °C y corresponde al año de 1895, la mínima es de 8.8 °C y se presenta en los años de 1894 y 1895. La gráfica de temperatura permite observar una tendencia al aumento de la temperatura mínima en los últimos años del siglo pasado; sin embargo, como se refiere a un lapso de tiempo de sólo algunos años, resulta difícil adelantar alguna conclusión al respecto.

GRÁFICA N° 22
OBSERVATORIO DE MÉRIDA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1894-1900



Los datos de precipitación se refieren a los años de 1875 y de 1890 a 1901 (ver gráfica n° 23), la precipitación media en el periodo es de 867.3 mm, la máxima de 1 139.9 mm y se presenta en el año de 1898, la mínima es de 560.0 mm y corresponde al año de 1893, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 579.9 mm. Los años en que la lluvia se sitúa por arriba de la media son: 1875, 1891, 1894 y de 1896 a 1900; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1890, 1892, 1893, 1895 y 1901. La gráfica de precipitación permite establecer que durante el periodo de 1890 a 1895, los promedios de lluvia aumentan y disminuyen de forma alternada; a partir del periodo de 1897 a 1900, se registran cinco años en que la precipitación estuvo arriba del promedio, para finalmente disminuir en 1901.

GRÁFICA N° 23
OBSERVATORIO DE MÉRIDA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1875 y 1890-1901



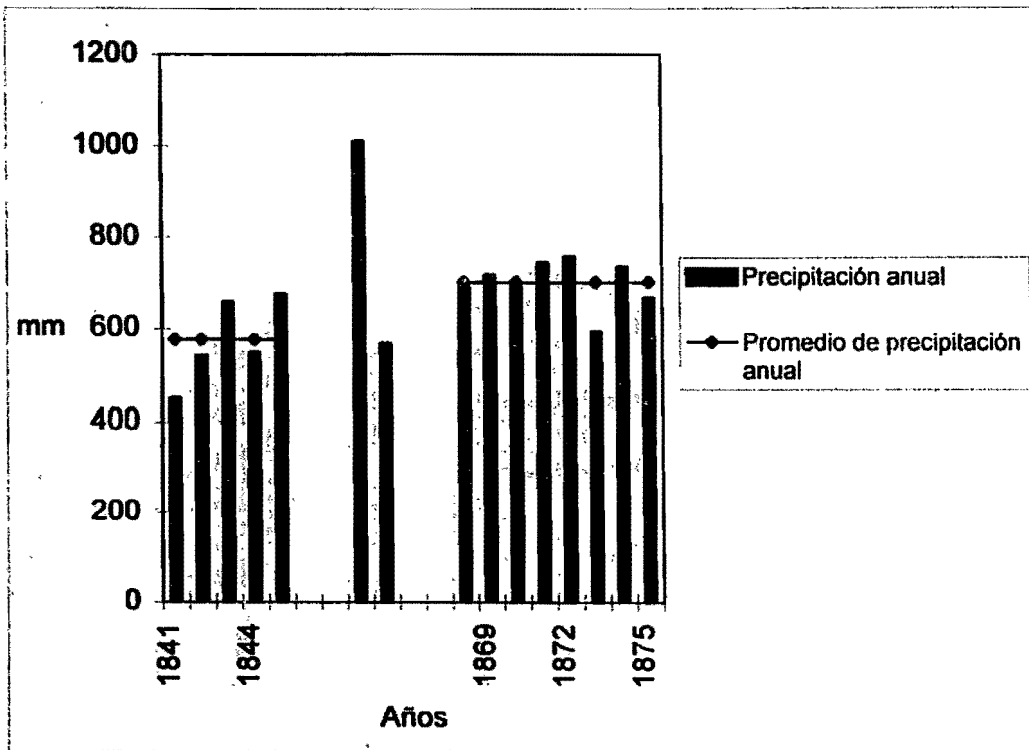
OBSERVATORIOS EN EL DISTRITO FEDERAL.

A la Ciudad de México le corresponde el honor de ser la región pionera en el establecimiento de los primeros observatorios meteorológicos en el país, por esta razón, no resulta raro que las series de observación más largas que se conservan, se hayan realizado en este lugar. No obstante, de que existen antecedentes de registro de datos del estado del tiempo desde la época colonial, se puede decir que son las observaciones que se realizan en el Colegio de Minería, las primeras que se hicieron por un periodo de tiempo relativamente largo, y que por lo tanto, permitieron que fueran utilizadas en posteriores estudios sobre el clima de la capital. Estas observaciones fueron hechas, como se mencionó anteriormente, por el Conde de la Cortina en el quinquenio de 1841 a 1845; en segundo termino, se tienen las llevadas a cabo en la Hacienda de Buenavista (Xochimilco), las cuales comprenden los años de 1855 a 1875; a continuación, se tienen las observaciones de la Escuela Nacional Preparatoria del periodo de 1868 al 1875. Posteriormente, en el año de 1877 se establecería el Observatorio Meteorológico Central, el cual va a normar el patrón de registro de datos en todo el país. Los datos que se conservan, antes del establecimiento del Observatorio Central, se refieren casi siempre a la cantidad de lluvia anual, a pesar de este hecho, las observaciones resultan de gran interés para el estudio del clima en el pasado, por ese motivo, a continuación se presenta un pequeño análisis de las mismas.

Colegio de Minería

Las observaciones de precipitación se refieren a los años de 1841 a 1845 (ver gráfica nº 24), la media anual es de 575.7 mm, los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1843 y 1845, y los del promedio son: 1841, 1842 y 1844.

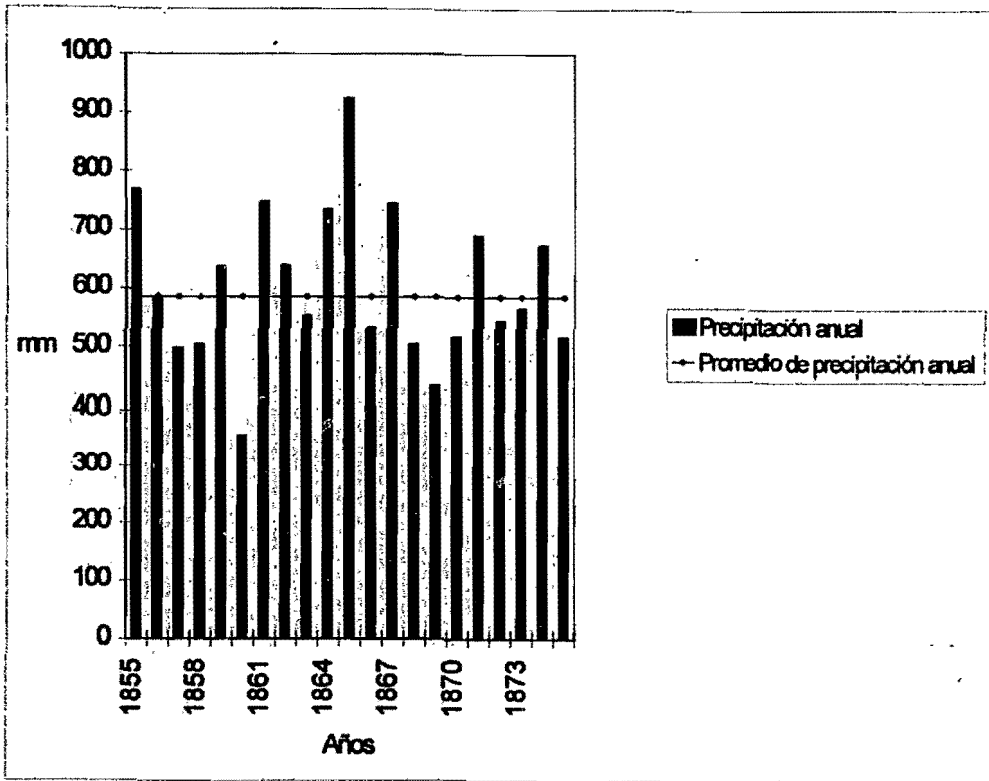
GRÁFICA N° 24
OBSERVATORIO DE EL COLEGIO DE MINERÍA
PRECIPITACIÓN AÑOS DE 1841-1845 y 1865-1866
OBSERVATORIO DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA
PRECIPITACIÓN AÑOS DE 1868-1875



Hacienda de Buenavista (Xochimilco)

Los registros de precipitación comprenden los años de 1855 a 1875 (ver gráfica n° 25), el promedio de precipitación en el periodo es de 584.7 mm, los años en que la lluvia se encuentra por arriba de promedio son: 1855, 1856, 1859, 1861, 1862, 1864, 1865, 1867, 1867, 1871 y 1874, los años en que la lluvia esta por debajo del promedio son: 1857, 1858, 1860, 1863, 1866, 1868, 1869, 1870, 1872, 1873 y 1875.

GRÁFICA N° 25
OBSERVATORIO DE LA HACIENDA DE BUENAVISTA
PRECIPITACIÓN AÑOS DE 1855-1875



Escuela Nacional Preparatoria

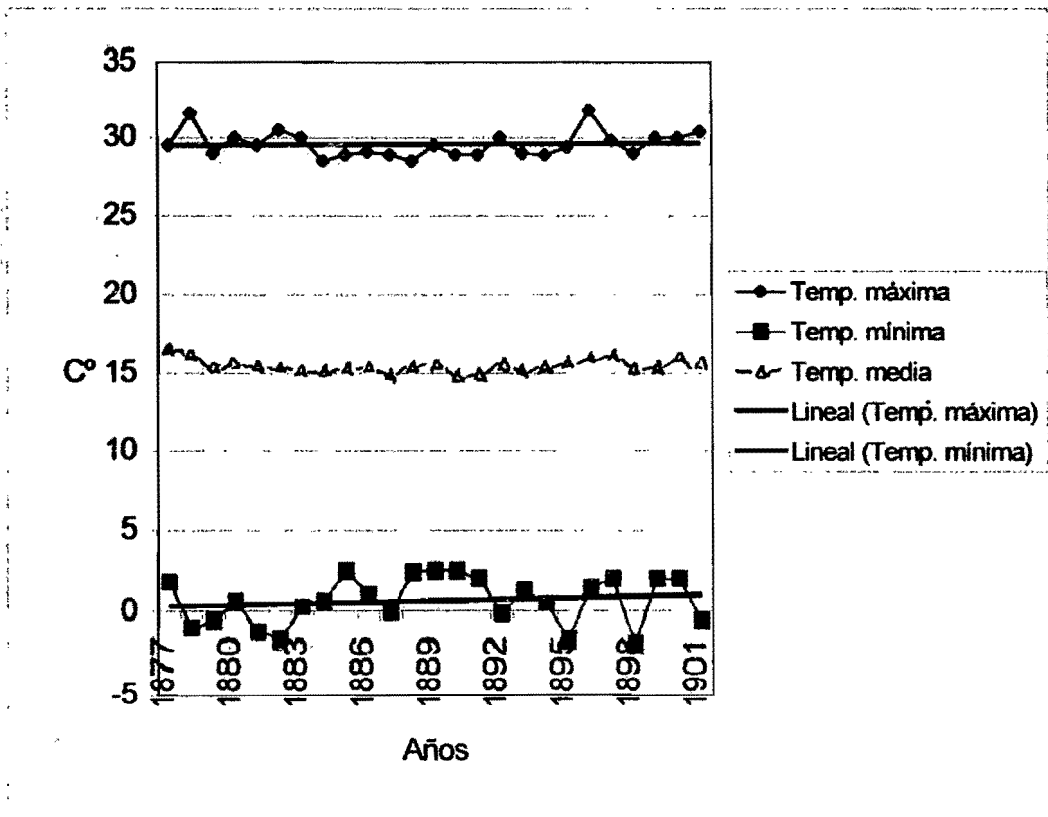
Los datos de precipitación comprende los años de 1868 a 1875 (ver gráfica nº 24), el promedio de precipitación es de 701.6 mm, los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1869, 1871, 1872 y 1874, los años en que la lluvia se encuentra por abajo del promedio son: 1868, 1870, 1873 y 1875.

Observatorio Meteorológico Central

A partir de la inauguración del Observatorio Meteorológico Central en 1877, se tienen registros completos del clima en la Ciudad de México, para los últimos 23 años del siglo pasado y el primer año de este siglo

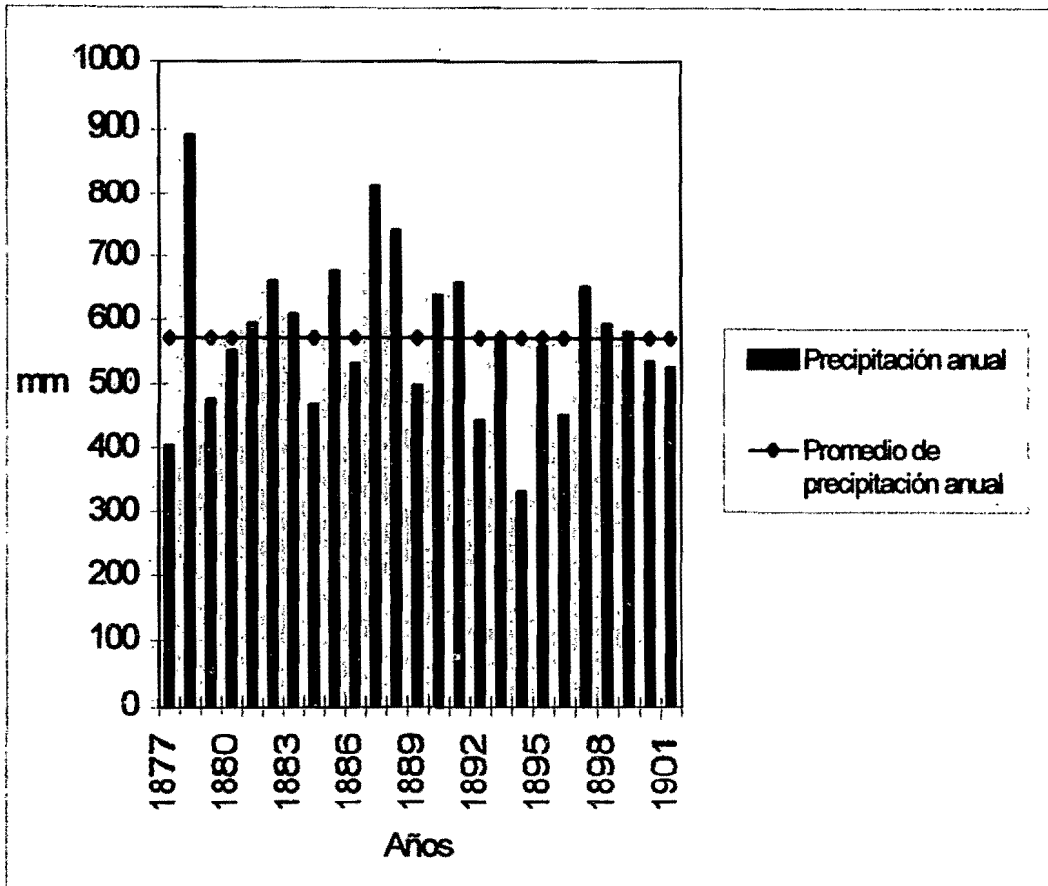
Los datos de temperatura para el periodo de 1877 a 1901 (ver gráfica n° 26), indican que la temperatura máxima se registró en el año de 1896 con 31.8 °C, en tanto que la mínima histórica del periodo fue de -2.0 °C registrada en 1898.

GRÁFICA N° 26
OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE MÉXICO
TEMPERATURA AÑOS DE 1877-1901



El promedio de precipitación para el periodo de 1877 a 1901 es de 571.1 mm (ver gráfica n° 27), la máxima es de 892.6 mm y se presenta en 1878, la mínima es de 331.8 mm y ocurre en 1894, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 560.8 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1878, 1882, 1883, 1885, 1887, 1888, 1890, 1891, 1897 y 1899; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1877, 1879, 1880, 1881, 1884, 1886, 1889, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1900 y 1901.

GRÁFICA N° 27
OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE MÉXICO
PRECIPITACIÓN AÑOS DE 1877-1901



Con la información de la precipitación de la Ciudad de México que se fue acumulando a lo largo del siglo pasado, motivó a diversos estudiosos de la época, a tratar de determinar las leyes que regían ese fenómeno. Entre los trabajos que se realizaron al respecto, destacan los de Vicente Reyes y Mariano Barcena, los cuales procuraron examinar si se cumplían las leyes de periodicidad de lluvias, por ellos fijadas. El Sr. Reyes intituló el suyo "La Ley de Periodicidad de las lluvias en el Valle de México", al que dio lectura en la Sociedad de Geografía y Estadística, en la sesión del 1º de febrero de 1879. El Sr. Barcena puso por título a su estudio "Pluviometría", y lo insertó en el *Boletín del Observatorio*, con fecha de junio 30 de 1896. El primero de ellos, basó su ley en las observaciones hechas en la hacienda de San Nicolás de Buenavista. El Sr. Reyes, examinando la altura de la lluvia en la hacienda nombrada, dedujo las siguientes conclusiones:

- 1) Desde 1855 hasta 1871, las máximas se reproducen alternativamente cada cuatro y cada dos años, en el orden siguiente: 1855-1859-1861-1865-1867-1871.
- 2) Desde 1857 hasta 1872, las mínimas se suceden cada tres años, así 1857-1860-1863-1866-1869-1872.
- 3) La curva de precipitación presenta, en general, un movimiento descendente desde 1855 hasta 1860, elevándose en los años subsecuentes hasta 1865, volviendo a decrecer hasta 1869.
- 4) Por efecto de una anomalía, la ley se interrumpió después del año de 1871, porque entre esa máxima y la siguiente debía mediar un intervalo de dos años, en tanto que fue de tres, pero a continuación volvió a prevalecer la ley, pues las máximas de 1874 y 1878 estuvieron ya separadas por un intervalo de cuatro años.

Parecía que el Sr. Reyes había encontrado las leyes pluviales en México; pero desgraciadamente no sucedió así, porque, las observaciones hechas después en el Observatorio Meteorológico Central demostraron que no regían esas leyes para el Valle de México, pues el Sr. Barcena, comparando la altura anual de lluvia desde 1877 a 1895, con una abscisa de 500 mm, sacó conclusiones distintas, estableciendo las siguientes leyes:

1) Las máximas relativas corresponden a los años de 1878, 1882, 1885, 1887, 1891, 1893 y 1895, es decir, están separados esos puntos por intervalos de años que pueden expresarse así: 4, 3, 2, 4, 2, 2. Por lo que podría decirse que en esta serie del Observatorio, la máxima que debía presentarse en 1894 se adelantó a 1893.

2) Las mínimas se han presentado en los años de 1877, 1879, 1884, 1886, 1889, 1892 y 1894, es decir, a los 2, 5, 2, 3, 3 y 2 años, sin que esta curva del Observatorio presentara alguna regularidad en la posición de esos puntos entrantes.

3) En cuanto a las mínimas extremas inferiores a la media adoptada de 500 milímetros, se presentan en la curva del Observatorio en los años de 1879, 1884, 1889, 1892 y 1894, por lo que puede deducirse que esta serie dio una depresión de menos de 500 milímetros cada cinco años, y que después de ella vienen cuatro años de lluvia superior a 500 milímetros: como excepción se presentó el año de 1892 que solamente alcanzó la lluvia 444 milímetros, y debía de haber pasado del término de comparación, habiendo faltado 56 milímetros para tocar aquel límite.

4) Si tomamos las dos series unidas (de la Hacienda de San Nicolás y del Observatorio) esas depresiones debajo de la línea de 500 milímetros se han presentado en los años de 1857, 1860, 1869, 1877, 1879, 1884, 1889, 1892 y 1894 o sea, intervalos de separación de 3, 9, 8, 2, 5, 5, 3, 2.

De estas conclusiones y números del Sr. Barcena se deduce que, siguiendo su método y el del Sr. Reyes, no hay regla fija para los mínimos de lluvia, debido a que no se cumplieron los pronósticos hechos por ambos; ya que por ejemplo, el Sr. Barcena predecía uno para el año de 1896, en que escribía; pero no se realizó, pues la altura de las lluvias fue ese año de 452 milímetros. A su vez el Sr. Reyes había dicho en su estudio: "El presente año de 1879 estará caracterizado por una disminución de lluvia..... y en 1880 volverán a ser abundantes las aguas". Se realizó la primera parte de su pronóstico, pues en 1879 sólo subió la lluvia 477 milímetros, pero falló respecto del año de 1880, pues no fue de máximo, sino de mínimo, no habiendo alcanzado la lluvia, más que una altura la altura de 552. 2 milímetros.

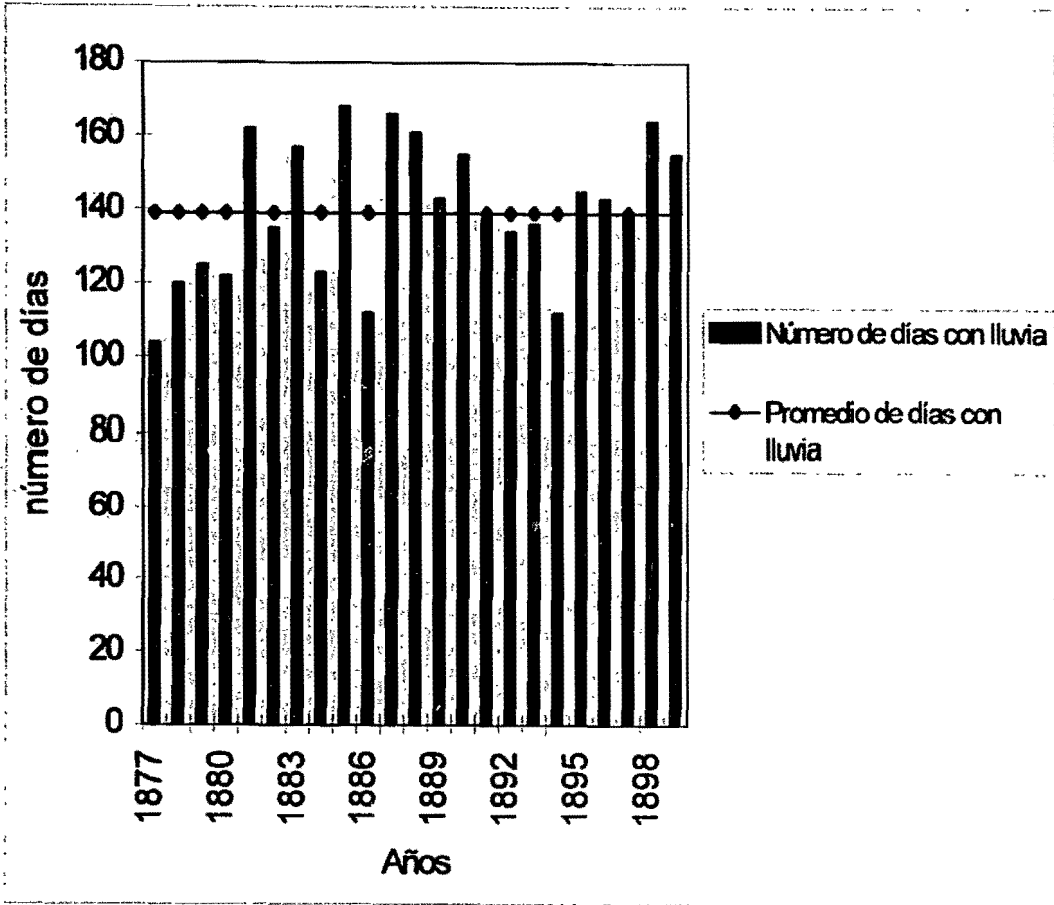
Luis G. León publicó en 1900, su estudio intitulado *La lluvia en México. Apuntes para la climatología de nuestra Ciudad de México* en donde aparece un cuadro (cuadro número 2) con el número de días con lluvia de cada uno de los años desde 1877 a 1899, mismo que a continuación se presenta:

Cuadro n° 2

Año	Días con lluvia	Año	Días con lluvia
1877	104	1889	143
1878	120	1890	155
1879	125	1891	138
1880	122	1892	134
1881	162	1893	136
1882	135	1894	112
1883	157	1895	145
1884	123	1896	143
1885	168	1897	139
1886	112	1898	164
1887	166	1899	155
1888	161		

Este mismo autor señala que el máximo de días con lluvia fue 1885, en el que hubo 168, y el mínimo, se presentó en 1877, en que sólo hubo 104 días con lluvia (ver gráfica n° 28). La cantidad media anual de días lluviosos es de 139.

GRÁFICA N° 28
OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE MÉXICO
NÚMERO ANUAL DE DÍAS CON LLUVIAS. AÑOS DE 1877-1899



En lo que se refiere a la máxima precipitación en un día, esta ocurrió en 1878 en que hubo 62.2 mm y 1888 en que la precipitación fue de 63.5 mm.

En el año de 1903, Manuel Miranda y Marrón presentó en el Tercer Congreso Meteorológico Nacional, un estudio que intituló *El Sol, la Temperatura y la Lluvia*, en donde establece que los resultados obtenidos por los Sres. Reyes y Barcena, sobre la precipitación en la Ciudad de México, provinieron del promedio de lluvia, adoptado por cada uno de ellos, tomando el primero el de 603 milímetros, y el segundo el de 500; muy alto el uno y muy bajo el otro; pues el promedio que arrojan las observaciones practicadas en el Observatorio Central durante 24 años es de 581.9 (ver cuadro n°3).

Este mismo autor, señala que si se adopta el verdadero promedio de 581 milímetros, aplicándolo a las dos series de observaciones, que abrazan un periodo de 47 años, esto es de 1855 a 1902, exceptuando el año de interrupción de 1876, se encuentra que los máximos de lluvia ocurrieron con los siguientes intervalos:

Cuadro n° 3

San Nicolás de Buenavista		Observatorio Meteorológico Central	
Año	Precipitación (en mm)	Año	Precipitación (en mm)
1855	786.6	1878	892.6
1856	585.4	1881	595.2
1857	637.6	1882	661.0
1861	747.3	1883	608.7
1862	639.0	1885	675.7
1864	734.4	1887	812.7
1865	934.1	1888	739.9
1867	744.9	1890	638.1
1871	690.2	1891	658.3
1874	674.9	1897	652.1
1876	—	1898	593.8
		1899	581.1

En cuanto a los mínimos de lluvia, conservando el mismo promedio de 581 milímetros tuvieron lugar en los años que siguen:

Cuadro n° 4

San Nicolás Buenavista		Observatorio Meteorológico Central	
Año	Precipitación (en mm)	Año	Precipitación (en mm)
1857	497.6	1877	404.0
1858	504.8	1879	477.0
1860	355.3	1880	552.2
1863	552.8	1884	468.5
1866	532.1	1886	531.2
1868	504.4	1889	498.1
1869	440.3	1892	444.2
1870	518.7	1893	568.6
1872	544.1	1894	331.8
1873	565.7	1895	559.1
1875	517.9	1896	452.0
		1900	535.9
		1901	527.1

De los cuadros anteriores resulta:

1) Los máximos de lluvia se verificaron con los intermedios de años 1, 3, 2, 1, 2, 1, 2, 4, 3, 2, 2, 3, 1, 1, 2, 2, 1, 2, 1, 5, 1, 1,

2) Los mínimos ocurrieron con intervalos de años 1, 2, 3, 3, 2, 1, 1, 2, 1, 2, 2, 2, 1, 3, 2, 3, 3, 1, 1, 1, 1, 4, 1, 1.

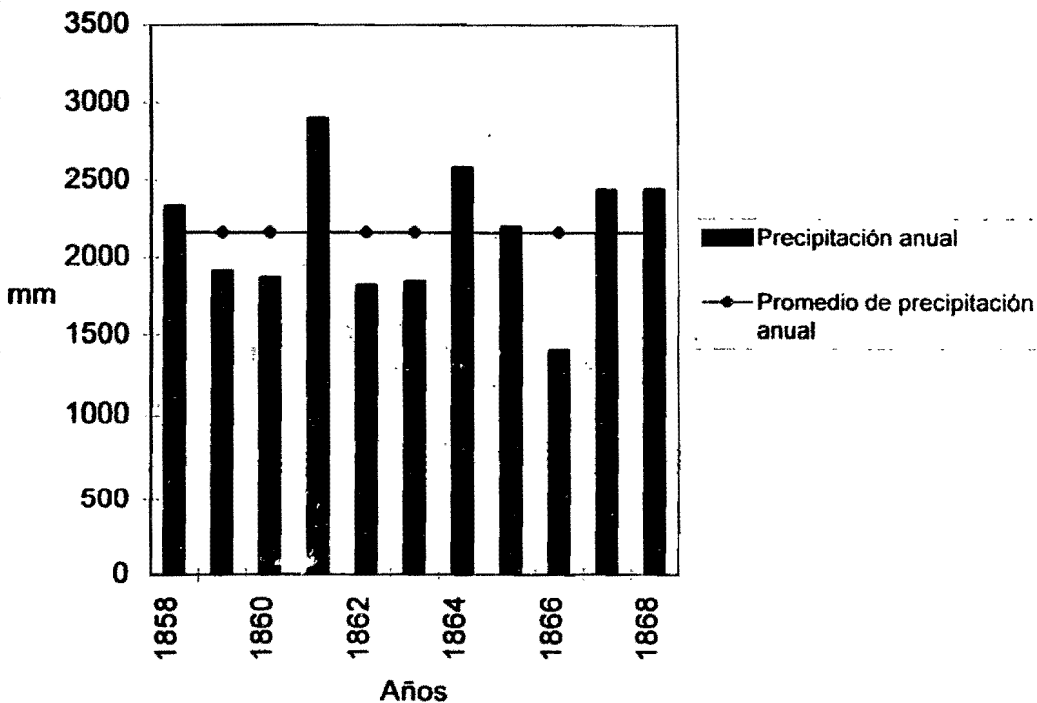
Miranda, concluye su estudio diciendo que: "Adoptado el promedio verdadero, se echa de ver que es imposible establecer una ley de periodicidad de máximos y mínimos de lluvia en el Valle de México, si se atiende únicamente a la serie de observaciones anuales, pues tanto unos como otros se presentan con suma irregularidad, viniendo esos máximos y mínimos unas veces alternos, otros, seguidos en dos o tres años y otros con distancia de cuatro a cinco años.

OBSERVATORIO DE LA HACIENDA DEL MIRADOR, Ver.

En lo que se refiere a la temperatura, de este lugar se conservan únicamente datos de temperatura media del periodo de 1860 a 1868; por otra parte, es importante mencionar que los datos originales están en grados Fahrenheit, una vez hecha la conversión a grados centígrados, se tiene que la temperatura media durante el periodo es de 19.8 °C.

En relación con la precipitación, se tienen datos de la lluvia durante el periodo de 1858 a 1868; el promedio de precipitación en ese lapso de tiempo fue de 2 162 mm. La máxima precipitación fue de 2 902 mm y ocurre en el año de 1861, en tanto que la mínima fue de 1 410 mm y se presenta en 1866, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 752 mm. Los años en que la precipitación se sitúa por arriba del promedio son: 1858, 1861, 1864, 1865, 1867 y 1868; los años en que la lluvias esta por debajo del promedio son: 1859, 1860, 1862, 1863 y 1866. En la gráfica de precipitación n° 29 se puede observar una alternancia entre los años de abundantes lluvias, con respecto a los de escasas lluvias.

GRÁFICA N° 29
OBSERVATORIO DE LA HACIENDA DEL MIRADOR
PRECIPITACIÓN AÑOS DE 1858-1868



OBSERVATORIO DE MONTERREY, N. L.

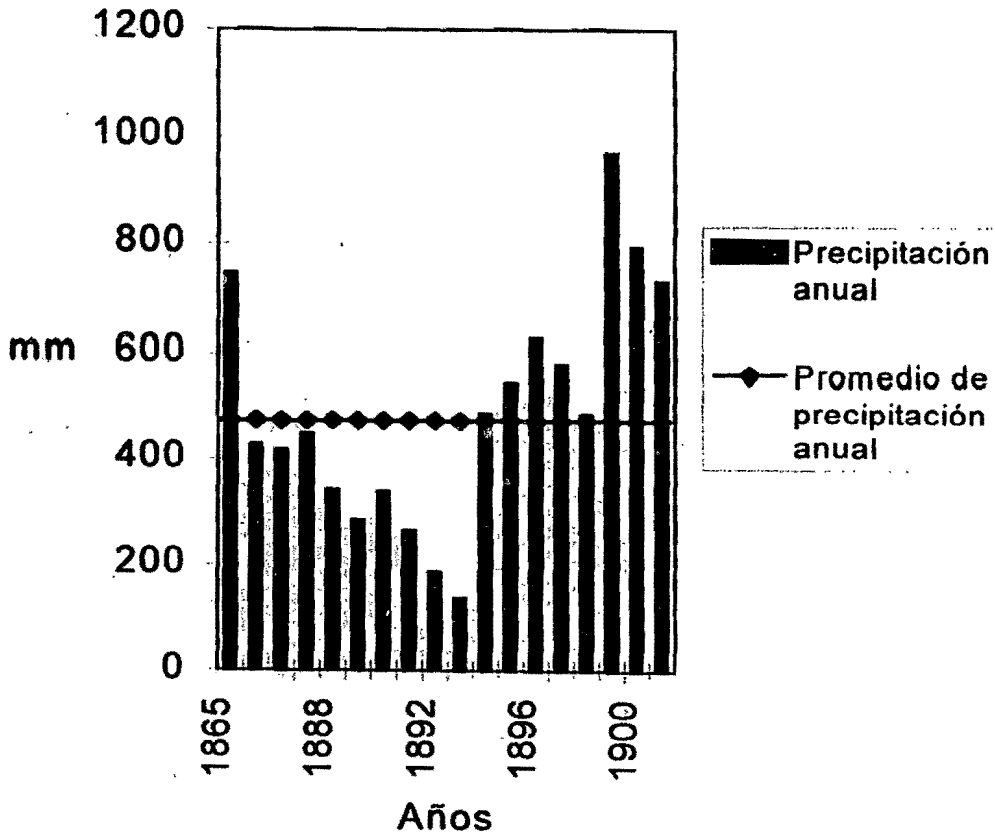
Del observatorio de Monterrey sólo se consiguieron datos de temperatura de los años de 1894, 1897 y 1898; la temperatura media en este periodo, es de 16.8 °C, la máxima de 41.2 °C y corresponde al año de 1894, la mínima es de 0.0 °C y se presenta en el año de 1898.

Debido a que la gráfica de temperatura consigna solo registros de tres años, esto no permite establecer conclusión alguna. En relación con la precipitación se tienen datos de los años de 1865 y de 1885 a 1901 (ver gráfica n° 30), la media para el periodo es de 475.1 mm, la máxima es de 969.4 mm y ocurre en el año de 1899, la mínima es de 137.0 mm y se presenta en el año de 1893, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 822.4 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1865 y de 1894 a 1901.

Los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio corresponden al periodo de 1885 a 1893. La gráfica de precipitación permite observar que antes del año de 1894 todos los años tuvieron lluvias inferiores a la normal y que después aumentaron hasta el año de 1901.

Rómulo Escobar (*op. cit.*), señala que fue notable el año de 1888 porque, la poca lluvia que existió se distribuyó en casi todos los meses del año, habiendo sido noviembre el mes más lluvioso, con la precipitación muy reducida de 27.3 mm; este mismo autor menciona que la curva de lluvia mensual presenta la característica de que, el periodo de sequía, casi siempre interrumpe al periodo de lluvias, también resulta digno de mención, la poca precipitación que hubo en los meses de la temporada de lluvias, del periodo de 1885 a 1893.

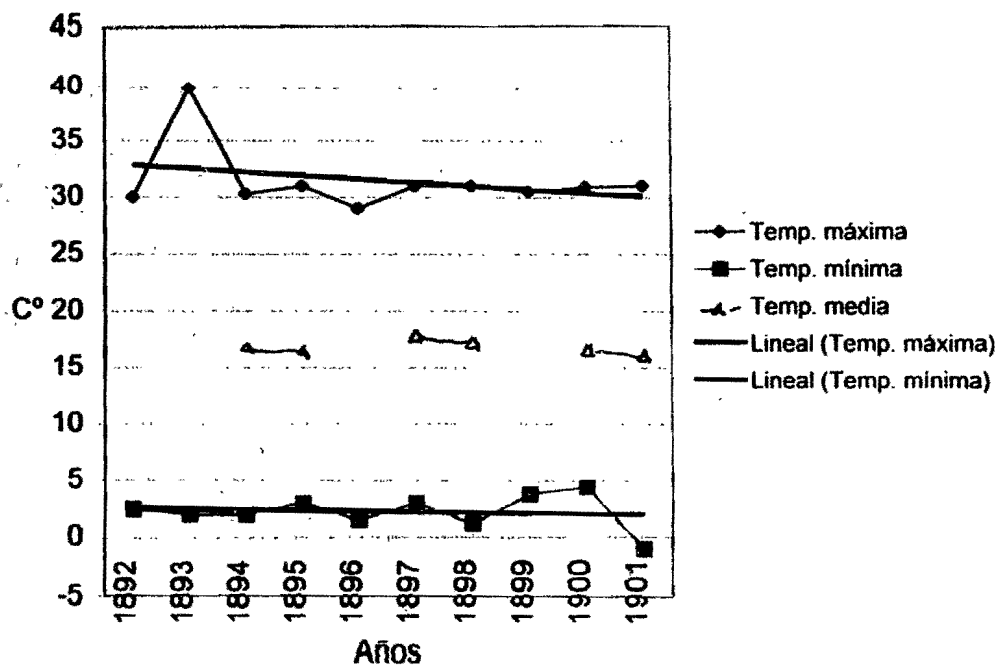
GRÁFICA N° 30
OBSERVATORIO DE MONTERREY. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1865 y 1885-1901



OBSERVATORIO DE MORELIA, Mich.

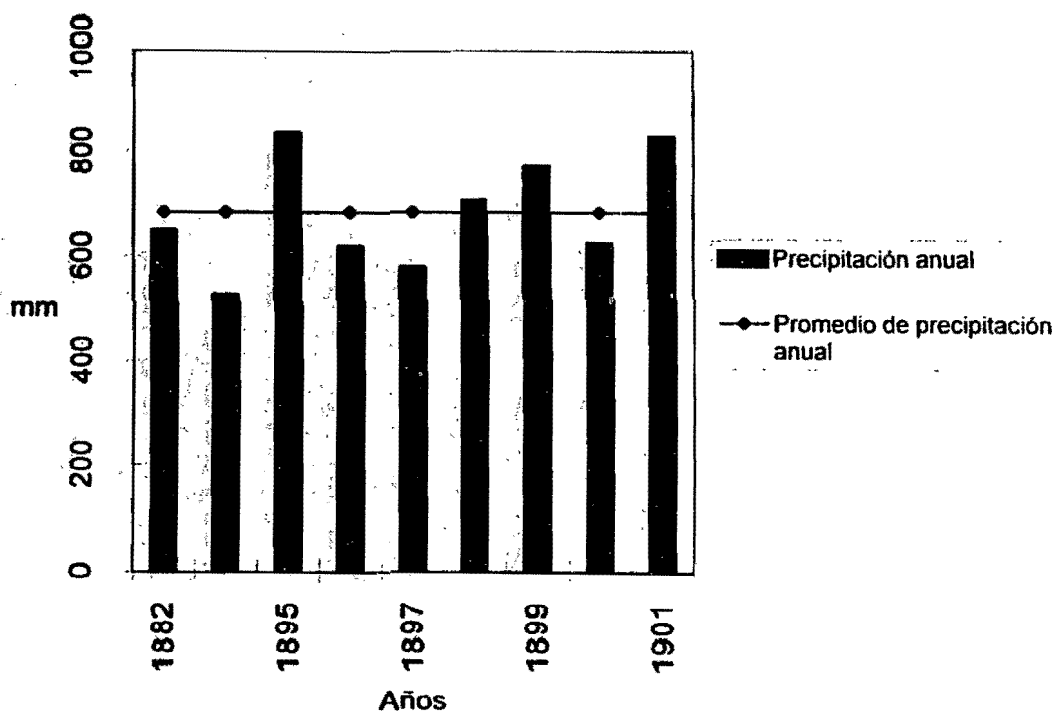
Del observatorio de Morelia se tienen datos de temperatura del periodo de 1892 a 1901 (ver gráfica n° 31); la temperatura media durante el periodo, es 16.8 °C, la máxima es de 31.5 °C y se presenta en varios años, la mínima es de -1.0 °C y corresponde al año de 1901.

GRÁFICA N°31
OBSERVATORIO DE MORELIA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1892-1901



Los datos de precipitación comprenden el periodo de 1882 y de 1892 a 1901 (ver gráfica nº 32); el promedio de lluvia en dicho periodo es de 683.5 mm, la máxima es de 837.2 mm y corresponde al año de 1895, la mínima es de 516.5 mm y se presenta en el año de 1894, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 309.6 mm. Los años en que la precipitación se encuentra por arriba del promedio son 1895, 1898, 1899 y 1901; los años en que la misma se encuentra por debajo del promedio son 1882, 1894, 1896, 1897 y 1900. La gráfica de precipitación permite observar que los años de abundantes lluvias, se alternan con los años de escasas lluvias.

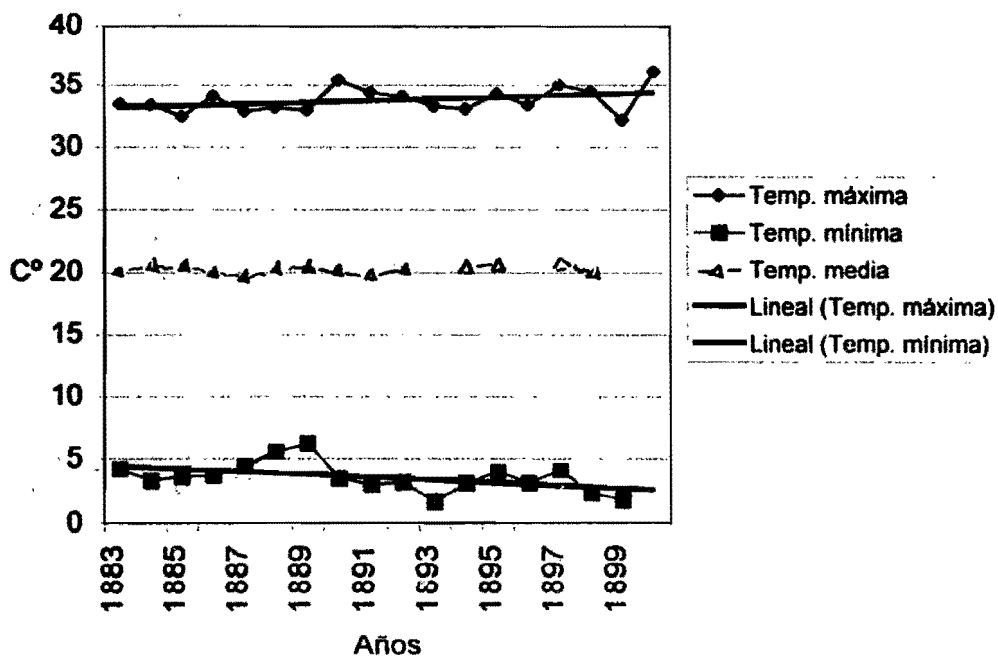
GRÁFICA Nº 32
OBSERVATORIO DE MORELIA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1882 y 1892-1901



OBSERVATORIO DE OAXACA, Oax.

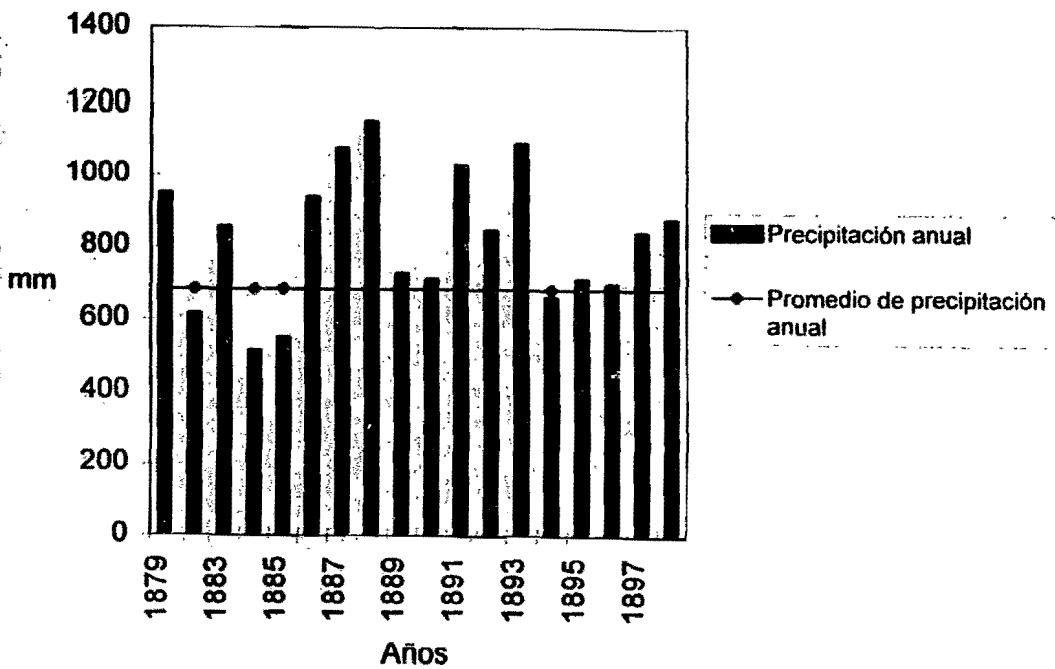
Los registros de temperatura de Oaxaca considerados en el cuadro, cubren los años de 1883 a 1900 (ver gráfica n° 33); la temperatura media en dicho periodo es de 20.6 °C, la máxima es de 36.1 °C y se presenta en el año de 1900, la mínima es de 1.7 °C y corresponde al año de 1893. En la gráfica de temperatura, no se observa ningún acontecimiento notable.

GRÁFICA N° 33
OBSERVATORIO DE OAXACA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1883-1900



Los datos de precipitación comprenden el periodo de 1878 a 1880 y de 1883 a 1898 (ver gráfica n° 34); el promedio de precipitación es de 683.5 mm, la máxima es de 1 161.7 mm y ocurre en el año de 1888, la mínima es de 516.5 mm y corresponde al año de 1884, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 645.2 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son 1879, 1883, 1886 a 1888, 1891 a 1893 y de 1898 a 1899; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son 1878, 1880, 1884, 1885, 1889, 1890, y de 1894 a 1896.

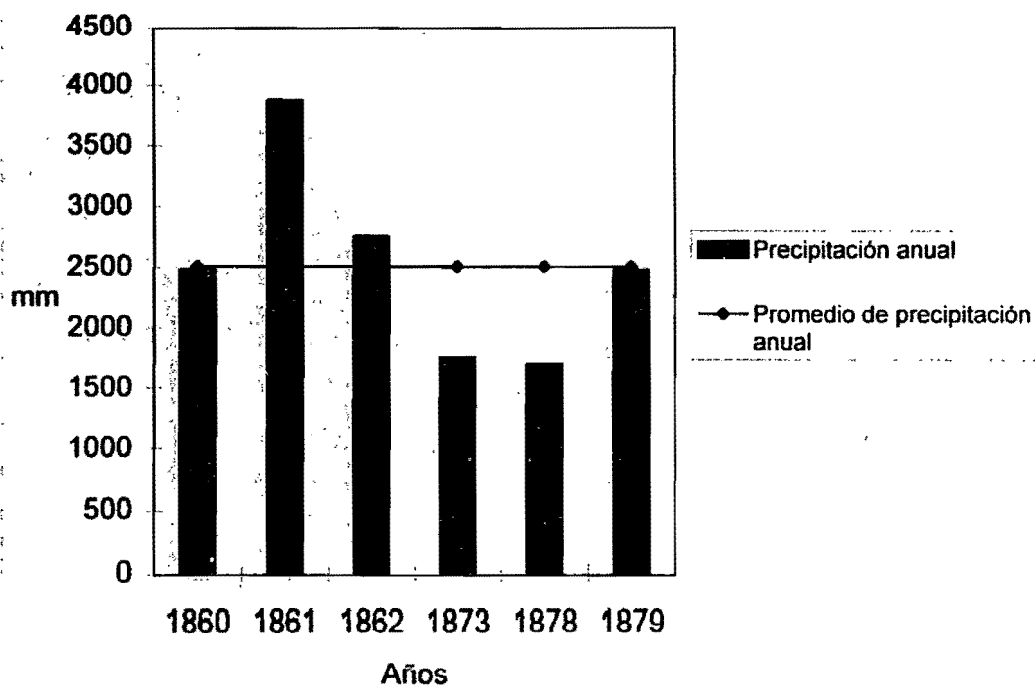
GRÁFICA N°34
OBSERVATORIO DE OAXACA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1880-1883-1898



OBSERVATORIO DE ORIZABA, Ver.

De este observatorio sólo se conservan datos de la precipitación, los años que se tiene información son: 1860, 1861, 1862, 1873, 1878 y 1879 (ver gráfica nº 35). El promedio de lluvia es de 2 510.0 mm, la máxima ocurre en 1861 con 3 874.0 mm, en tanto que la mínima es de 1 699.6 mm y se presenta en el año de 1878, la diferencia entre la mínima y la máxima es de 2 174.4 mm. La gráfica de precipitación permite observar que la década de los años sesenta fueron más lluviosos en comparación con los de la siguiente década.

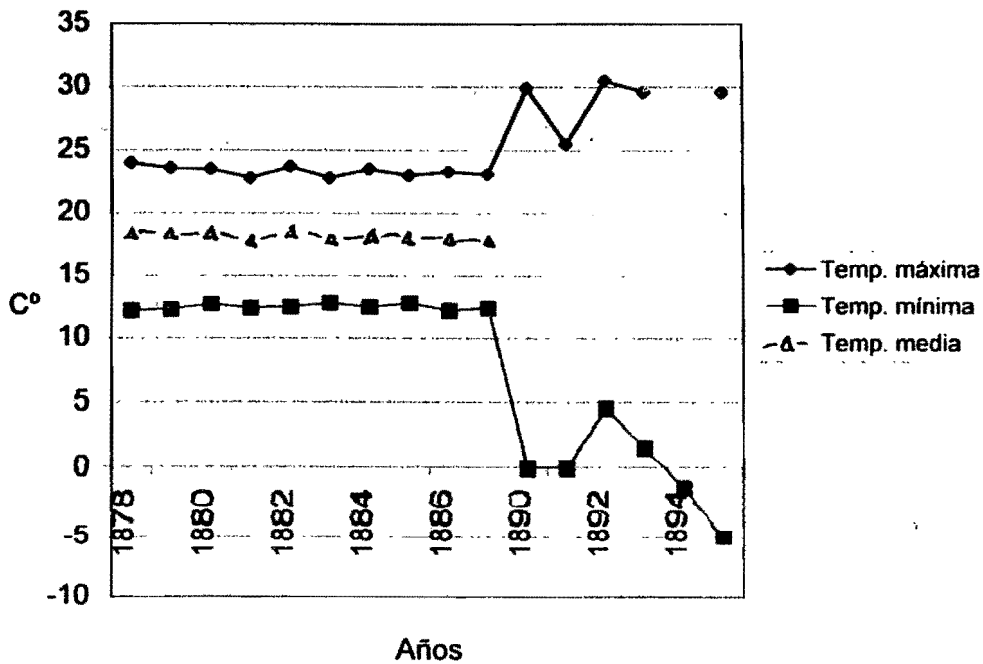
GRÁFICA N° 35
OBSERVATORIO DE ORIZABA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1860-1862, 1873 y 1878-1879



OBSERVATORIO DE PABELLÓN, Ags.

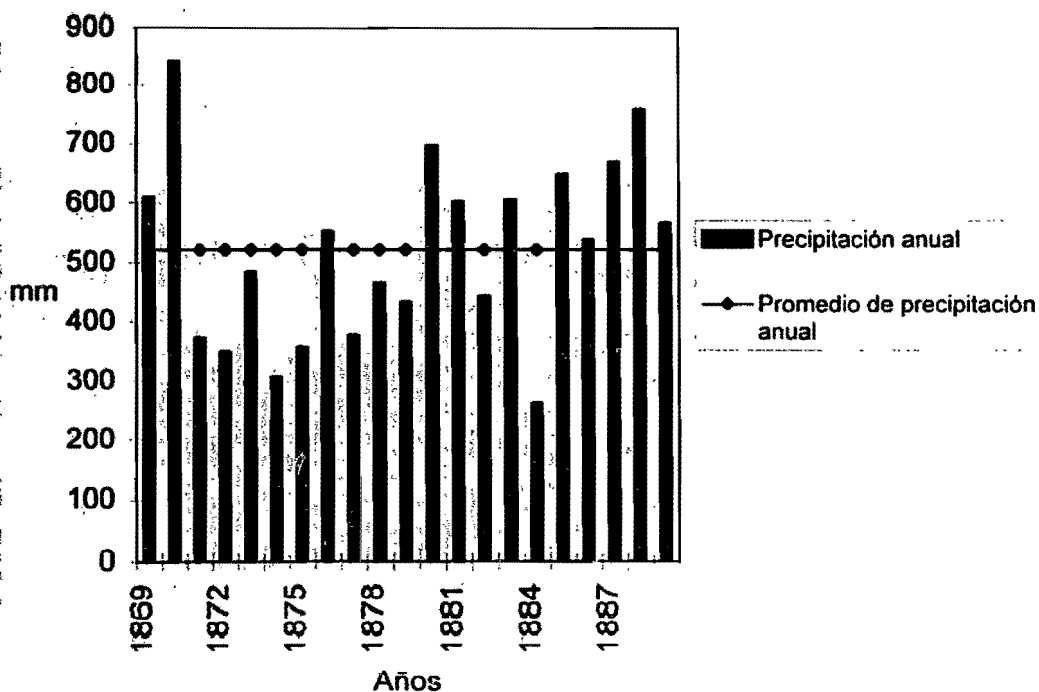
Este observatorio ubicado cerca de la población de Aguascalientes, fue uno de los pocos lugares en que los datos meteorológicos comprenden un considerable número de años. En lo que se refiere a la temperatura se encontraron datos de 1878 a 1887, 1890 a 1893 y 1895 (ver gráfica n° 36), los datos de temperatura para el periodo de 1878 a 1887 corresponden solamente a las medias tanto de la máxima, como a la mínima; para los demás años se tienen los valores absolutos de la máxima y la mínima. Con esta información se pudo establecer que la media durante el periodo, es de 18.2 °C, la máxima de 30.5 °C y ocurre en el año de 1892, la mínima es de -5.0 °C y se presenta en el año de 1895. Debido a la falta de uniformidad en los registros de temperatura, no fue posible conocer la tendencia de la temperatura de todos los años, sin embargo, los datos de 1890 a 1895 muestran una disminución en la temperatura mínima.

GRÁFICA N° 36
OBSERVATORIO DE PABELLON. TEMPERATURA
AÑOS DE 1878-1887 y 1890-1895



En relación con la precipitación se tiene información que comprende los años de 1869 a 1890 (ver gráfica n° 37), durante este periodo se tiene una media de 521.5 mm de precipitación, la máxima es de 758.9 mm y ocurre en el año de 1888, la mínima es de 262.1 mm y se presenta en el año de 1884, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 496.8 mm. La gráfica de precipitación permite observar que los periodos de abundantes lluvias se alternan con los años secos; los años que se encuentran por arriba del promedio son: 1869, 1870, 1876, 1880, 1881, 1883 y 1885 a 1889; los años en que las lluvias se encuentran por debajo del promedio son: 1871 a 1875, 1877 a 1879, 1882 y 1884.

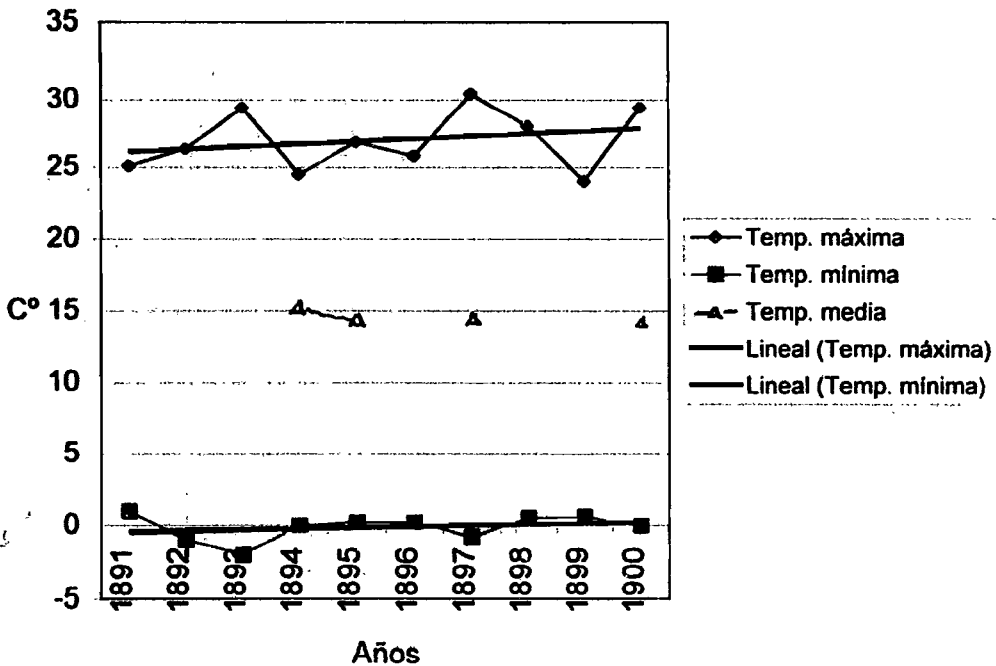
GRÁFICA N° 37
OBSERVATORIO DE PABELLON. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1869-1889



OBSERVATORIO DE PACHUCA, Hgo.

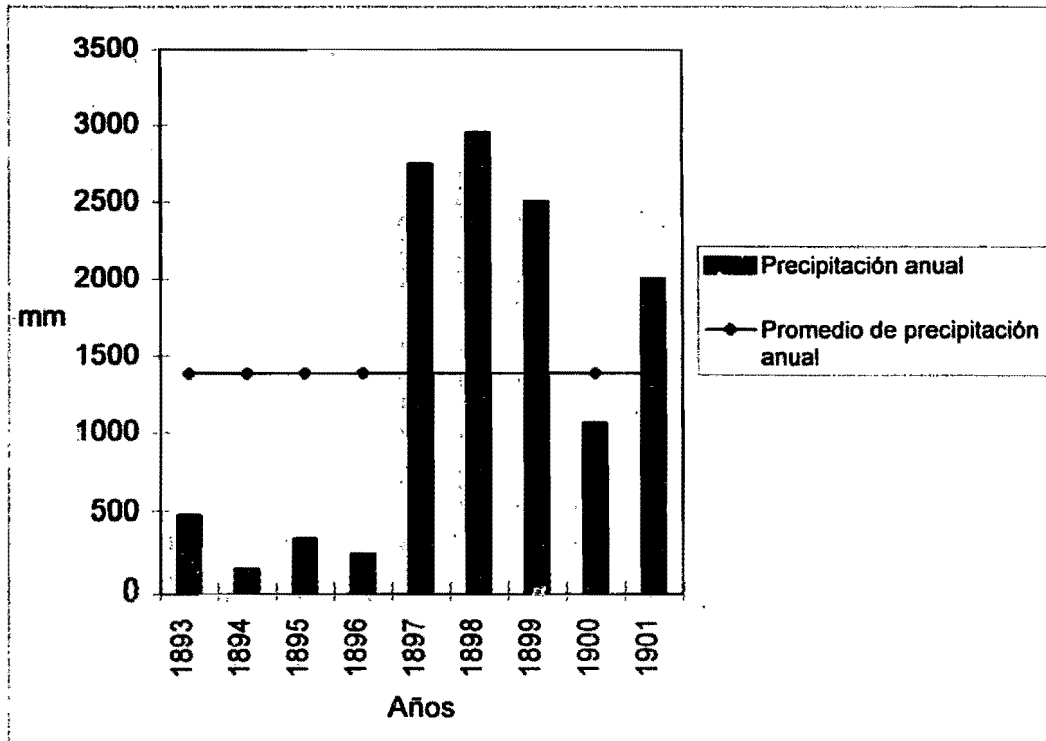
Los registros de temperatura de Pachuca comprenden los años de 1891 a 1900 (ver gráfica n° 38), temperatura media del periodo es de 14.6 °C, la máxima es de 30.4 °C y se presenta en 1897, la mínima es de -2.0 °C y corresponde al año de 1893. En la gráfica de temperatura no se aprecia ningún acontecimiento notable.

GRÁFICA N° 38
OBSERVATORIO DE PACHUCA TEMPERATURA
AÑOS DE 1891-1900



Los datos de precipitación abarcan los años de 1893 a 1901 (ver gráfica n° 39), la precipitación media del periodo es de 1 383.0 mm, la máxima se presenta en 1898 con 2 952.4 mm de lluvia, en tanto que la mínima es de 146.4 mm y ocurre en 1894, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 2 805.9 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1893, 1894, 1895, 1896 y 1900; los años en que la lluvia se sitúa por arriba del promedio son: 1897, 1898, 1899 y 1901. En la gráfica de precipitación se observa que los últimos años de la década de los noventa, fueron más lluviosos, en comparación a los primeros años de ésta; sin embargo, la diferencia entre los promedios de los primeros y la de los últimos años resulta sumamente desproporcional y no se repite en ninguna otra gráfica.

GRÁFICA N° 39
OBSERVATORIO DE PACHUCA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1891-1900



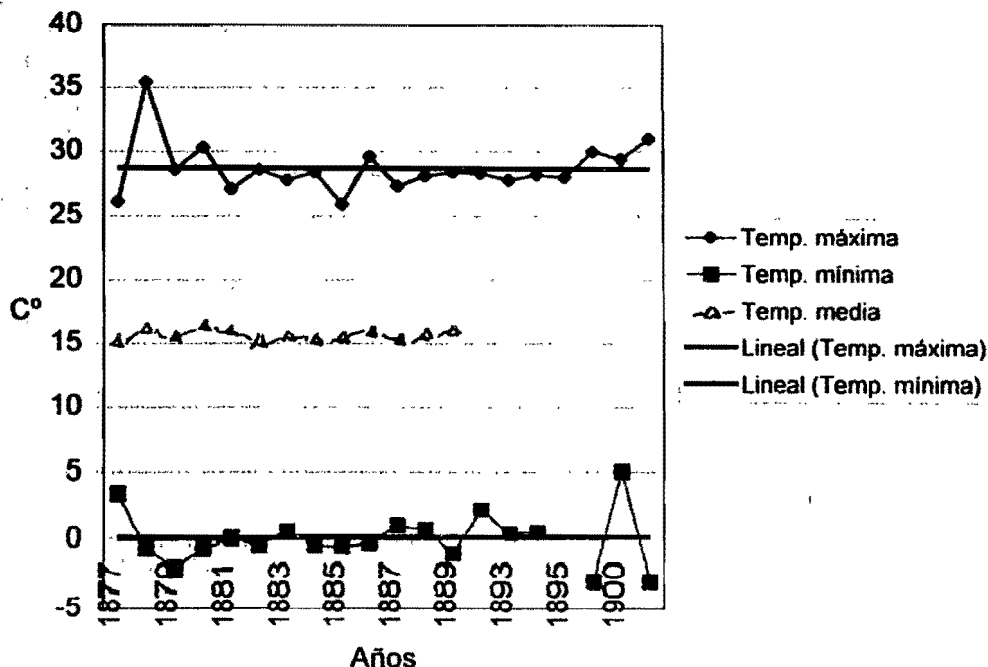
OBSERVATORIOS EN LA CIUDAD DE PUEBLA, Pue.

En la ciudad de Puebla existieron en el siglo pasado, dos observatorios meteorológicos que funcionaron en el mismo periodo; el primero, se le denominó del Colegio del Estado por encontrarse en ese plantel; el segundo, se le llamo del Colegio Católico del Corazón de Jesús y estuvo a cargo del seminario de ese lugar. A pesar de encontrarse en lugares cercanos entre si, los datos del estado del tiempo que reportaron no guardan semejanza entre si, por esa razón, a continuación se presenta un análisis de los registros de ambos observatorios.

OBSERVATORIO COLEGIO DEL ESTADO DE PUEBLA

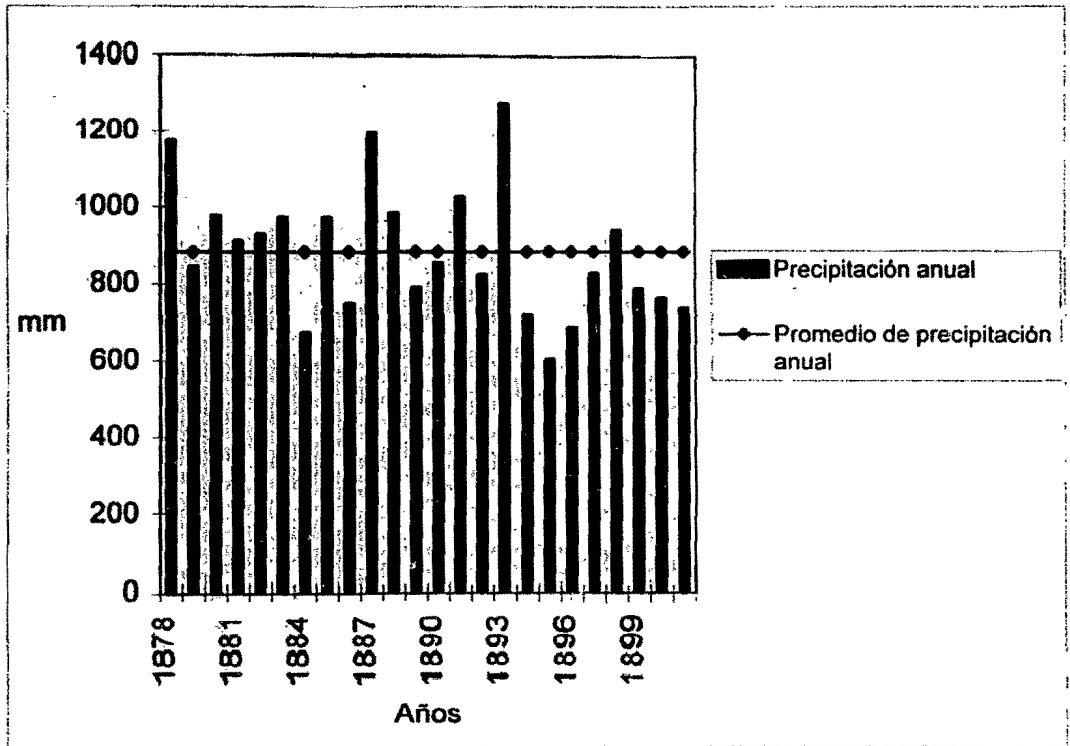
De este observatorio se tienen datos de temperatura de los años de 1877 a 1889, 1892 a 1895, 1898, 1900 y 1901 (ver gráfica n° 40), la temperatura máxima registrada en ese periodo es de 35.4 °C y ocurre en 1878, la mínima es de -3.0 °C y se presenta en 1898.

GRÁFICA N° 40
OBSERVATORIO DE PUEBLA (COLEGIO DEL ESTADO). TEMPERATURA
AÑOS DE 1877-1889, 1892-1895, 1898 y 1900-1901



En lo que respecta a la precipitación se tienen datos del periodo de 1878 a 1901 (ver gráfica n° 41); el promedio de precipitación en dicho periodo es de 881.8 mm; la máxima precipitación se presenta en el año de 1893 con 1 273.8 mm, la mínima es de 603.7 mm y ocurre en el año de 1895; la diferencia entre la máxima y la mínima es de 670.1 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1878, 1880-1883, 1885, 1887, 1888, 1891, 1893 y 1898; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1879, 1884, 1886, 1889, 1890, 1892 y de 1894 a 1897. En la gráfica de precipitación se aprecia una disminución de la lluvia en los últimos años de la década de los noventa.

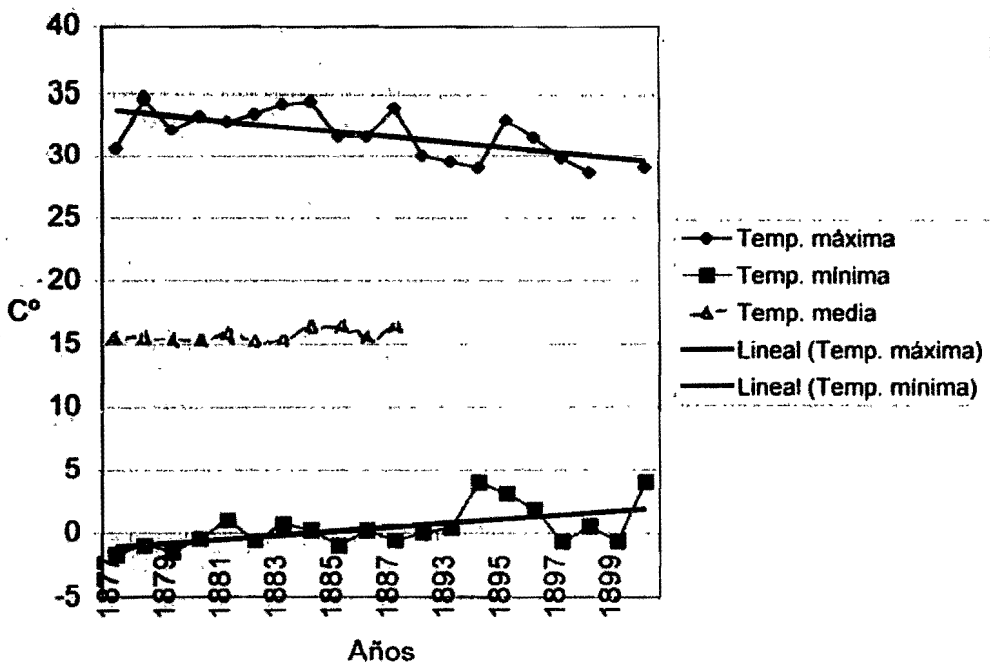
GRÁFICA N° 41
OBSERVATORIO DE PUEBLA (COLEGIO DEL ESTADO)
PRECIPITACIÓN. AÑOS DE 1878-1901



OBSERVATORIO DEL COLEGIO CATÓLICO DE PUEBLA

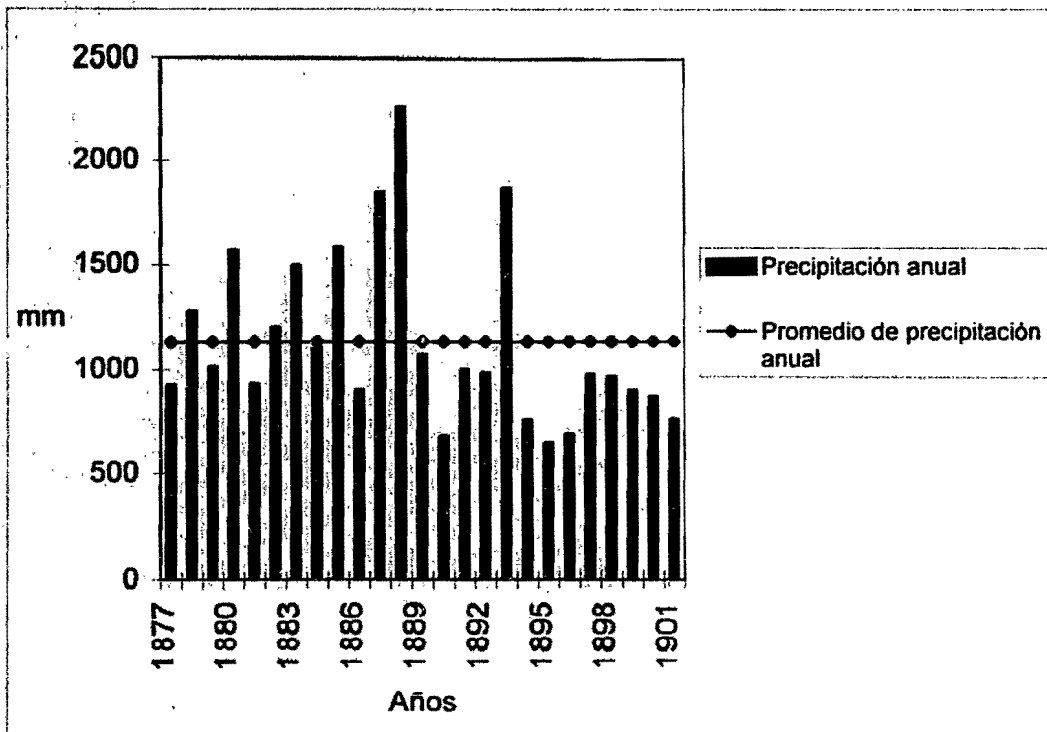
Los datos de temperatura comprenden los años de 1877 a 1887 y de 1892 a 1900 (ver gráfica n° 42), la temperatura media del periodo es de 15.9 °C, la máxima es de 34.7 °C y ocurre en 1878, la mínima es de -1.7 °C y se presenta en 1877.

GRÁFICA N° 42
OBSERVATORIO DE PUEBLA (COLEGIO CATÓLICO).
TEMPERATURA. AÑOS DE 1877-1887 y 1892-1900



En relación con la precipitación, se tienen registros de los años de 1877 a 1901 (ver gráfica n° 43), en dicho periodo el promedio de lluvia fue de 1 131.7 mm, la máxima precipitación se presenta en 1888 con 2 263.4 mm, la mínima es de 644.8 mm y ocurre en 1895, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 1 618.6 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1878, 1880, 1882, 1883, 1885, 1887, 1888 y 1893; los años en que la lluvia está por abajo del promedio son: 1877, 1879, 1881, 1884, 1886, 1890-1892 y 1894 - 1901. En la gráfica de precipitación, se puede observar que, al igual que en la del Colegio del Estado, la lluvia disminuye notablemente en la década de los noventa en comparación con la anterior.

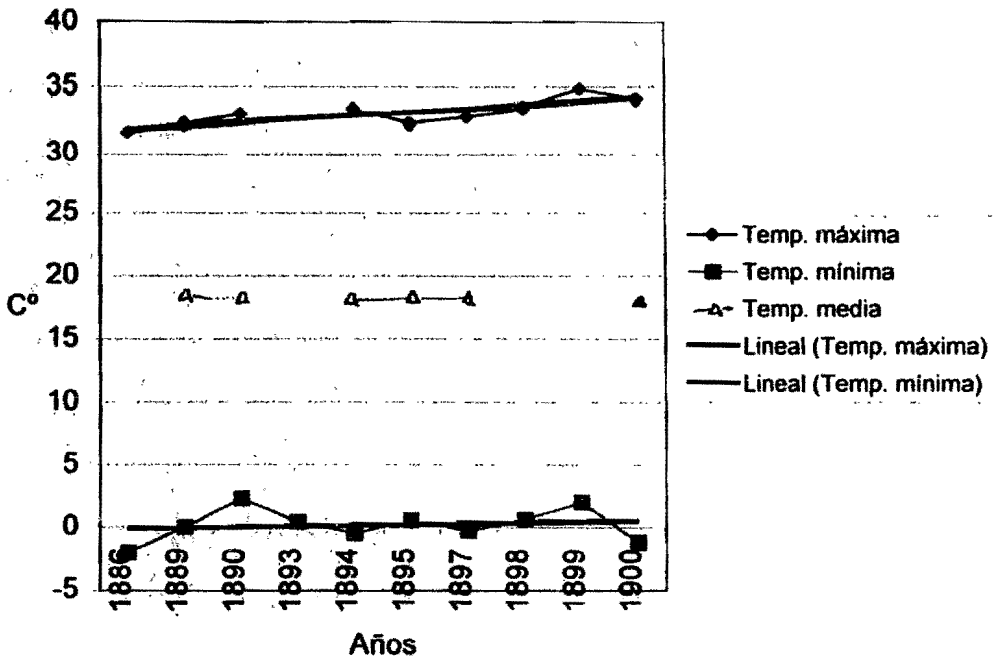
GRÁFICA N° 43
OBSERVATORIO DE PUEBLA (COLEGIO CATÓLICO)
PRECIPITACIÓN. AÑOS DE 1877-1901



OBSERVATORIO DE QUERÉTARO, Qro.

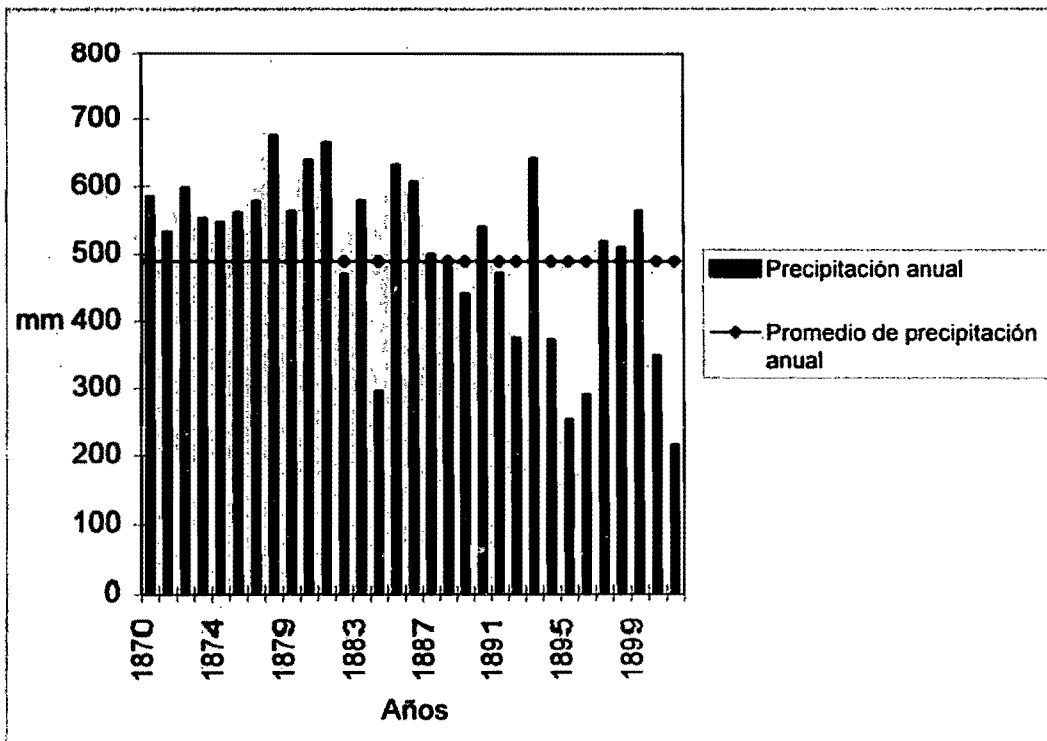
Del observatorio de Querétaro se conservan datos de temperatura de los años de: 1886, 1889, 1890, 1894, 1895 y de 1897 a 1900 (ver gráfica n° 44); la temperatura media en dicho periodo es de 18.1 °C, la máxima es de 34.8 °C y se presenta en el año de 1898, la mínima es de -2.0 °C y ocurre en 1886.

GRÁFICA N° 44
OBSERVATORIO DE QUERÉTARO. TEMPERATURA
AÑOS DE 1886, 1889, 1890, 1893-1895 y 1897-1900



Los datos de precipitación que se conservan se refieren al periodo de 1870 a 1901 (ver gráfica n° 45), los cuales constituyen una de las series de observación meteorológica que se tienen del país en el siglo pasado; el promedio de precipitación en este periodo es de 489.1 mm, la máxima precipitación ocurre en 1878 con 675.1 mm, la mínima es de 214.4 mm y se presenta en el año de 1901, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 460.7 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1870-1881, 1883, 1885, 1886, 1887, 1890, 1893 y 1897-1899; los años en que la lluvia está por abajo del promedio son: 1882, 1884, 1888, 1889, 1891, 1892, 1894-1896, 1900 y 1901. La gráfica de precipitación permite ver que las lluvias disminuyeron en la década de los noventa, en comparación de las lluvias de los años de la década anterior.

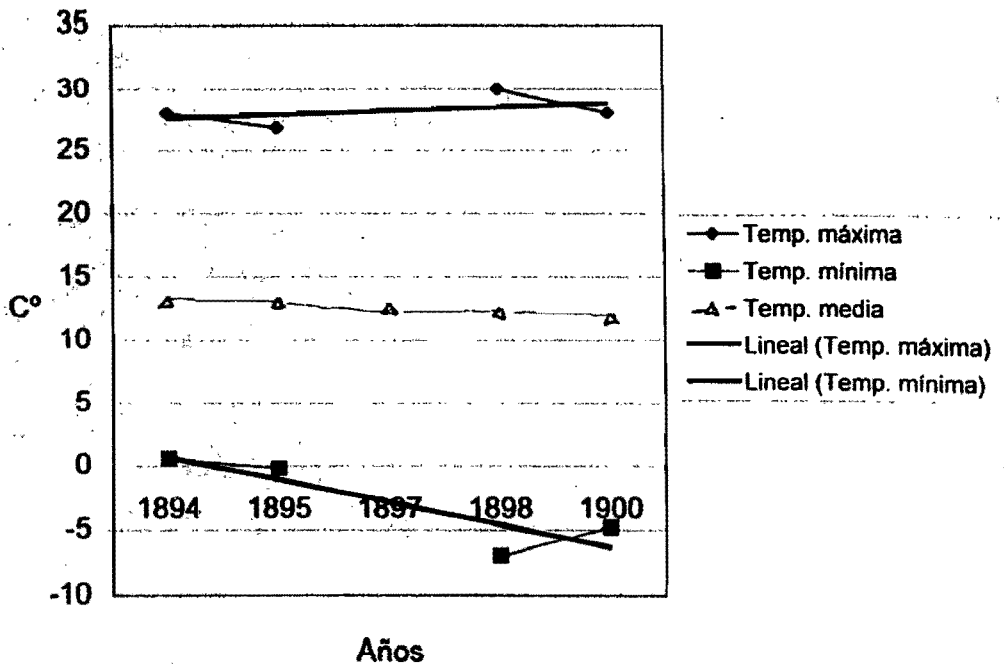
GRÁFICA N° 45
OBSERVATORIO DE QUERÉTARO. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1870-1901



OBSERVATORIO DE REAL DEL MONTE, Hgo.

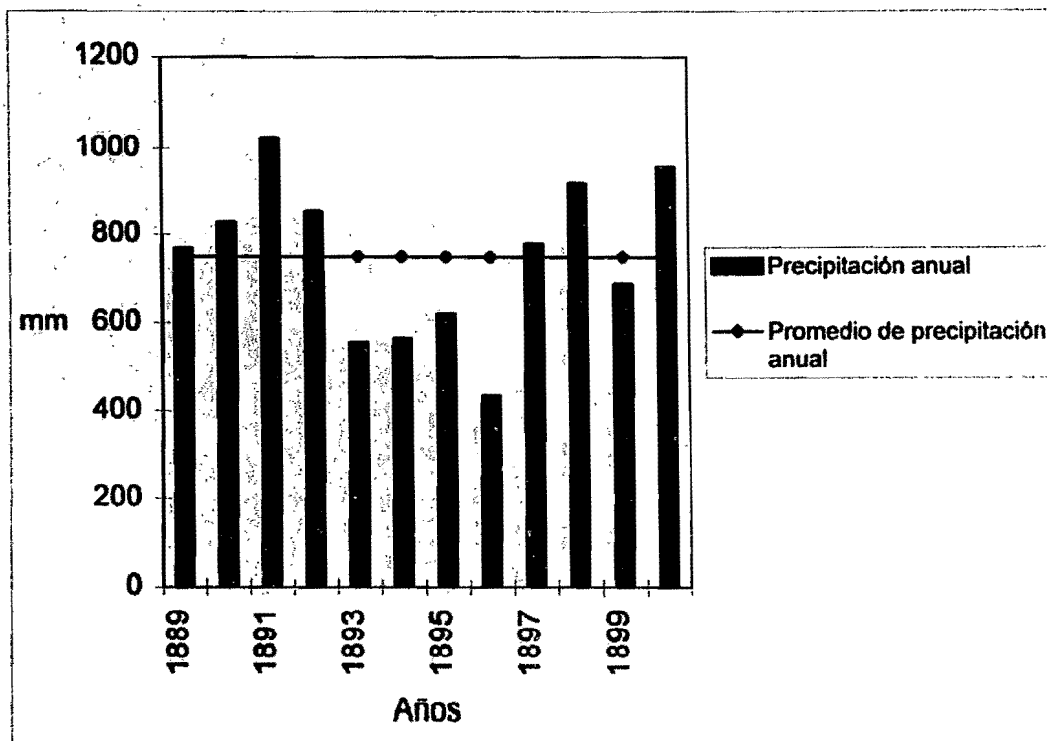
De este observatorio sólo se tiene información de la temperatura de los años de: 1894, 1895, 1898 y 1900 (ver gráfica nº 46); la temperatura máxima es de 30.0 °C y la mínima es de -7.0°C, ambos valores se presentan en el año de 1898.

GRÁFICA N° 46
OBSERVATORIO DE REAL DEL MONTE. TEMPERATURA
AÑOS DE 1894-1895, 1897-1898 y 1900



Los registros de precipitación que se tienen corresponden al periodo de 1889 a 1900 (ver gráfica nº 47); la precipitación media es de 749.3 mm, la máxima es de 1 023.0 mm y corresponde al año de 1891, la mínima es de 556.0 mm y se presenta en 1893, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 467.0 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba de la media son: de 1889 a 1892, 1897, 1898 y 1900; los años en que la lluvia se encuentra por debajo de la media son: de 1893 a 1896 y 1899. La gráfica de la precipitación permite observar un descenso y ascenso de la curva de la lluvia que comienza en 1891 y termina en 1898.

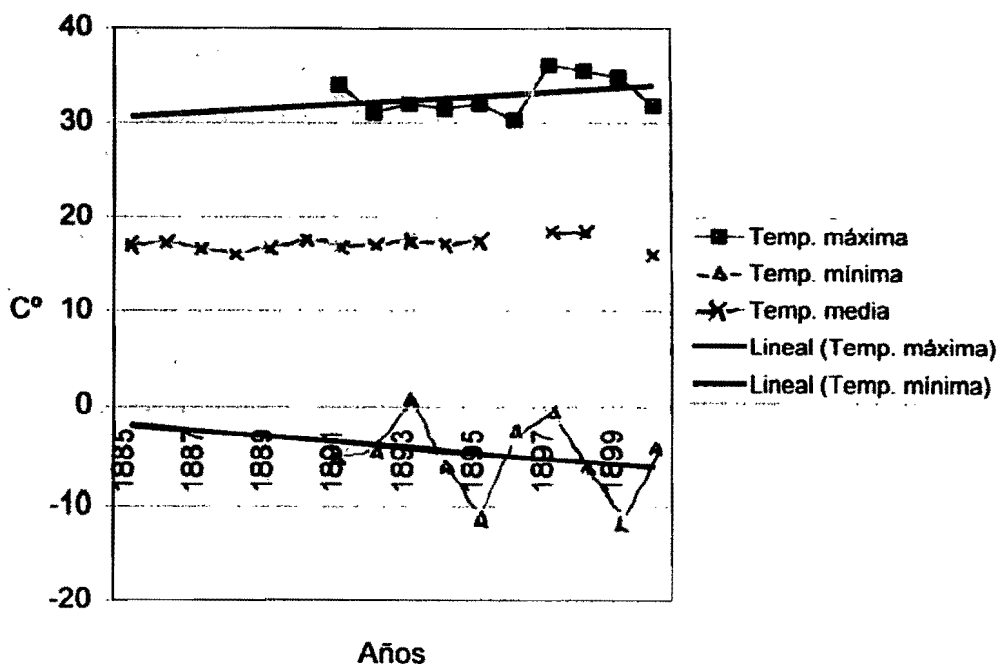
GRÁFICA N° 47
OBSERVATORIO DE REAL DEL MONTE
PRECIPITACIÓN AÑOS DE 1889-1900



OBSERVATORIO DE SALTILLO, Coah.

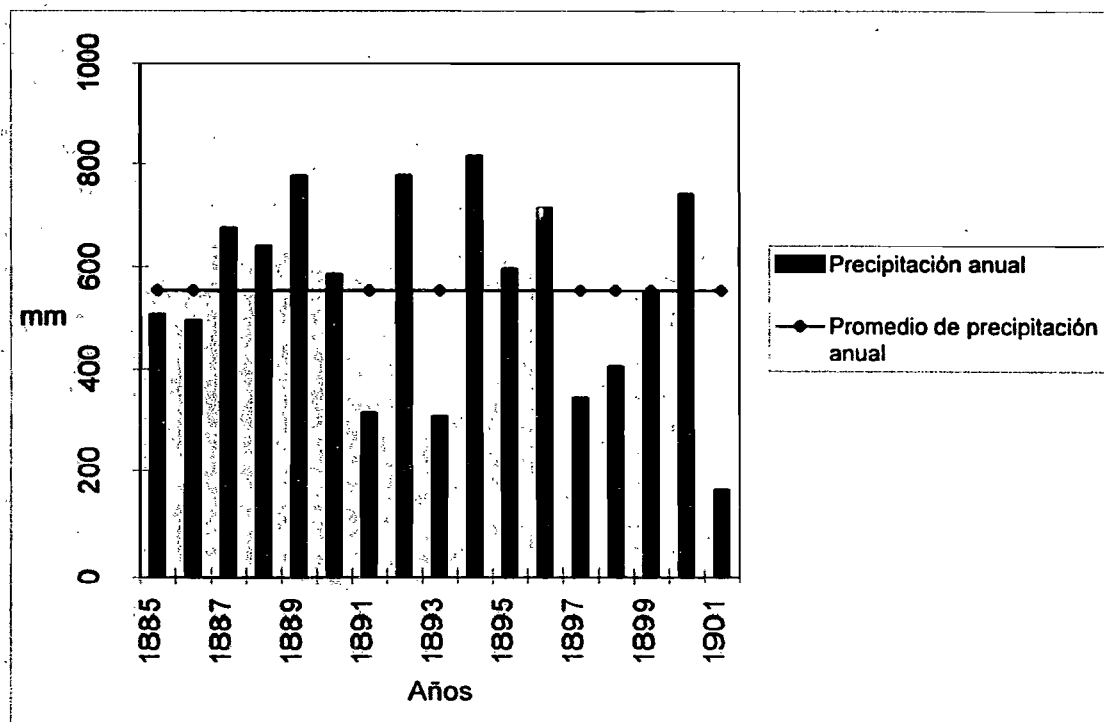
Los datos de temperatura que se tienen en el cuadro de la ciudad de Saltillo corresponden al periodo de 1885 a 1900 (ver gráfica n° 48); la temperatura media en el periodo es de 16.8 °C, la máxima es de 36.1 °C y corresponde al año de 1897, la mínima es de -11.5 °C y se presenta en el año de 1898. En el Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico Central del año de 1895 (mes de enero, p. 41-43), existe un estudio sobre el clima de Saltillo que establece que en los meses de mayor temperatura, esta oscila entre 22 y 23 °C, alcanzando a veces en dos a lo más tres días distantes entre sí 34, 35 y 36 °C. Asimismo, durante el invierno, se manifiesta una temperatura media de 12 a 13 °C y solamente tres días interpolados, desciende el termómetro a -3, -4 y -5 °C. El mes más caluroso es junio. Expuesto el termómetro a la intemperie ha llegado a alcanzar los 45.5 °C. Este estudio permite establecer que las temperaturas máximas y mínimas son mas extremosas en la década de los años noventa en relación con la década anterior.

GRÁFICA N° 48
OBSERVATORIO DE SALTILLO
TEMPERATURA. AÑOS DE 1885-1900



En lo que respecta a la precipitación, se tienen datos del periodo de 1885 a 1901 (ver gráfica n° 49); el promedio de precipitación en dicho periodo es de 553.3 mm, la máxima es de 815.5 mm y ocurre en 1894, la mínima es de 164.3 mm y se presenta en 1901, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 651.2 mm. Los años en que la lluvia esta por arriba de la media son: de 1887 a 1890, 1892, de 1894 a 1896, 1899 y 1900; los años en que la lluvia esta por abajo de la media son: 1885, 1886, 1891, 1893, 1897, 1898 y 1901. En la gráfica de precipitación, se aprecia que los años de abundantes lluvias, se alternaron los de lluvias escasas.

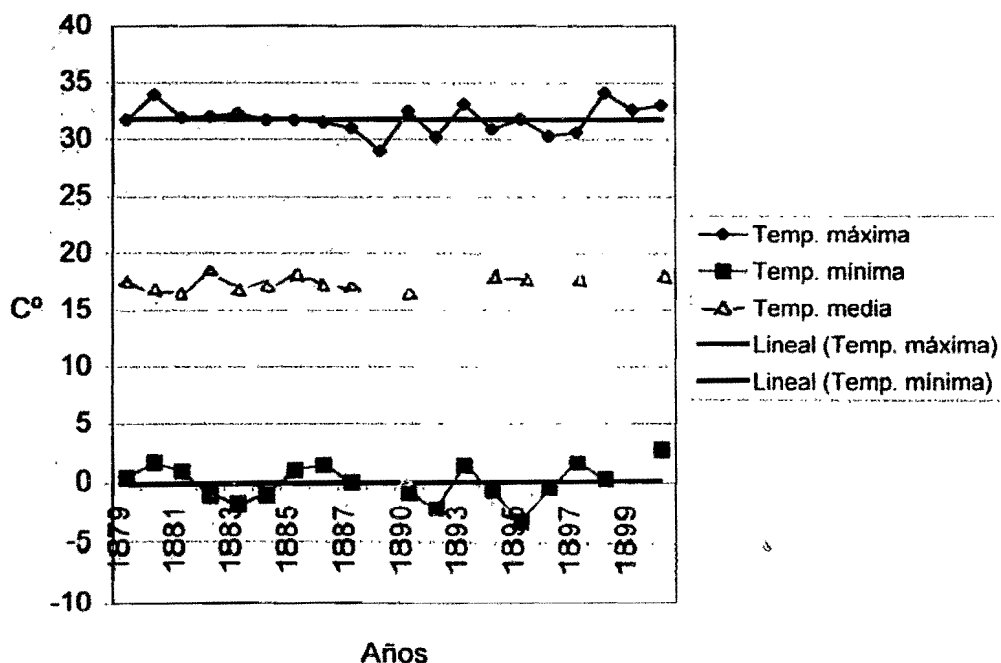
GRÁFICA N° 49
OBSERVATORIO DE SALTILLO
PRECIPITACIÓN. AÑOS DE 1885-1901



OBSERVATORIO DE SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P.

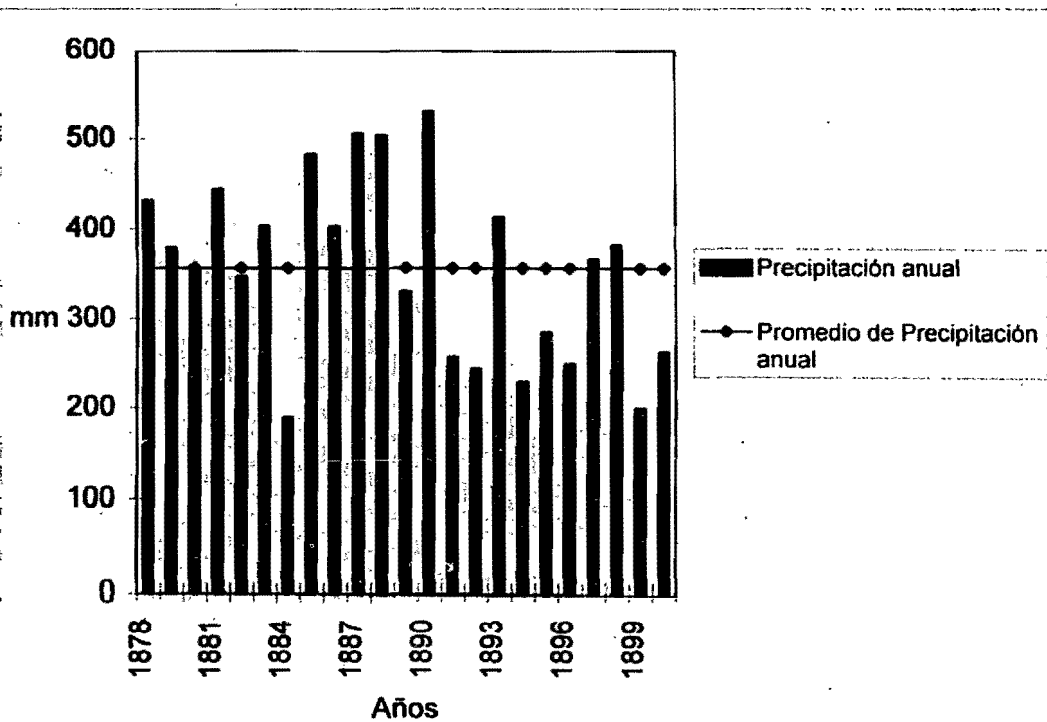
Del observatorio de San Luis Potosí se tienen los datos de temperatura de los años de 1879 a 1887, 1889, 1890 y de 1892 a 1900 (ver gráfica n° 50); la temperatura media en dicho periodo es de 17.4 °C, la máxima es de 34.1 °C y ocurre en el año de 1898, la mínima es de -3.3 °C y se presenta en el año de 1895. Alejandro Mora (op. cit.) establece que este periodo la temperatura máxima diaria ocurre en los meses de abril, mayo o junio, pero es en mayo el de mayor frecuencia; las mayores temperaturas se alcanzaron en los años de 1896 y de 1898 a 1900, todas ellas ocurrieron en el mes de mayo; en lo que respecta a la temperatura mínima, el valor más pequeño de los promedios mensuales, se registra en los meses de enero, sin embargo, las mínimas diarias mas bajas ocurren a mediados del mes de febrero.

GRÁFICA N° 50
OBSERVATORIO DE SAN LUIS POTOSÍ. TEMPERATURA
AÑOS DE 1879-1887, 1889-1890 y 1892-1900



Los datos de precipitación se refieren al periodo de 1878 a 1900 (ver gráfica nº 51); el promedio de precipitación para el periodo es de 357.1 mm, la máxima es de 531.2 y corresponde al año de 1890, la mínima es de 189.9 mm y se presenta en el año de 1884, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 341.3 mm. Los años en que la lluvia esta por arriba del promedio son: 1878 a 1881, 1883, 1885 a 1888, 1890, 1893, 1897 y 1898; los años en que las lluvias se encuentran por debajo del promedio son: 1882, 1884, 1889, 1891, 1892, 1894 a 1896, 1899 y 1900. Alejandro Mora (*op. cit.* p. 23) señala que las lluvias en este periodo, fueron más intensas en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, presentándose las mayores precipitaciones en el mes de junio. Otro estudio, publicado en el *Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico Central* (mes de enero de 1905, p. 25), menciona que el mes más lluvioso en el periodo, fue junio de 1898 con 124.1 mm de precipitación, pero que también destaca el mes de diciembre de 1900 en que llovió 83.3 mm. La gráfica de precipitación, permite observar que las lluvias disminuyeron en la década de los noventa, pues todos los años están abajo del promedio con excepción de 1893, 1897 y 1898.

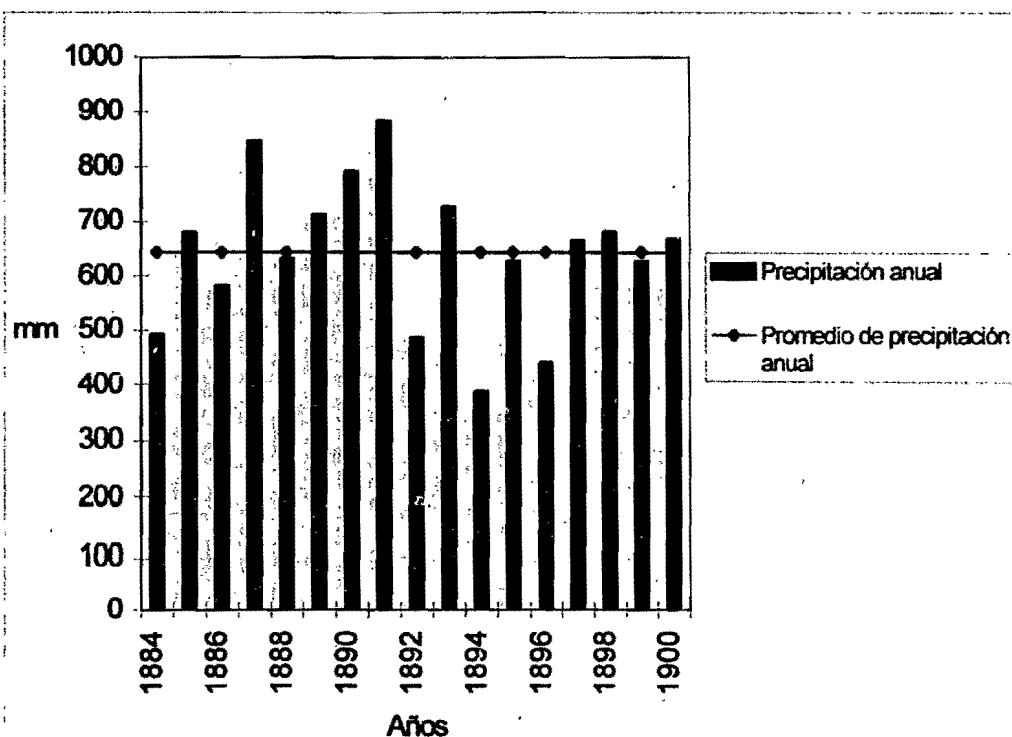
GRÁFICA N° 51
OBSERVATORIO DE SAN LUIS POTOSÍ
PRECIPITACIÓN. AÑOS DE 1878-1900



OBSERVATORIO DE TACUBAYA, D. F.

En lo que se refiere a los registros de temperatura, solo se tienen la información que durante el periodo de 1884 a 1900, Tacubaya tuvo una temperatura media de 15.5 °C, una máxima de 33.9 °C y una mínima de 0.8 °C, sin que se especifique los años de la máxima y de la mínima. En relación con la precipitación se tienen registros para los años de 1884 a 1900 (ver gráfica n° 52); en dicho periodo, el promedio de precipitación fue de 643.1 mm, la máxima fue de 883.0 mm y ocurrió en 1891, en tanto que la mínima fue de 388.5 mm y se presentó en 1894; la diferencia entre la máxima y la mínima es de 494.5 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1885, 1887, 1889 a 1891, 1893, 1897, 1898 y 1900; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1884, 1886, 1888, 1892, 1894 a 1896 y 1899. La gráfica de precipitación permiten observar que los años de abundantes lluvias, se alternan con los años secos.

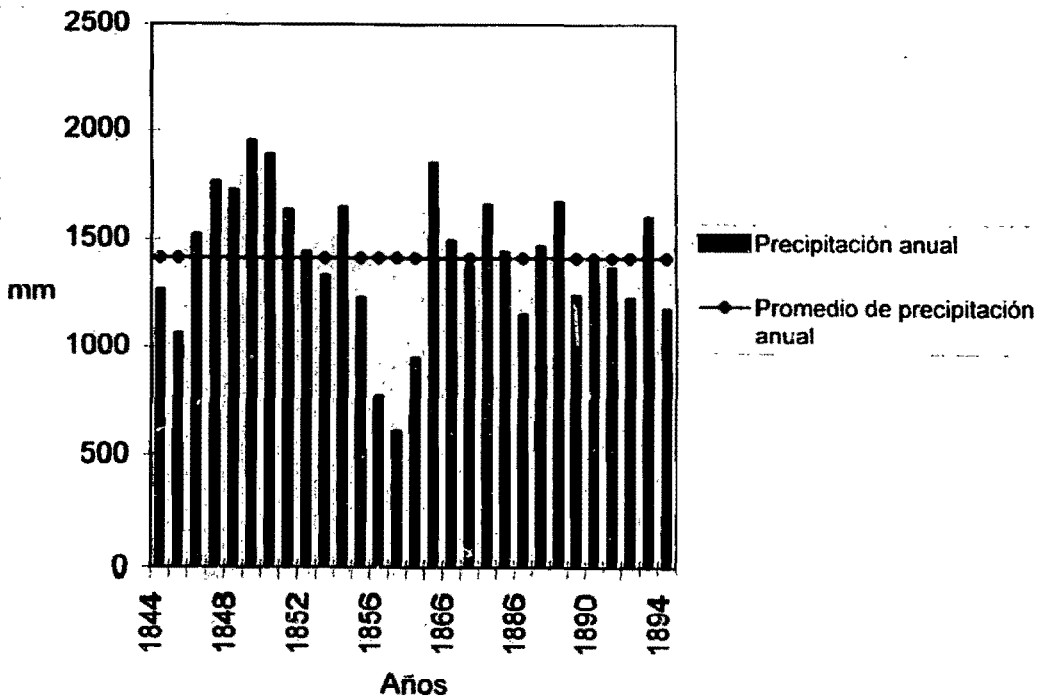
GRÁFICA N° 52
OBSERVATORIO DE TACUBAYA
PRECIPITACIÓN. AÑOS DE 1884-1900



OBSERVATORIO DE TEPIC, Nay.

Del observatorio meteorológico de Tepic, solo se conservan datos sobre la precipitación. Los registros de lluvia comprenden los años de 1844 a 1868 y de 1885 a 1894 (ver gráfica n° 53). El promedio de precipitación es de 1 414.8 mm, la máxima es de 1 676.4 y se presenta en el año de 1888, la mínima es de 1 155.7 mm y ocurre en 1886; la diferencia entre la máxima y la mínima es de 520.7 mm. Los años en que se encuentra por arriba del promedio son: de 1846 a 1852, 1854, 1859, 1866, 1868, 1885, 1887, 1888 y 1893; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1844, 1845, 1853, 1855 a 1858, 1867, 1886, 1889, 1891, 1892 y 1894.

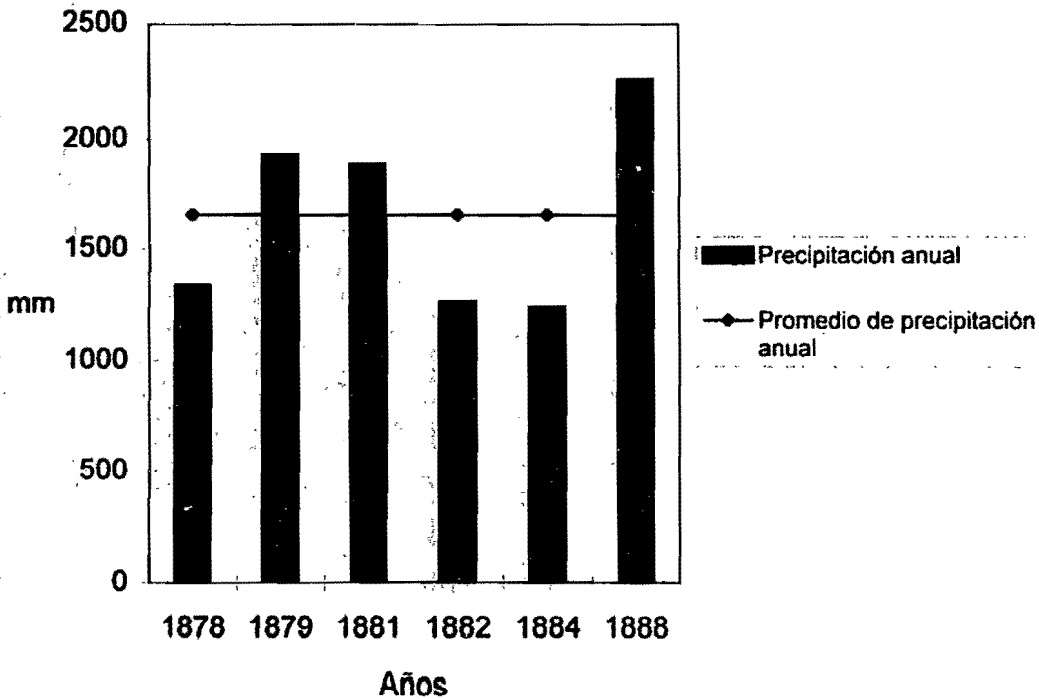
GRÁFICA N° 53
OBSERVATORIO DE TEPIC. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1844-1859, 1866-1868 y 1885-1894



OBSERVATORIO DE TEZIUTLAN, Pue.

De Teziutlan al igual que de Tepic, solo se conservan los registros de precipitación; el periodo que cubren estas observaciones son los años de 1878, 1879, 1881, 1882, 1884 y 1888 (ver gráfica nº 54). El promedio de precipitación en el periodo es de 1 653.7 mm, la máxima es de 2 268.2 mm y se presenta en el año de 1888, en tanto que la mínima es de 1 240.5 mm y ocurre en 1884, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 1 027.8 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1879, 1881 y 1888; por el contrario en los años de 1878, 1881 y 1884 el promedio de precipitación ésta por abajo de la media anual.

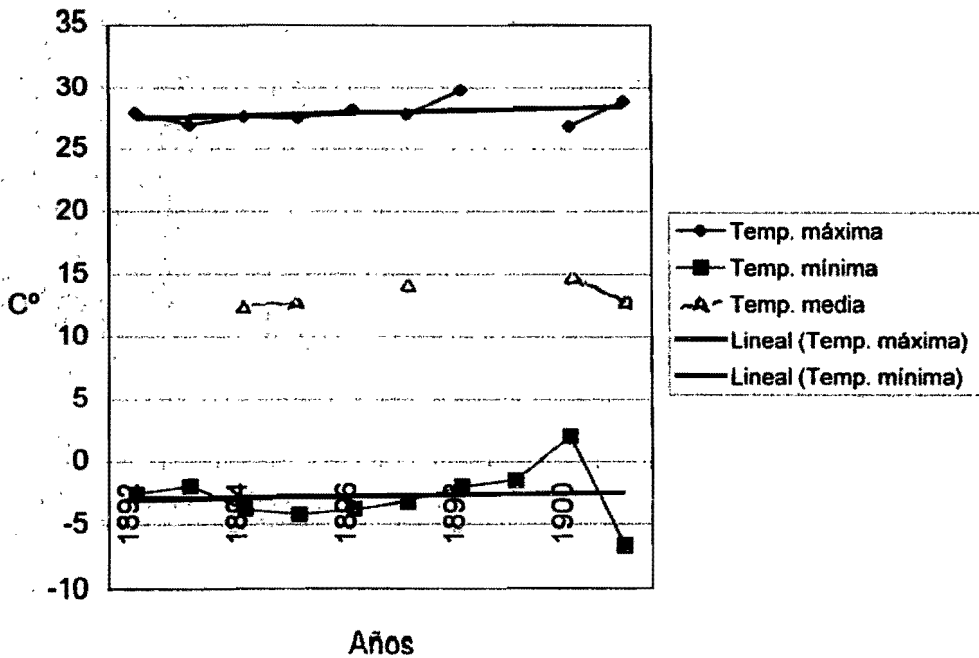
GRÁFICA N° 54
OBSERVATORIO DE TEZIUTLÁN. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1878-1879, 1881-1882, 1884 y 1888



OBSERVATORIO DE TOLUCA, Edo. de Méx.

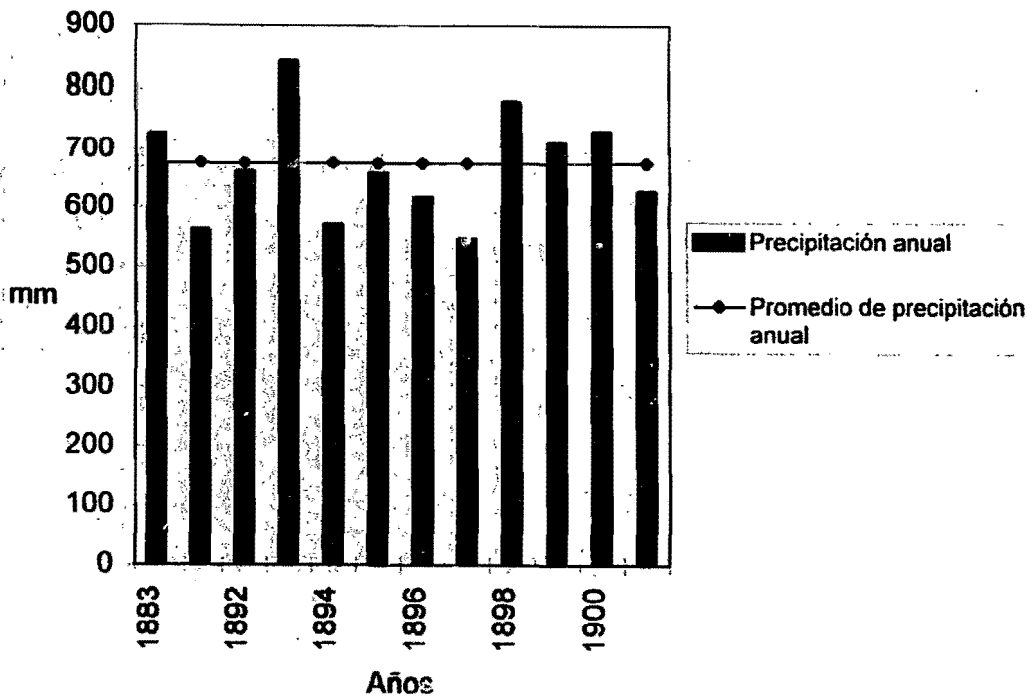
Los registros de temperatura de Toluca abarcan los años de 1892 a 1898 y de 1900 a 1901 (ver gráfica n° 55), la temperatura media del periodo se ubica en 13.8 °C, la máxima es de 29.8 °C y corresponde al año de 1898, en tanto que la mínima es de -6.6 °c y se presenta en 1901.

GRÁFICA N° 55
OBSERVATORIO DE TOLUCA. TEMPERATURA
AÑOS DE 1892-1901



Con respecto a la precipitación, se tienen datos del periodo de 1883 a 1901 (ver gráfica nº 56), el promedio en dicho periodo es de 676.6 mm; la máxima precipitación ocurre en 1893 con 843.7 mm, la mínima se presenta en 1897 con 549.6 mm, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 294.1 mm. Los años en que la lluvia esta por arriba del promedio son: 1883, 1893, 1898, 1899 y 1900; los años en que la precipitación se ubica por debajo del promedio son: 1884, 1892, 1894-1897 y 1901.

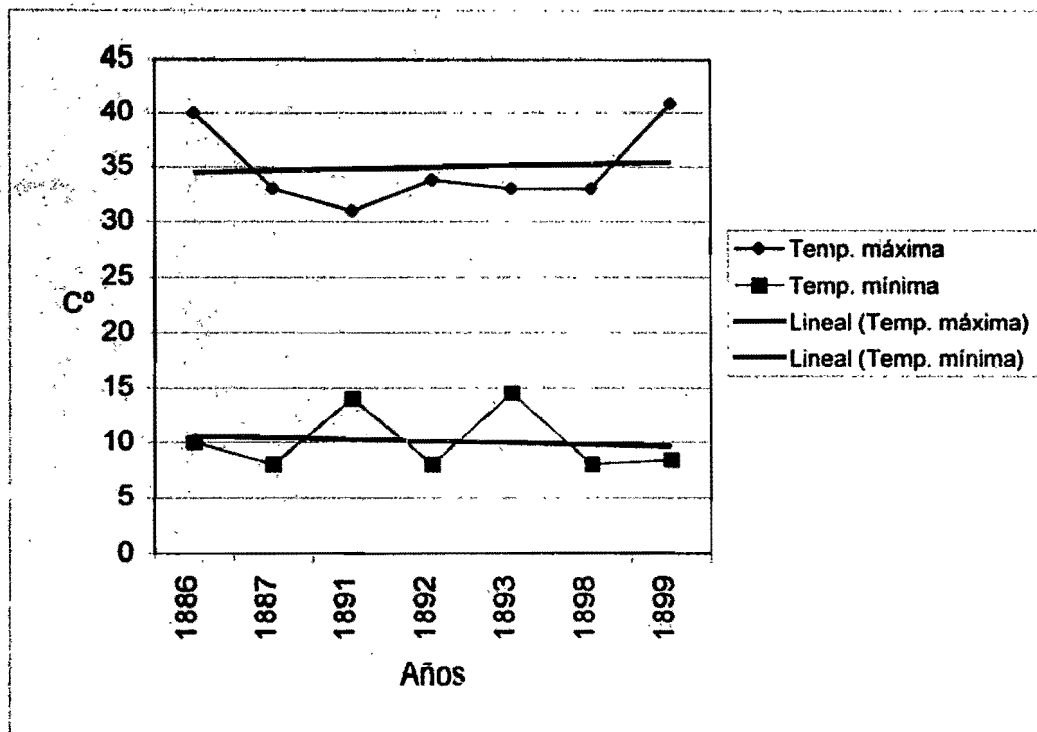
GRÁFICA N° 56
OBSERVATORIO DE TOLUCA. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1883-1884 y 1892-1901



OBSERVATORIO DE TUXPAN, Ver.

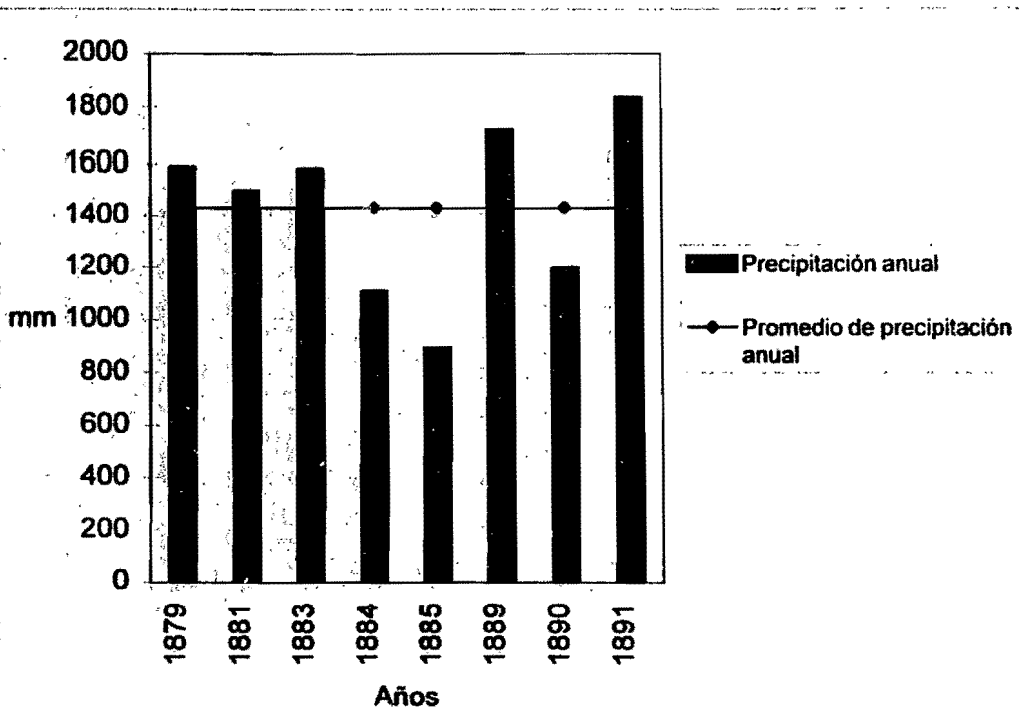
De Tuxpan se tienen datos de temperatura de los años de 1886, 1887, 1891 a 1893, 1898 y 1899 (ver gráfica n° 57); la temperatura media del periodo es de 24.5 °C, la máxima es de 40.8 °C y ocurre en el año de 1899, la mínima es de 8.0 °C y corresponde al año de 1887.

GRÁFICA N° 57
OBSERVATORIO DE TÚXPAN. TEMPERATURA
AÑOS DE 1886-1887, 1891-1893 Y 1898-1899



Referente a la precipitación se tienen datos de los años de 1879 a 1885 y de 1889 a 1891 (ver gráfica n° 58), en dicho periodo la precipitación promedio fue de 1 430.4 mm, la máxima fue de 1 839.0 mm y se presentó en 1891, la mínima fue de 893.0 mm y corresponde al año de 1885, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 946.0 mm. Los años en que la lluvia se encuentra por arriba del promedio son: 1879, 1881, 1883, 1889 y 1891; los años en que la lluvia se encuentra por abajo del promedio son: 1884, 1885 y 1890.

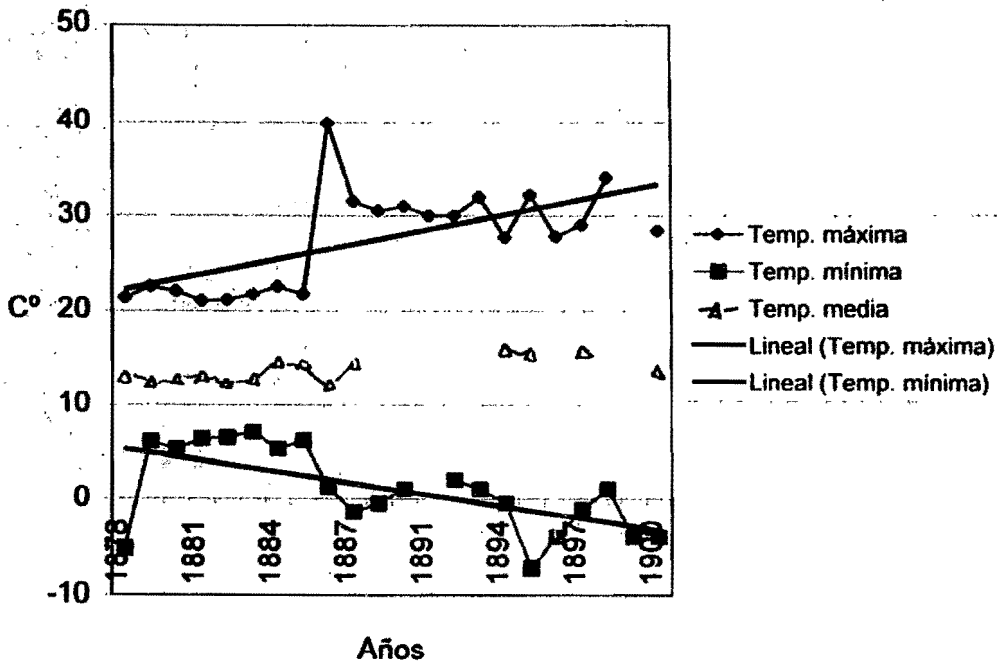
GRÁFICA N° 58
OBSERVATORIO DE TUXPAN. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1879, 1881-1885 y 1889-1891



OBSERVATORIO DE ZACATECAS, Zac.

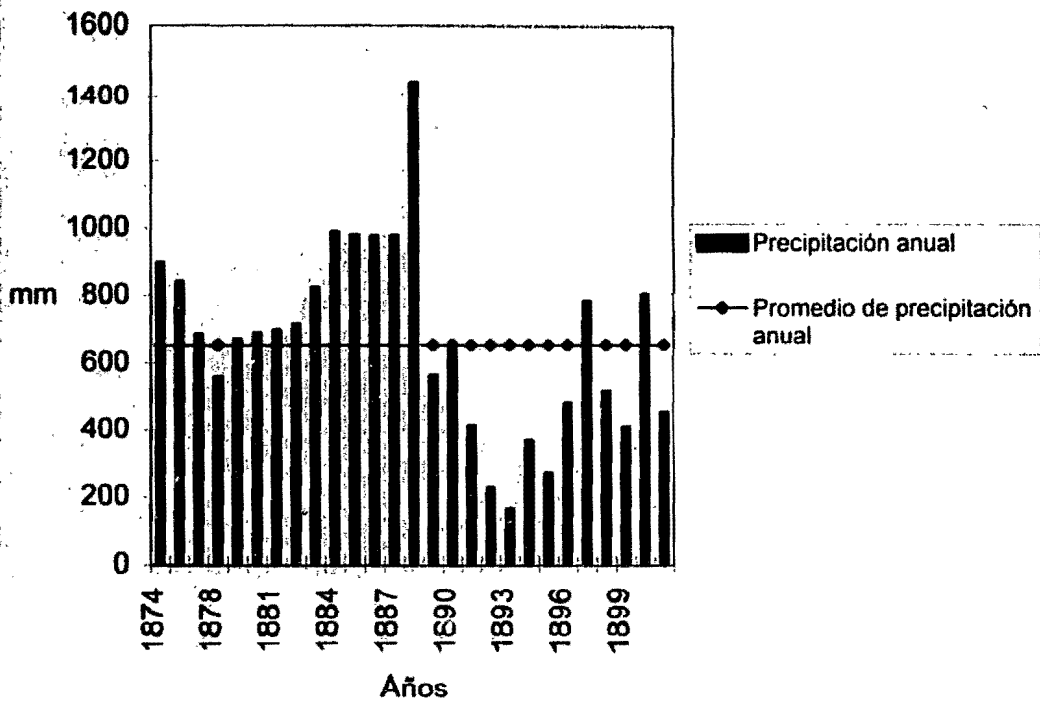
Los registros de temperatura del observatorio de Zacatecas, corresponden a los años de 1878 a 1887 y de 1889 a 1900 (ver gráfica n° 59); la temperatura media en dicho periodo es de 13.2 °C, la máxima es de 34.0 °C y corresponde al año de 1898; la mínima es de -7.2 °C y se presentó en el año de 1895.

GRÁFICA N° 59
OBSERVATORIO DE ZACATECAS. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1874-1876 y 1878-1901



Sobre la precipitación se tienen datos de los años de 1874 a 1901 (ver gráfica n° 60), la precipitación promedio en el periodo es de 652.0 mm, la máxima es de 1446.8 y ocurre en 1888, la mínima es de 163.0 mm y se presenta en 1893, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 1 283.8 mm. Los años en que la lluvia se ubica por arriba del promedio son: 1874-1876, 1879-1888, 1890, 1897 y 1900; los años en que la lluvia se encuentra por debajo del promedio son: 1878, 1889, 1891-1896, 1898, 1899 y 1901. En la gráfica de precipitación se observa una importante disminución de la lluvia en los años de la década de los noventa, en comparación con la década anterior.

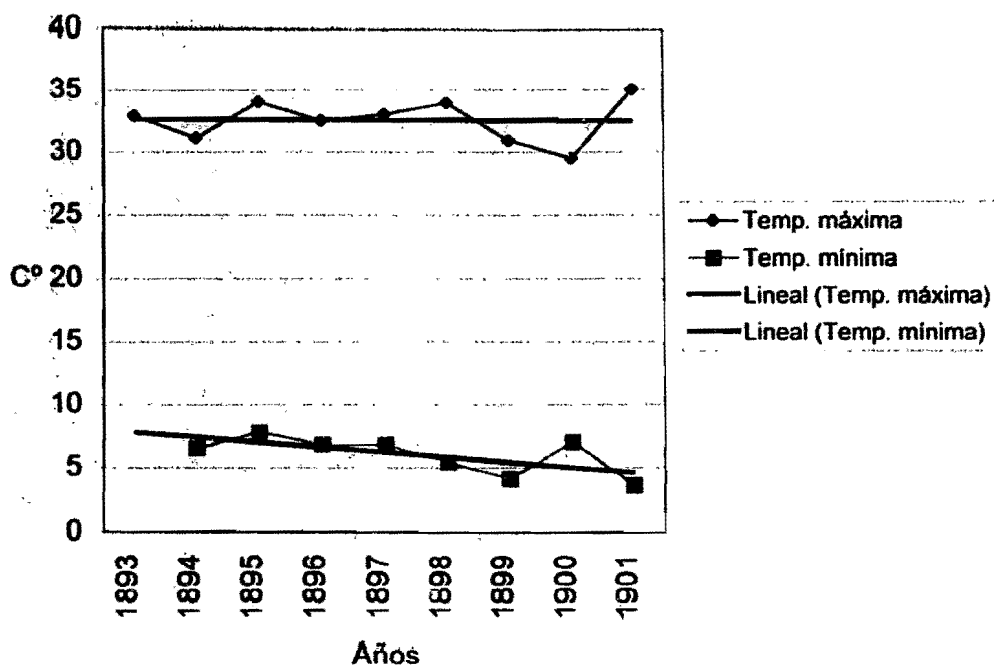
GRÁFICA N° 60
OBSERVATORIO DE ZACATECAS. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1874-1876 y 1878-1901



OBSERVATORIO DE ZAPOTLAN, Jal.

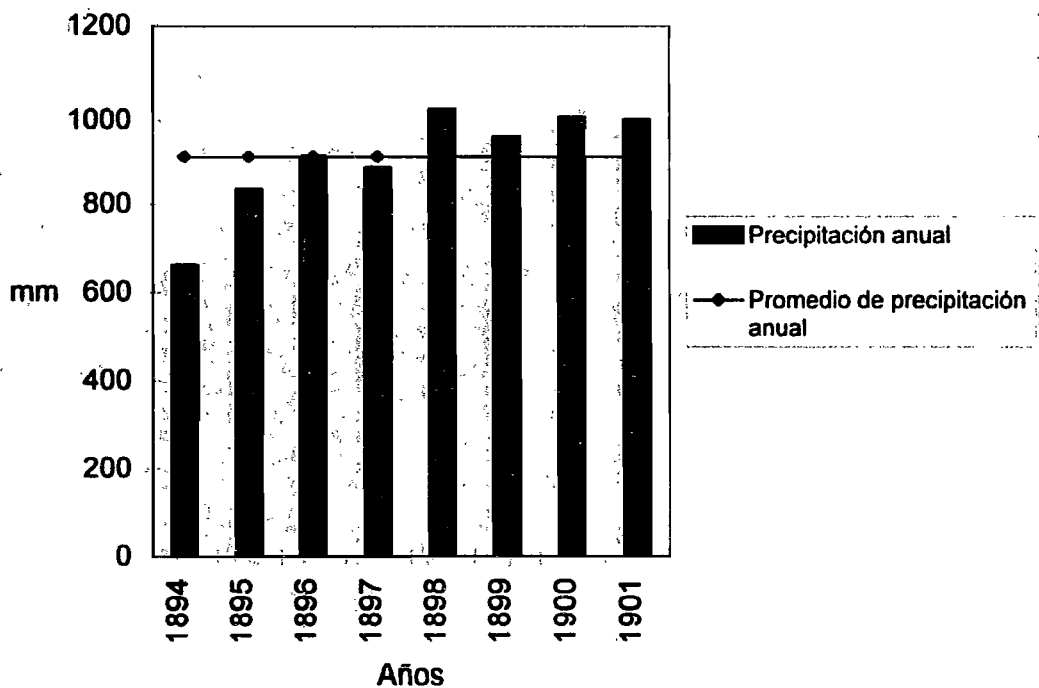
Los datos de temperatura que se tienen se refieren a los años de 1893-1901 (ver gráfica n° 61), la temperatura media durante el periodo es de 20.5 °C, la máxima es de 35.0 °C y ocurre en el año de 1901, la mínima es de 3.6 °C y se presenta en el mismo año de la máxima.

GRÁFICA N° 61
OBSERVATORIOS DE ZAPOTLAN. TEMPERATURA
AÑOS DE 1893-1901



Los datos de precipitación comprenden los años de 1894-1901 (ver gráfica nº 62), la media del periodo es de 912.8 mm, la máxima es de 1 027.7 mm y corresponde al año de 1898, la mínima es de 663.0 mm y se presenta en el año de 1894, la diferencia entre estos dos últimos valores es de 364.7 mm. Los años en que la lluvia se ubica por arriba del promedio son: 1896, 1898, 1899-1901; los años en que la lluvia se ubica por debajo del promedio son: 1894, 1895 y 1897.

GRÁFICA N° 62
OBSERVATORIO DE ZAPOTLAN. PRECIPITACIÓN
AÑOS DE 1894-1901



Después de conocer los rasgos más sobresalientes de los datos de temperatura y la precipitación, de los observatorios meteorológicos que funcionaron durante el siglo XIX, se pueden establecer las siguientes conclusiones generales:

En la primera mitad del siglo pasado, no es posible realizar un estudio exacto de la tendencia en la temperatura, debido a la falta de información, sin embargo, con la información que se dispone, se intenta establecer un patrón informativo de la tendencia que sigue este fenómeno.

Los datos de la precipitación más antiguos, considerados dentro del estudio se refieren a la Ciudad de México y se remontan al año de 1841, el lugar que le sigue es el de Tepic, Nayarit. Desde el año de 1841 y hasta el año de 1876, año anterior a la inauguración del Observatorio Meteorológico Central, se tienen datos de la lluvia de los siguientes lugares: Ciudad de México, Colima, Córdoba, Guadalajara, Mérida, Hacienda del Mirador (Veracruz), Orizaba, Pabellón (Aguascalientes), Querétaro, Tepic y Zacatecas, la mayor parte de la información se refiere al periodo de 1860-1876. Debido a la falta de continuidad de los registros, es imposible realizar un estudio completo de la lluvia; sin embargo, se puede decir que los años de 1844, 1859, 1860, 1863, 1873 y 1875 presentan una disminución en el promedio de precipitación, en tanto que los años de 1861, 1870 y 1874 presentan un aumento de lluvias.

La inauguración del Observatorio Meteorológico Central, marca la expansión de la red meteorológica del país, así, como la uniformidad en los horarios de observación. En relación con la temperatura (ver cuadro n° 5), se puede decir que durante el periodo de 1877 a 1901, en el año de 1898 se presentan los valores máximos y mínimos en el mayor número de estaciones consideradas en el estudio.

Cuadro n° 5
VALORES EXTREMOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN
REGISTRADOS EN LOS OBSERVATORIOS DE LA REPÚBLICA
MEXICANA DURANTE EL PERIODO 1877-1901

NOMBRE DEL OBSERVATORIO	Año de Temp. máxima	Año de Temp. Mínima	Año de máxima precipitación	Año de mínima precipitación
Aguascalientes	1898	1895	1885	1879
Carmen (Hda.)			1897	1900
Colima	1898	1897	1878	1896
Guadalajara	1886	1880	1895	1884
Guanajuato	1894	1898	1885	1892
Huejutla	1886	1886	1889	1885
Jalapa	1897	1895	1898	1894
León	1882	1890	1883	1896
Lináres	1900	1897	1901	1898
Mazatlán	1883	1899	1881	1892
Mérida	1895	1895	1898	1893
México	1896	1898	1878	1894
Monterrey	1894	1898	1899	1893
Morelia	1893	1901	1895	1894
Oaxca	1900	1893	1888	1884
Pabellón (Hda.)	1892	1895	1888	1884
Pachuca	1897	1893	1898	1894
Puebla (C. del E.)	1878	1898	1893	1895
Puebla (C. Catól.)	1878	1877	1888	1895
Querétaro	1898	1886	1878	1901
Real del Monte	1898	1898	1891	1893
Saltillo	1897	1898	1894	1901
San Luis Potosí	1898	1895	1890	1884
Tacubaya			1891	1894
Tepec			1888	1886
Teziutlán			1888	1884
Toluca	1898	1901	1893	1897
Tuxpan	1899	1887	1891	1885
Zacatecas	1898	1895	1888	1893
Zapotlán	1901	1901	1898	1894

En lo que respecta a la precipitación, se puede establecer que durante el periodo de 1877 a 1901, los años que presentan abundancia de lluvias fueron de 1880 a 1883, 1885, 1887, 1888, 1898, 1899 y 1900 (ver cuadro n° 6). Los años en que las lluvias fueron escasas fueron: 1877, 1884 y de 1892 a 1896. Las máximas sequías del periodo, se presentaron en los años de 1877, 1884 y 1894. En términos generales, se puede apreciar una disminución de las lluvias en la última década del siglo pasado, en relación con las décadas anteriores.

Cuadro n° 6
PRECIPITACIÓN ANUAL SOBRE LA MEDIA REGISTRADA EN LOS
OBSERVATORIOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA EN EL PERIODO 1877-
1901

NOMBRE DEL OBSERVATORIO	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
Aguascalientes						*			*	*															
Carmen (Hda.)																					*	*			*
Colima		*												*									*		
Guadalajara								*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Guanajuato				*		*			*	*	*											*			
Huejutla												*		*											
Jalapa																		*			*	*	*		
León			*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*	*	*
Linares																						*	*	*	*
Mazatlán			*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mérida														*				*		*	*	*	*	*	*
México		*				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Monterrey																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Morelia																	*				*	*	*	*	*
Oaxaca			*			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pabellón (Hda.)				*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pachuca																					*	*	*	*	*
Puebla (C. del E.)		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Puebla (C. Catól.)		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Querétaro		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Real del Monte												*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Saltillo										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
San Luis Potosí		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tacubaya									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tepic									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Teziutlan			*		*						*						*								
Toluca							*									*					*	*	*	*	*
Túxpan			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zacatecas			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zapotlán																		*		*	*	*	*	*	*
Suma	0	6	8	8	9	7	1	2	1	8	1	1	8	8	9	3	6	6	6	5	1	1	1	1	8
							1		4		4	1									1	9	4	2	

CAPÍTULO III. COMPORTAMIENTO DEL CLIMA EN MÉXICO DURANTE EL SIGLO XIX.

En este capítulo, se muestra el comportamiento del clima de la República Mexicana durante el siglo XIX, así como las tendencias de éste y su relación con otros fenómenos. Para lograr este objetivo, en primer termino, se ha recurrido a información sobre sequías e inundaciones que existe en el Archivo General de la Nación, debido a que no se tienen datos meteorológicos del país, de la primera mitad del siglo pasado. Por esa razón, se ha pensado que la documentación de archivo, resulta de gran utilidad para conocer las características más relevantes del clima en dicho periodo.

Para la segunda mitad del siglo XIX, en donde ya existen registros meteorológicos, los promedios anuales de temperatura y precipitación se han comparado con la documentación de archivo, con el propósito de conocer el grado de confiabilidad de los datos de esta documentación. Por último, se ha correlacionado ambos tipos de información, con la de otros fenómenos como el ciclo de manchas del Sol y el fenómeno del "Niño"; esto se ha hecho con la finalidad de descubrir si el clima del país siguió un patrón determinado de comportamiento en ese siglo.

3.1 El clima, los desastres naturales y los archivos

La ubicación geográfica de México dentro del globo terráqueo y las condiciones de un relieve accidentado en 4/6 partes de su territorio, determinan una variedad increíble de tipos y subtipos de clima, dentro de los grandes agrupamientos en que se suelen dividirse en su conjunto (según las clasificaciones tradicionales como la Köppen). Desde el extremo norte hasta el paralelo 23° norte, aproximadamente, se suceden tipos áridos y semiáridos tanto en el Altiplano como en las zonas bajas, transformándose en templados lluviosos sobre los cuerpos de las Sierras Madres y de los otros sistemas montañosos; hacia el sur esos climas templados se combinan y acaban por ser sustituidos por tropicales de sabana, de bosque y selva. Las masas de aire húmedo veraniego y otoñal que afectan a nuestro país, provienen principalmente del Atlántico medio y atraviesan el Mar de las Antillas y el Golfo, yendo más tarde a chocar con las cordilleras, que se extienden desde Chiapas hasta el sur de Tamaulipas. En consecuencia, las vertientes exteriores de las Sierras Madres y las cimas de ellas reciben la mayor parte de las precipitaciones, que de otra forma se repartirían mejor en el interior de la República. Otras corrientes húmedas se internan por el Sureste y la costa de Pacífico, procedentes de este océano en su porción Centro-

Oriental, chocan también –sobre todo en la forma de huracanes o ciclones tropicales- con la cordilleras Occidental y del Sur, produciendo lluvias a fines de verano y principios del otoño, además de provocar mediante el encuentro con las masas procedentes del Atlántico, aisladas lluvias invernales en la región oriental. De las zonas árticas y la atmósfera que yace sobre la amplia superficie continental norteamericana se desprenden masas de aire –en este caso frío y en ocasiones cargados también de humedad- que estructuran los llamados *nortes* y provocan bajas, muy acentuadas a veces, de las temperaturas invernales sobre las dos Altiplanicies y los terrenos superiores de las Sierras Madres, donde ocasionalmente tienen lugar nevadas.

Por lo que al régimen térmico se refiere, las zonas tropicales están libres de heladas y conservan temperaturas altas durante casi todo el año, en tanto que las regiones desérticas y semidesérticas del Noroeste, Norte y Noreste se calientan progresivamente al terminar el invierno y muestran un régimen de altísimas temperaturas desde la primavera y hasta el comienzo del otoño, cuando aquéllas comienzan a descender, para dejar lugar a las bajas temperaturas (sobre todo nocturnas) del invierno, relativamente corto. Estos climas extremos se vuelven menos contrastados en los altos valles de la Altiplanicie meridional, en el cuerpo de las Sierras Madres y en general (debido a la mayor altura) dentro de las regiones situadas en el Centro-Occidente y Centro-Sur. (1)

A pesar de esta descripción, se puede decir, que en realidad no se tiene un conocimiento pleno del mecanismo que determina el clima en nuestro país a largo plazo, debido en gran medida, a la falta de estudios sobre la historia del clima. Este tipo de estudios son necesarios, ya que cada determinado tiempo (no precisado todavía), surgen patrones de comportamiento muy distintos a los observados habitualmente; ocasionando con ello, entre otros fenómenos, años con menor o mayor precipitación, lo que puede ocasionar situaciones de desastre principalmente a la población dedicada a las actividades agrícolas y ganaderas.

En lo que concierne al estudio de los desastres naturales, para efectos del presente estudio, se ha considerado como desastre natural, los eventos meteorológicos que pueden tener un efecto negativo en las actividades del hombre, como sequías, inundaciones, granizadas, desbordamiento de ríos, etc. y que constituyen un parámetro importante para conocer la historia del clima de un país, cuando no existen registros del estado del tiempo.

(1). Bassols, Ángel (1991). *Recursos Naturales de México, teoría, conocimiento y uso*. México, Ed. Nuestro Tiempo, p 109-11

Al respecto, es importante señalar que desde años atrás, los científicos de todo el mundo, han utilizado la documentación sobre sequías e inundaciones, para conocer el comportamiento del clima en el pasado. Uno de los programas más ambiciosos que se han desarrollado al respecto, nace en el seno de la UNESCO, organismo que ha venido trabajando en este campo. Los antecedentes de dicho programa son los siguientes:

En 1979, la Organización Meteorológica Mundial considera la necesidad de estudiar y participar en proyectos sobre la historia del clima. En 1989, la UNESCO establece un proyecto para estudiar los antiguos sistemas hidrológicos, así como, los posibles cambios del clima y sus efectos en el suministro de agua. Dentro de las investigaciones realizadas, se encontró que desde el año de 1750, en Europa Central hay referencias al cambio periódico en el nivel de los ríos. Posteriormente, la Asamblea de la Unión Científica Internacional, El Programa de Investigación del Clima Mundial y El Programa de la Biosfera organismos ligados a la UNESCO, han concluido que gran parte de los estudios sobre el cambio climático global, se han enfocado a los periodos glaciares e interglaciares, épocas sobre las cuales la actividad humana tenía poca influencia en el clima.

Las tres organizaciones, establecieron la necesidad de obtener datos sobre las variaciones del clima en tiempos más recientes; por ese motivo la UNESCO y la WMO llevaron a cabo, un proyecto piloto para recopilar información en los archivos de Gran Bretaña, Francia, Alemania, España e Italia. (2)

Los científicos y archivistas interesados en este proyecto, diseñaron en 1990 un programa de trabajo interdisciplinario, en el cual los archivistas hacían las siguientes recomendaciones:

1. Recopilar la información tal y como aparece en el documento, evitando realizar una interpretación de carácter personal

2. Para la comprensión de las fuentes de información, es necesario el auxilio de paleógrafos y meteorólogos que puedan transcribir al lenguaje contemporáneo, los textos, tablas y medidas antiguas.

3 Desde el punto de vista cronológico, en casi todos los países de Europa existen observatorios meteorológicos a partir del año de 1880. Otro aspecto que los archivistas destacaron, es de que existe dificultad para encontrar documentación

(2). Dhérent, Cathérine y Petit-Renaud, Gérard (1994). *Using Archival Resources for Climate History Research*. Paris, UNESCO. p. 6-7

mas allá de los años de 1650-1680. Por tal motivo, se consideró concentrar la búsqueda sobre la documentación del periodo 1680-1880.

4. Debido a que el campo de investigación dentro de los archivos es muy amplio, la última recomendación, señala que es necesario concentrar la atención sobre la documentación y los años que son más significativos para la historia del clima, por ejemplo en: Europa el año de 1740 se caracterizó por presentar uno de los inviernos más rigurosos de que se tenga noticia, en tanto que el año de 1784 es considerado un buen año para las cosechas. Al existir abundante documentación sobre el periodo 1740-1784, se consideró, dentro del programa inicial, trabajar con estos años. (3)

Después de conocer los antecedentes del estudio del clima, realizados a partir de la documentación de archivos en Europa, es importante destacar que esta idea, no es novedosa en sí, ya que por ejemplo en el *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, Humbolt menciona la periodicidad con que la Ciudad de México se inundaba, problema que dio origen a las obras del desagüe del Valle de México, tema sobre el cual, los historiadores escribirían posteriormente.

En años más recientes, el historiador Enrique Florescano se ha dedicado al estudio de las sequías durante la época colonial en México. Entre sus obras destaca: *Precios del maíz y crisis agrícolas en México (1708-1810)*, publicada en 1969.

En 1995, Florescano y Susan Swan coordinan la publicación de *Breve Historia de la Sequía en México*, obra que tiene como antecedente, los trabajos y artículos realizados por diversos autores en la década de los ochenta.

Los trabajos sobre la sequía en México, se han hecho a partir de obras generales, publicaciones periódicas y en muy contados casos, a partir de fuentes primarias. Por tal motivo, se puede decir que los archivos del país, ofrecen una amplia gama de posibilidades de estudio que permanecen sin explorar.

Después de conocer, algunos de los estudios del clima, que se han hecho a partir de la documentación de archivo, para la presente investigación se retomó tanto

(3). *Ibid.* p. 7-8)

las conclusiones de la UNESCO, como las de Florescano. De ambas experiencias, se tomaron en primer lugar, los criterios utilizados para la selección de documentación; por esa razón de los 322 grupos documentales descritos en la *Guía General del Archivo General de la Nación*, sólo se contempló para su revisión 17 fondos, debido a que en la búsqueda de eventos climáticos del siglo XIX, eran los que presentaban mayor probabilidad de éxito, los fondos revisados fueron:

1. *Consejo Superior de Salubridad*
2. *Agricultura*
3. *Bosques*
4. *Obras Públicas: Fomento*
5. *Canales y Ríos*
6. *Industrias Nuevas*
7. *Puertos y Faros*
8. *Banco del Avío*
9. *Exposiciones*
10. *Desagüe del Valle de México*
11. *Instrucción Pública y Bellas Artes*
12. *Terrenos Baldíos*
13. *Límites de México-E.E.U.U. y México-Guatemala*
14. *Gobernación*
15. *Comunicaciones y Obras Públicas*
16. *Caminos y Puentes*
17. *Mapoteca*

La labor de revisión documental requirió la consulta de aproximadamente 6,000 fichas, en las que se encontraron aproximadamente 200 referencias al clima del siglo XIX, la revisión de expedientes permitió saber que sólo en 48 documentos, había información relevante para la historia del clima en dicho siglo.

La ficha empleada para el registro de la información de archivo, es un formato traducido al español, del empleado por la UNESCO (4), los puntos contemplados en la hoja son:

1. Datos generales

- Nombre del país
- Departamento o estado
- Nombre de la persona que llena la ficha
- Fecha en la que se llena la ficha

(4). *Ibid.* p. 55-56

2. Información meteorológica o hidrológica

- Coordenadas geográficas del lugar (latitud, longitud y altitud)
- Fecha del acontecimiento
- Acontecimientos meteorológicos e hidrológicos (se considera la siguiente tipología)

Escarcha
Hielo
Frío
Nieve
Calor
Sequía
Nubes
Niebla
Viento
Borrasca (viento)
Temporal (mar)

Lluvia
Precipitación continua
Derretimiento de nieve
Tormenta
Granizo
Inundación
Cambio en el régimen del río
Cambio en el nivel del agua
Cambio en el nivel del pozo
Otros

- Medida (profundidad de la nieve, nivel del agua, grosor del hielo, temperatura, etc.)
- Resultado del fenómeno
- Impresión sobre la contemporaneidad del fenómeno (si esta aparece), como puede ser:

Raro	Muy raro	Frecuente	Muy frecuente	Normal
------	----------	-----------	---------------	--------

- Fecha del último fenómeno del mismo tipo.

1. Transcripción de texto (si es de interés especial)

2. Información de Archivo

- Grupo documental al que pertenece
- Clasificación
- Origen de la documentación

Municipial
Administración Estatal
Administración Federal
Tribunal de Justicia
Iglesia
Ejército
Privado
Prensa

- Autor del documento
- Destinatario
- Fecha del escrito

Con la información obtenida en la documentación de archivo posteriormente, se hizo una relación de las principales sequías e inundaciones ocurridas en el país durante el siglo XIX. La finalidad de esta labor, fue la de conocer más adelante, si estos dos fenómenos presentaban un patrón determinado (ver ejemplo de formatos en los anexos 4 y 5)

3.2 Las sequías

A lo largo de la historia, la sequía ha sido vista como un fenómeno errático e imprevisible, que constituye una desviación respecto a los valores medios a largo plazo y que se dan de un año a otro. Por consiguiente, una de las grandes preocupaciones de los climatólogos ha sido conocer las causas que determinan este evento, con la finalidad de poder predecir su periodicidad. Sin embargo, antes de profundizar en los mecanismos que se relacionan con la sequía, es necesario conocer en primer lugar, la forma en que se ha conceptualizado a dicho fenómeno.

Definición de sequía. La palabra sequía es uno de los vocablos de uso frecuente, no obstante, pocas veces se reflexiona sobre su significado real, ya que por ejemplo, cuando se busca la definición del diccionario, uno se sorprende al encontrar definiciones tan escuetas como: "*sequía es el tiempo seco de larga duración*". Conceptos como este, enfrentan fallas graves, ya que no precisa los parámetros que son necesarios para considerar al tiempo como seco; en lo que respecta a la larga duración, el término es ambiguo, porque se puede referir a un mes, un año o varios años.

Una definición, más completa que la anterior, es la de F. J. Monkhouse, quien considera que la sequía consiste en "*un periodo más o menos prolongado sin precipitación atmosférica, o con cantidades inapreciables*", el mismo autor señala que el criterio para determinar la duración de dicho periodo, varía según los servicios meteorológicos de los distintos países. (5)

Florescano, considera que una definición tentativa de sequía sería la siguiente: "ausencia de humedad, especialmente por falta de lluvia, siendo más adecuado entender la sequía no sólo como escasez de agua, sino como su carencia total y, por así decir, contingente, que durante un lapso afecta las condiciones de desarrollo de plantas y animales" (6). Dentro de esta definición, Florescano introduce la relación que tienen la vida de los seres vivos, con la disponibilidad del agua. Sobre este punto, conviene resaltar que la sequía, ha sido estudiada principalmente en relación con las actividades del hombre, sobre todo con la agricultura y la ganadería, debido a que la falta de lluvia, históricamente ha representado una de las grandes calamidades en las tareas agrícolas y ganaderas de todos los pueblos. Sin embargo, establecer cuales son las causas que originan la sequía no resulta una tarea sencilla, debido a que intervienen fenómenos tan diversos y complejos como la circulación general de la atmósfera, el relieve, los ciclones, el ciclo de manchas del Sol, por mencionar algunos de los principales factores.

La sequía y la circulación general de la atmósfera

La sequía, ha sido explicada, en primer lugar, a partir del modelo de circulación atmosférica, la cual estructura las zonas climáticas de nuestro planeta y aporta el ritmo cíclico de las estaciones. Dentro de este modelo, se dice que la energía solar es la clave para la comprensión del tiempo y el clima. La Tierra recibe calor del Sol y lo radia hacia el espacio. Ambos procesos se mantienen en el justo equilibrio a largo plazo, ya que de otro modo la Tierra se calentaría continuamente.

La energía solar calienta la superficie de la Tierra, y el calor pasa de la superficie calentada a las capas bajas de la atmósfera, en parte por conducción, pero principalmente por medio de la radiación infrarroja, que es absorbida por moléculas tales como el vapor de agua y el dióxido de carbono en la atmósfera. Una vez que se han calentado las capas más bajas de la atmósfera, la energía se propaga por convención originando con ello la circulación general de la atmósfera.

(5). Monkhouse, (1978) F. J. *Diccionario de términos geográficos*. Barcelona, Ed. Oikos-Tau p. 411

(6). Florescano, Enrique y Susan Swan (1995). *Breve historia de la sequía en México*. Xalapa, Universidad Veracruzana, p. 13

En sí, la circulación general de la atmósfera, es el resultado de que el aire caliente ascienda en los trópicos y sea obligado a moverse hacia el norte y el sur, a medida que más aire caliente sube desde abajo. El aire desalojado se enfría, porque emite calor en forma de energía infrarroja hacia el espacio, y desciende en latitudes más altas, donde cede una mayor cantidad de calor a la superficie de la Tierra, en regiones que no gozan del beneficio del sol tropical. Sin embargo, esta sencilla explicación se complica debido a la distinta forma en que los océanos y los continentes responden al calor solar que les llega, y a la rotación de la Tierra, que desvía de forma complicada el conjunto de la circulación convectiva a gran escala.

También, es importante señalar que parte del calor solar -en realidad, gran parte de él- no se invierte en el calentamiento de la superficie terrestre en los trópicos, sino en la evaporación de agua. Así pues, el aire cálido que asciende en los trópicos no sólo es cálido sino también húmedo, y como consecuencia del enfriamiento del aire en ascenso es que el vapor de agua pasa de nuevo a la forma de gotitas de agua, cediendo calor al condensarse y dando lugar a las nubes que producen las lluvias tropicales. En términos generales, el aire ascendente está asociado a lluvia, y por este motivo los trópicos son húmedos y están cubiertos de exuberante vegetación. Por el contrario, donde el movimiento es principalmente descendente, el vapor de agua es absorbido por la corriente de aire a medida que ésta se calienta y comprime. El movimiento hacia abajo causa una acumulación de aire en la superficie, y aumenta la presión atmosférica; de este modo, el resultado final es que las regiones de aire descendente son *secas* y además están dominadas por altas presiones (7)

Por otra parte, este aire que rodea a la Tierra, se mueve formando tres celdas en cada hemisferio y de ellas la primera cercana al Ecuador y la segunda de latitudes medias son las que afectan a México. El flujo cercano a la superficie de la primera transporta vapor de agua procedente del Golfo de México hacia las tierras en declive del este, mientras que el aire carente de humedad y en progresivo caldeoamiento proviene de las capas altas, formado de la segunda, es la responsable de la sequía en territorio nacional. (8)

(7). Gribbin, John (1989). *El clima futuro*. Barcelona, Salvat Editores, S. A. p. 49-55

(8). Vivó, Jorge A. (1958). *La conquista de nuestro suelo*. México, Ediciones de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación.

La sequía en México

En general, los climas extremos y secos son los más extendidos en el país, abarcando no sólo la Altiplanicie Septentrional, sino también buena parte de los valles orientales en la región Meridional, además de porciones intramontanas del centro y noroeste de Oaxaca, el Estado de Sonora en su casi totalidad y la península de Baja California. Diversas estimaciones, basándose en los tipos de clima del sistema de Köppen, concluyen que en México de un 51 a 61% del territorio es de climas secos. Sin embargo, autores como Manuel Lebrija y Gontrán Noble, dicen que se abusa del término sequía, ya que en los primeros días de marzo, con frecuencia se habla de la sequía imperante, cosa perfectamente absurda porque la temporada de lluvias se inicia con bastante posterioridad a esa fecha.

Como se puede apreciar, es fundamental conocer la cantidad de precipitación anual que recibe una región determinada, para establecer si corresponde a la de un clima seco. En lo sustancial, el régimen de lluvias de México, queda comprendido dentro de los marcos de la llamada meteorología tropical, o sea que se caracteriza por precipitaciones de tipo tempestuoso y ciclones, que al mismo tiempo que destruyen edificios y cosechas, salvan al país de ser un enorme territorio semiseco o francamente desértico. De acuerdo con esas reglas generales, las lluvias se concentran en dos periodos cortos de tiempo, siendo el más importante de julio a octubre (lluvias normales convectivas y ciclones) e inclusive otro espacio de menor interés, o sea el invernal de nortes (diciembre-febrero). El resto del año casi todo el país sufre de sequía más o menos completa, excepto los territorios situados en lo alto de las serranías, donde llueve en todos los meses, aunque acentuándose las precipitaciones en las épocas habituales de lluvia; las costas cuentan con la ayuda de la brisa y las escasas regiones de clima mediterráneo (noroeste de la Baja California y secciones aisladas de Tamaulipas central y norte de Sonora) tienen lluvias de invierno. Se ha estimado que el promedio de lluvia general en el país alcanza 700-717 mm, que sitúa al país en su conjunto en los límites de la agricultura de temporal. (9)

Los ciclones tropicales y las sequías

En general se consideran años secos uno de cada cuatro, en ocasiones se juntan dos y hasta tres años secos; los años considerados como normales en realidad son sólo uno de cada tres o cuatro. En el Norte puede haber años con déficit de

(9). Bassols, Ángel. *op. cit.* p. 117-118

hasta 80% de precipitación, aunque al mismo tiempo se registre normalidad o exceso de lluvias en el resto de la República. Parte de este fenómeno, se explica a partir del número de ciclones que se presentan en un año determinado, ya que por ejemplo, en otoño la mayor parte de las lluvias correspondientes a las regiones costeras del Golfo de México y del Pacífico, son una consecuencia directa e indirecta de los ciclones tropicales que se mueven en esas regiones marítimas; pero, además, como resultado de esos meteoros del trópico, se mueven desde el noroeste hacia el sureste masas de aire frío, que con frecuencia originan frentes y sus respectivas lluvias.

Para calibrar la importancia de los ciclones en la realidad de México, debe decirse de inmediato que las lluvias convectivas *normales* son insuficientes, para asegurar la agricultura de temporal en la casi totalidad del país y que sin ciclones algunas regiones de México, especialmente el norte, serían desiertos de arena si (esos fenómenos) no afectaran el régimen pluvial del país, pues se ha comprobado que de la mayor o menor cercanía de sus trayectorias (de los ciclones) a nuestras costas, las lluvias son más o menos abundantes. Los estudios realizados señalan que algunos ciclones tropicales ocasionan aguaceros en muy extensas áreas de México, estas lluvias, se pueden extender en una área de más de un millón de kilómetros cuadrados. (10)

Son pocos los trabajos que existen, sobre como la frecuencia en el número anual de ciclones afecta el régimen de lluvias en México y todavía son más escasas las investigaciones sobre períodos anteriores al presente siglo. Sin embargo, en un trabajo de Guillermo Puga sobre el número ciclones que se presentaron en el Golfo de México, a partir de los últimos años del siglo XIX, utilizando los datos de ese trabajo se elaboró el cuadro siguiente:

Cuadro no. 1

Número de ciclones en el Golfo de México. Años de 1885-1899

Meses	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	Total
Junio	0	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
Julio	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Agosto	2	3	2	1	1	1	1	1	4	0	0	0	0	0	1	17
Septiembre	1	1	3	3	6	2	2	1	0	2	1	3	1	3	2	31
Octubre	1	3	2	1	2	1	3	4	2	3	1	1	2	0	4	30
Noviembre	0	0	2	2	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	10

Fuente: Puga, Guillermo (1901), *Consideraciones sobre la distribución general de las lluvias en la República Mexicana*, México, Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", Tomo XVI, p. 148

(10). *Ibid.* p. 112-114

En el cuadro número uno, se aprecia que los ciclones provenientes del Golfo de México, son más frecuentes en los meses de agosto, septiembre y octubre. Por otro lado Puga, en la época que publicó su trabajo, no relacionó las sequías con el número de ciclones. El comportamiento de la precipitación anual en el país, según los datos del capítulo II, muestran que en la época de 1886 a 1899, se pueden distinguir tres diferentes periodos de lluvia; el primero, formado por los años de 1886 a 1890, son años de abundantes lluvias; el segundo, comprende los años de 1892 a 1896, en donde ocurre una de las grandes sequías de ese siglo; el último periodo, abarca del año de 1898 en adelante, época en que las lluvias en la República empiezan a aumentar, después de un periodo de sequía. Los años, no incluidos en estos tres periodos, marcan los límites entre los años secos y los de lluvias abundantes.

Al correlacionar el número de ciclones con estos tres periodos, se tiene que en los años de mayor precipitación, el número de ciclones provenientes del Golfo de México, fue mucho mayor que en los años de sequía, por ejemplo: entre 1886 y 1890 hubo un total de 45 ciclones, en tanto que de 1892 a 1896, sólo hubo 26 ciclones, es decir una diferencia de 73% en el número total de ciclones. Otra diferencia importante, es que en los años de 1894 a 1896, considerados como el periodo de mayor sequía, no se registra la presencia de ciclones en los meses de junio, julio, agosto y noviembre, esta circunstancia se extiende a los años posteriores a 1896, debido a que las lluvias anuales aumentaron de forma paulatina.

A pesar de que el modelo de circulación atmosférica y la presencia de ciclones, nos permiten conocer los principales factores de la sequía en nuestro país, estas dos causas por si solas, no bastan para explicar este fenómeno. Los científicos de todo el mundo (Dhérent, Dornbusch, Gribbin, Le Roy Ladurie, entre otros) y de México (Florescano, Padilla Ríos, Sánchez Mora, Jáuregui, etc.), han recurrido a información de la sequía a través del tiempo, para conocer su comportamiento y variabilidad. Dichos estudios, suelen referirse a periodos muy amplios (varios siglos o miles de años), o bien, a periodos muy cortos que comprenden dos o tres décadas. Para fines de la presente investigación, sólo se ha seleccionado el siglo XIX, época sobre la que existe información de archivo no trabajada

Las sequías en México durante el siglo XIX

Las sequías influyeron determinadamente en la agricultura del siglo XIX, debido a que ésta dependía casi en su totalidad de la llegada regular y suficiente de las aguas. En esta época sólo una parte muy exigua de la tierra cultivada disponía de sistemas de riego, la mayoría de los cultivos se hacía en tierras de temporal; o sea que, en condiciones climáticas adversas, la producción agrícola

descendía y la escasez o la pérdida de los granos básicos se traducía de inmediato en desequilibrios económicos y sociales. (11)

Las sequías en el siglo pasado han sido estudiadas principalmente por Enrique Florescano, Guillermo Padilla y Luis Rodríguez. De estos tres autores, Florescano es quien más atención ha dedicado a este fenómeno; sus estudios se han centrado sobre las crisis agrícolas durante la época colonial. Para efectos del presente estudio, solamente se hará referencia a las sequías que menciona Florescano en los primeros veinte años del siglo XIX. En relación, con el periodo 1800-1820, Florescano hace mención a diez sequías, este mismo autor considera que las más importantes son las de 1808, 1809 y 1810-11, épocas en las cuales se vio afectado todo el Virreinato. Para documentar estas sequías, Florescano ha utilizado información bibliográfica y de archivo referente al pago de diezmos, sobre todo de manuscritos del obispado de Michoacán las series de producción agrícola y de precios del maíz y trigo estudiadas por él, registran la presencia de ciclos de clima que duran diez años. Estos precios de los granos muestran un movimiento decenal de ascenso y caída que se repite y que es semejante al movimiento del precio de los granos en Europa. (12)

Guillermo Padilla y Luis Rodríguez han estudiado el periodo de 1821 a 1910 y mencionan la existencia de 39 sequías, clasificándolas como severas, medianas y leves de acuerdo con su intensidad. Dentro de su clasificación toman en cuenta en primer lugar, la forma en que se afecta la producción agrícola y a la economía del país. Para su estudio, recurrieron a publicaciones periódicas de la época como los periódicos: *El Sol*, la *Gaceta del Gobierno Imperial de México*, *El Siglo XIX*, *El Monitor Republicano*, etc.; o bien a boletines y memorias, en las que destacan: el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, *Boletín del Ministerio de Fomento* y el *Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana*. Los dos autores, hacen la aclaración de que la información se puede dividir en dos periodos. El primero, comprende los años de 1822 a 1874 y se caracteriza por ser muy pobre y discontinuo, dada la ausencia de fuentes y registros de las actividades agrícolas; en esos años, sólo localizan diez sequías. En cambio, la información correspondiente a 1875-1910 es más continua y representativa, y señala la presencia de 29 casos de sequía. Posteriormente, los autores dividen las sequías en generales y regionales, según la extensión geográfica afectada, determinada su extensión por los datos obtenidos. De esta manera, de los 39 casos, cuatro son de tipo general: 1868, 1877, 1891 y 1892; la de 1877 afectó a la mayor parte del país y se prolongó

(11). Padilla, Guillermo y Rodríguez, Luis (1980). *Análisis histórico de las sequías en México*. México, SARH, p. 39

(12) Florescano, Enrique y Espinosa, Lydia (1987). *Fuentes para el estudio de la agricultura colonial en la diócesis de Michoacán*. México, INAH, p. 10-25

hasta mayo de 1878 en el Valle de México; la de 1891 se prolongó hasta 1892 en todo el territorio nacional. En cuanto a las sequías regionales, destacan por su intensidad las de 1822-23 y 1834-35 en la Península de Yucatán; la de 1854 en Querétaro y, sobre todo, la de 1868, que afectó a una región muy extensa del país: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Aguascalientes, Nuevo León, Coahuila y el Valle de México. Durante el Porfiriato las sequías regionales más severas se presentaron en los años 1875, 1884-1885, 1896, 1901 y 1908. Entre las sequías locales más importantes por su intensidad están la de 1885 en Oaxaca, la de 1894-1895, de seis meses de duración, en la huasteca veracruzana. (13). Otros trabajos que hacen mención a sequías son los de Pérez Escutia y Sánchez Díaz, quienes señalan que en Michoacán se presentaron crisis agrícolas en los años de 1833-1834, 1845-1846, 1871, 1882, 1884, 1886 y 1891-1892 (14).

Después de conocer las investigaciones llevadas a cabo por estos tres autores, es importante mencionar que esta línea de investigación se encuentra en su etapa inicial, debido a que todavía falta por conocer la información de la mayor parte de los archivos estatales y municipales, tarea nada fácil, ya que en la mayoría de los casos, estos archivos carecen de una buena organización y de instrumentos de consulta que sean confiables. A pesar de este panorama, la exploración de los grupos documentales del Archivo General de la Nación referentes al siglo XIX, permitió conocer datos no considerados por estos autores, antes mencionados. Los datos que se encontraron, señalan las siguientes sequías:

En 1800 las autoridades locales, informan la pérdida de cosechas en la intendencia de Yucatán, circunstancia que motivó la compra de arroz fuera de la región. (15)

En el estado de Oaxaca, la presencia de una sequía en los años de 1894-1896 que abarcó las localidades de Coyotepec, Huanapam, Tetaltepec, Frujapam, Zapotillán, Nochixtlán, Ayuquilla Yxtapam, Yolotepec, Huastepec, Acaquizapam, Sabinillo y San Sebastián del Monte, lugares en donde se emprendieron trabajos de reforestación que fracasaron, debido a la falta de lluvias (16).

(13). Padilla, Guillermo y Rodríguez, Luis. *op. cit.* p. 39-40

(14). Pérez Escutia, Ramón (1990). *Historia de Maravatío*. Maravatío, Comité Organizador de los festejos del 450 Aniversario de la Fundación de Maravatío p. 196 y Sánchez Díaz, Gerardo (1984). *Las crisis agrícolas y la carestía del maíz en Michoacán*. En Textual, Análisis del medio rural. Chapingo, UACH, p. 51

(15). AGN, (1800), Intendencias, vol. 75

(16). AGN, (1893-1896), Bosques, caja 1, exp. 9

También, sobre el año de 1896, existe un registro de falta de lluvias en el estado de Yucatán, en particular en la localidad de Tekax, lugar en donde la sequía acabó con los árboles de naranjo (17). Dentro de su trabajo, Padilla y Rodríguez introducen un cuadro (ver cuadro no. 2) con las sequías estudiadas por Carrillo Arronte, aunque no mencionan la publicación o la forma en que obtuvieron la información. Dicho cuadro es interesante porque menciona los años de sequía por entidad, por tal motivo, se reproduce a continuación:

Cuadro no 2

SEQUIAS POR ESTADOS. AÑOS 1817-1910

ESTADO	AÑOS CON SEQUIA
Distrito Federal	1830, 1831, 1836, 1877-78, 1885, 1907
México	1830, 1831, 1836, 1868, 1885, 1904, 1905, 1909
Morelos	1884
Nuevo León	1868, 1886, 1887, 1889, 1894, 1905, 1906, 1907, 1909, 1910
Tamaulipas	1889, 1895, 1898
Chihuahua	1886, 1887, 1893, 1896, 1908, 1909
Coahuila	1868, 1877, 1883, 1884, 1887, 1909, 1910
Sinaloa	1880, 1886
Sonora	1886, 1887, 1893, 1896, 1897
Yucatán	1817, 1822, 1823, 1834, 1835
Colima	1882
Jalisco	1842, 1898
Michoacán	1877, 1883, 1896, 1904, 1905
Veracruz	1836, 1843, 1868, 1877, 1894, 1895
Guanajuato	1877, 1880, 1894, 1895, 1896, 1902, 1905
Puebla	1875, 1885, 1894, 1895, 1901, 1902, 1906
Tlaxcala	1896, 1905, 1909, 1910
Querétaro	1854, 1882, 1885, 1887, 1889, 1894, 1900, 1902, 1904, 1905, 1907, 1908, 1909
Hidalgo	1843, 1880, 1885, 1889, 1895, 1900, 1905, 1908
Aguascalientes	1868, 1895, 1905
Durango	1850, 1877, 1894
San Luis Potosí	1875, 1887, 1889, 1894, 1896, 1898, 1899, 1900, 1904, 1905, 1906, 1907, 1903
Zacatecas	1875, 1885, 1889, 1895, 1907
Chiapas	1868, 1887, 1899
Guerrero	1868
Oaxaca	1868, 1885

Fuente: Carrillo Arronte, citado por Padilla, Guillermo y Rodríguez, Luis. (1980). *Análisis histórico de las sequías en México*, SARH, México. p.4

(17). AGN, (1896), Bosques, caja 2, exp 8

En el cuadro anterior, se aprecia que los estados de Querétaro y San Luis Potosí, son los que registran mayor número de sequías (trece); después, aparece Nuevo León (diez), le siguen los estados de México e Hidalgo (ocho), a continuación se tiene a Coahuila, Guanajuato y Puebla (siete); pero, en términos generales, pareciera que el fenómeno se presenta en el centro-norte del país. Esta situación, no necesariamente se presentó de esta forma, ya que grandes áreas del territorio, sobre todo de los estados del norte, estaban despobladas y por lo tanto, los archivos y los periódicos no registran noticias de estas zonas, por esa razón, al comparar la información meteorológica disponible para las tres últimas décadas del siglo XIX, el panorama que se tiene para las sequías cambia por completo, por ejemplo, uno de los años en que se registró una menor precipitación fue 1884; sin embargo, únicamente aparece el nombre del estado de Coahuila como región afectada por la falta de lluvia; esto se debe en gran parte, a que la sequía no necesariamente coincide con el año en que se registra una menor precipitación, sino con el siguiente, en donde la escasa precipitación del año anterior, se refleja, sobre todo si el calendario de lluvias continúa con un retraso; por ese motivo, en el año de 1885 aparecen como afectados por la sequía, los estados de: México, Distrito Federal, Puebla, Querétaro, Hidalgo, Zacatecas y Oaxaca, cuando en realidad la sequía comienza en 1884 y se extiende al siguiente año. Si se correlacionan los registros meteorológicos que se tienen del siglo XIX, con los datos de archivo, se pueden documentar cinco grandes sequías que afectaron a todo el territorio nacional, ver cuadro número 3:

Cuadro no. 3

Grandes sequías en México. Siglo XIX

Años	Área geográfica afectada
1808-1811	Todo el Virreinato de la Nueva España
1868	Estados de: Chiapas, Coahuila, Guerrero, Nuevo León, Oaxaca, Aguascalientes, México y Distrito Federal
1877	La mayor parte del territorio nacional, especialmente el centro y norte del país
1884-1885	Todo el territorio del país, una de las sequías mejor documentadas
1892-1896	Todo el territorio del país, destaca el año de 1894, período en donde por lo menos 17 estados de la República registran promedios de lluvia por debajo del promedio anual de precipitación. Posiblemente se trata de la peor sequía del siglo XIX

Fuente: Enrique Florescano, Guillermo Padilla, Luis Rodríguez, op. cit. Carlos Contreras, a partir de registros meteorológicos

De las cinco grandes sequías consideradas en el cuadro no. 3, la primera de ellas, es decir la de 1808 a 1811, es estudiada por Florescano, el cual señala pérdidas de cosechas, especialmente de cereales en todo el Virreinato, provocando con ello, carestías y graves crisis agrícolas que, además, intervinieron y se mezclaron con la crisis política de 1810. (18). El trabajo de investigación realizado por más de 30 años, le ha permitido a Florescano documentar ampliamente esta sequía; sin embargo, es necesario estudiar más a fondo, el verdadero papel que tuvo la sequía dentro del movimiento de *Independencia*.

Con respecto a la sequía de 1868, Guillermo Padilla y Luis Rodríguez destacan que afectó a los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Aguascalientes, Nuevo León, Coahuila y Valle de México, ocasionando pérdidas de cosechas y muerte del ganado. (19). Los registros que se tienen de los observatorios meteorológicos de la Hacienda de Buenavista y el Colegio de Minería en el Distrito Federal, muestran que efectivamente en ese año, ocurrió un descenso en el promedio de lluvia anual, lo cual refuerza la hipótesis de que se trata de una de las grandes sequías del siglo pasado (ver mapa número 4).

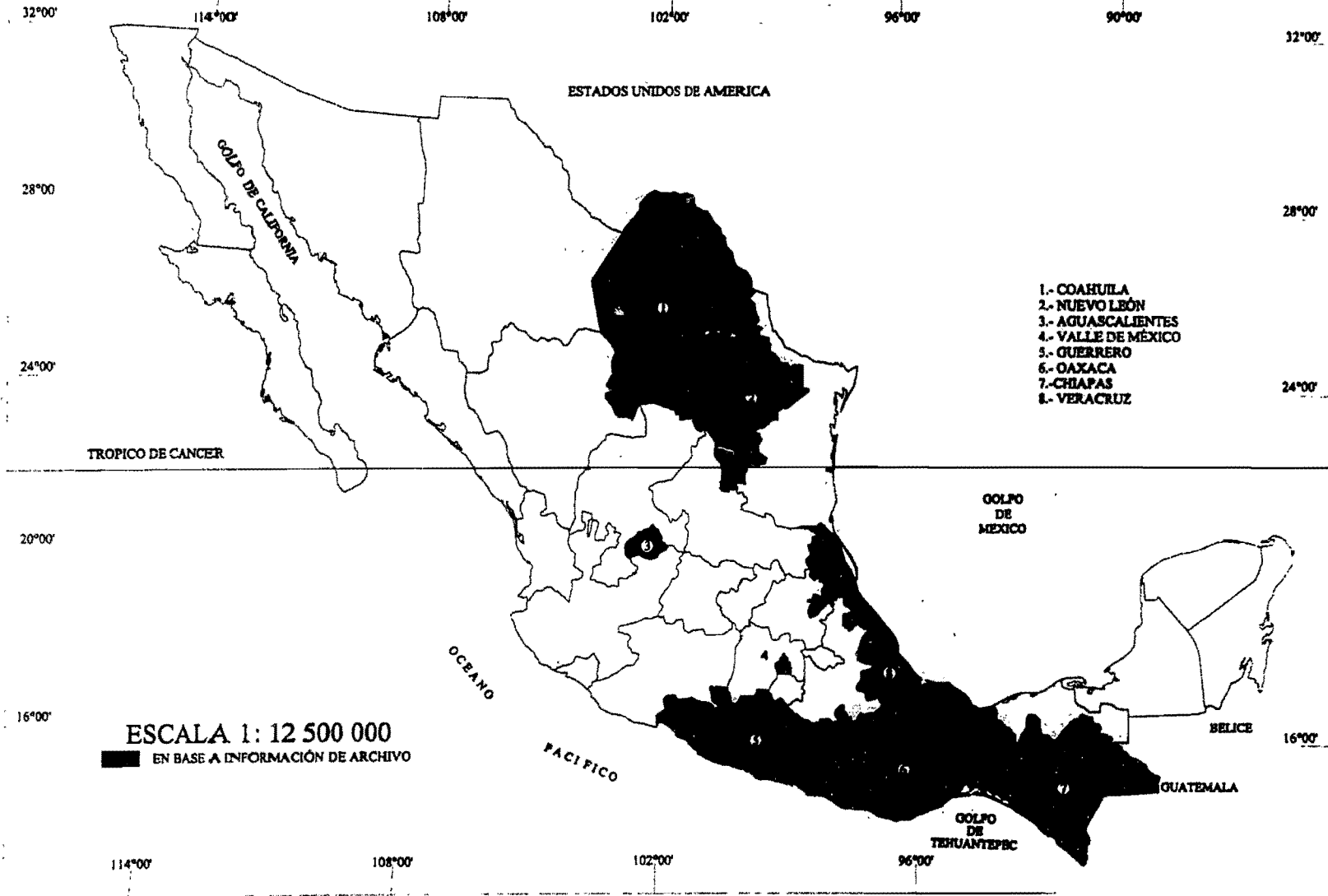
La sequía de 1877, afectó según Padilla y Rodríguez, los estados de Michoacán, Guanajuato, Veracruz, Coahuila y Durango. Es importante resaltar que en este año, se funda el Observatorio Meteorológico Central en la Ciudad de México y con ello, nace la primera red permanente de observaciones en provincia, a partir de este momento, las sequías se pueden correlacionar mejor con los datos de archivo; por ejemplo, al comparar los registros de lluvia de ese año, con la de años posteriores, se aprecia que en los observatorios de Colima, Guadalajara, Guanajuato, León, Ciudad de México, Oaxaca, Pabellón, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tacubaya, Teziutlán, Toluca y Tuxpan, se presentaron lluvias por debajo del promedio anual, tomando en cuenta para este balance, el periodo de 1877-1901. Por otra parte, a pesar de que no se dispone de información de todo el país, los lugares mencionados, permiten pensar que la sequía del año 1877, si tuvo una repercusión nacional (ver mapa número 5).

En relación con la sequía de 1884-1885, Padilla y Rodríguez, mencionan que ésta afectó sobre todo el interior del país, particularmente a los estados de Coahuila, Querétaro, Zacatecas, Oaxaca e Hidalgo; la información meteorológica señala que en el año de 1884, en los observatorios de Aguascalientes, Pabellón, Guadalajara, Guanajuato, León, Huejutla, Ciudad de México, Oaxaca, Puebla,

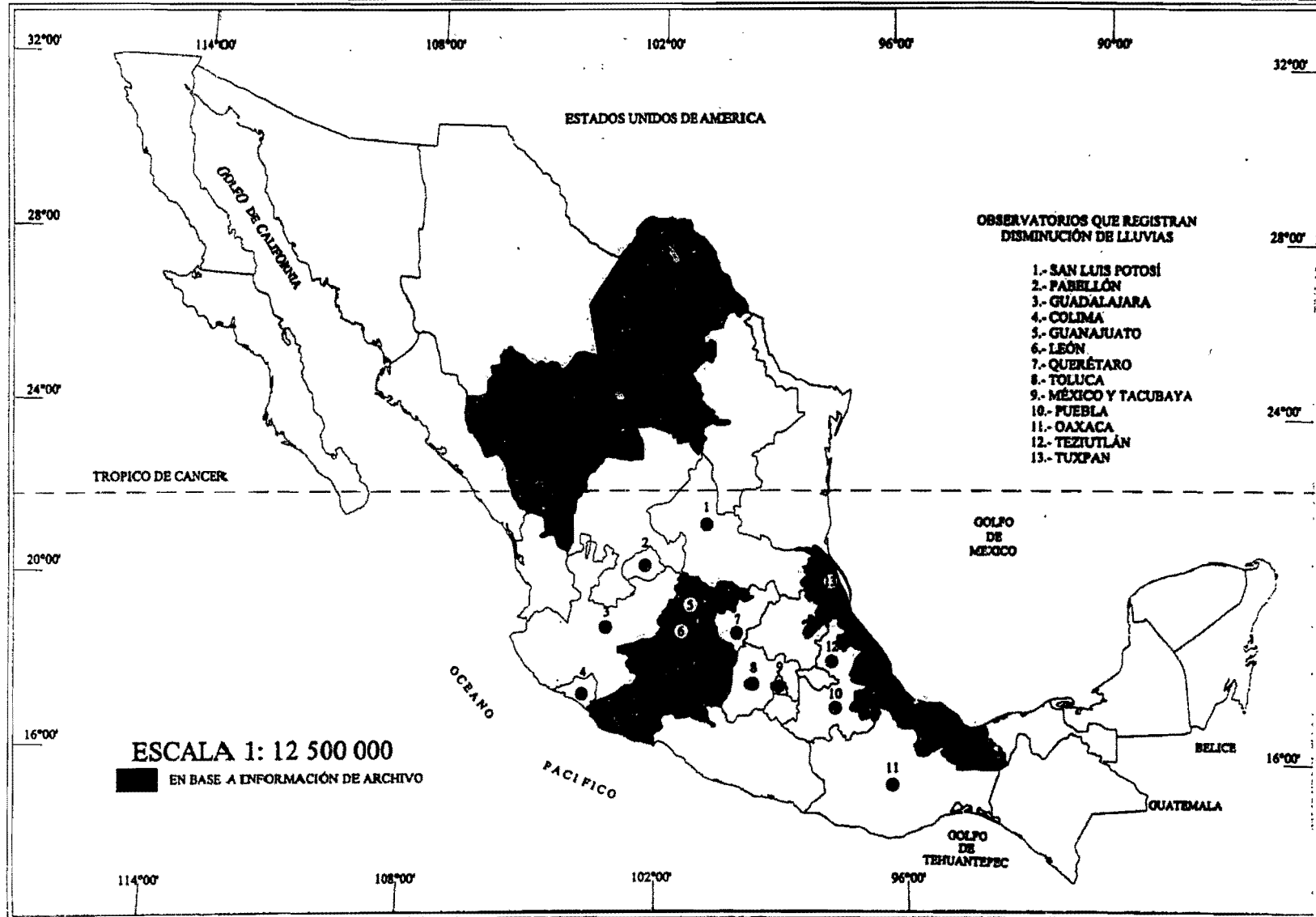
(18). Florescano, Enrique. *op. cit.* p. 55-56

(19). Padilla, Guillermo y Rodríguez, Luis *op. cit.* p 40

MAPA N° 4
ESTADOS QUE REGISTRAN SEQUÍA. AÑO DE 1868



ESTADOS Y LUGARES QUE REGISTRAN SEQUÍA EN 1877



Teziutlán, Querétaro, San Luis Potosí, Toluca y Tuxpan, la lluvia se encuentra por debajo del promedio anual; los registros de 1885, muestran que los observatorios de Aguascalientes, Guadalajara, Guanajuato, León, Mazatlán, México, San Luis Potosí y Tepic, también, registran una disminución en el promedio anual de lluvia. Conviene resaltar que en el año de 1884, los observatorios de Guadalajara, Pabellón y San Luis Potosí, presentan el más bajo registro de precipitación del periodo 1877-1901 (ver mapa número 6) ; en 1885, los observatorios de Aguascalientes, Guanajuato y Tuxpan registran la mínima histórica de precipitación anual, considerando el mismo periodo. Como dato curioso, hay que mencionar que los datos del observatorio de Zacatecas durante los años de 1884 y 1885, señalan que la precipitación fue de 990 y 981 mm respectivamente, los promedios resultan estar muy por encima del registro de lluvia, que puede presentarse en dicho lugar; por lo tanto, no coincide con la referencia de Padilla y Rodríguez (20). Por este motivo, el caso de Zacatecas abre la discusión sobre qué tan válido resulta ser un dato meteorológico, en comparación con uno de archivo.

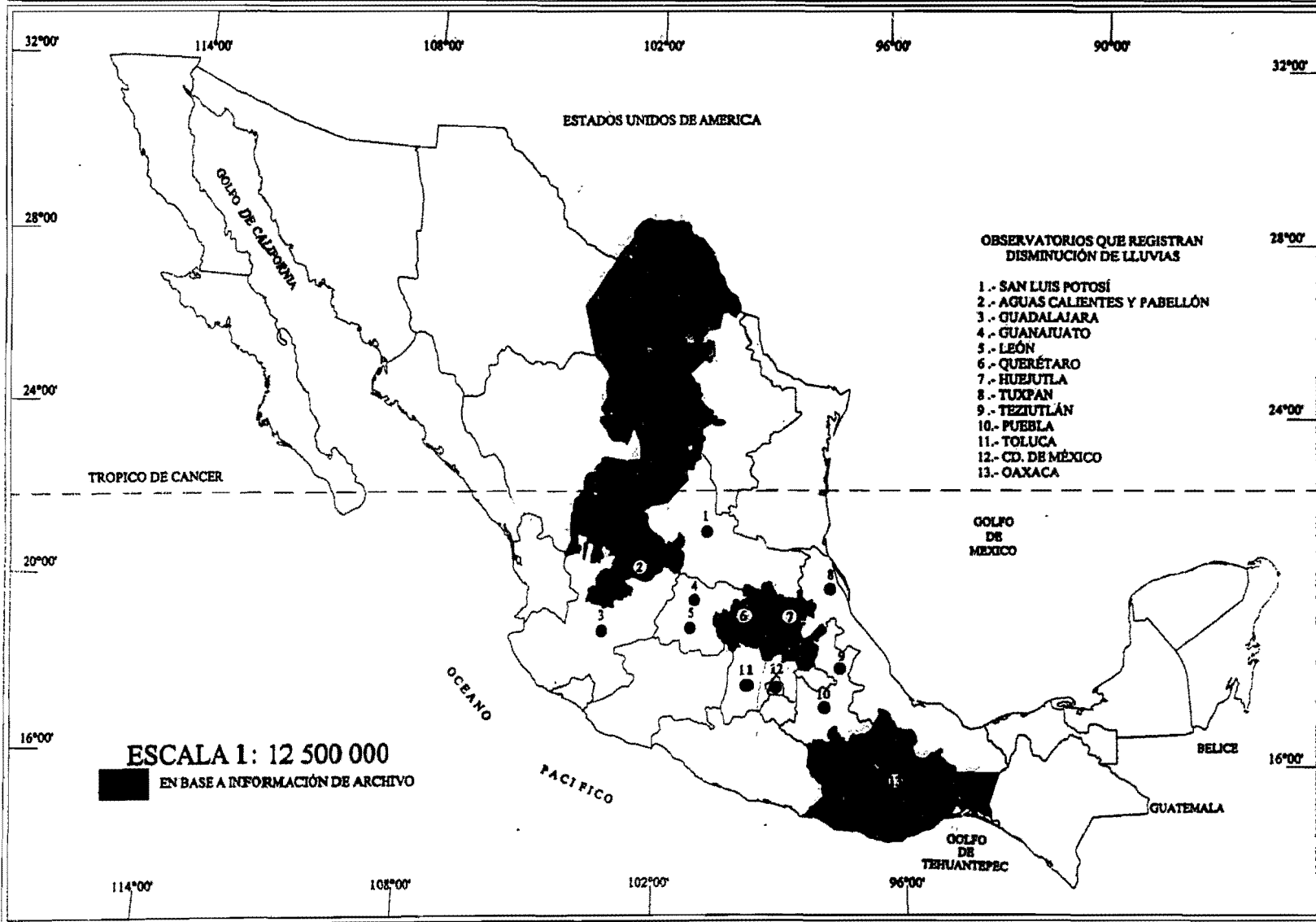
La sequía de 1892-1896 es una de las mejores documentadas (ver mapa número 7), debido a la abundante información meteorológica y de archivo que se conserva. Padilla y Rodríguez, consideran que sólo en los años de 1891-92, la sequía afectó al país en su conjunto. Estos mismos autores, mencionan que en los años posteriores a 1892, la sequía afectó de forma parcial a la República, por ejemplo en el año de 1893, señalan que la zona afectada por la sequía se limitó al oriente de Sonora y poniente de Chihuahua; en tanto que para el año de 1894, la sequía se presentó sólo en los estados de Durango, Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo; en 1895, se vieron afectados los estados de Veracruz, Aguascalientes, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, Tamaulipas y Puebla; por último, en el año de 1896, la sequía afectó principalmente a Chihuahua, Guanajuato, Michoacán, Tlaxcala y San Luis Potosí (21). La información localizada en el Archivo General de la Nación, como ya se mencionó anteriormente, consigna una gran sequía de 1893 a 1896, en el estado de Oaxaca y en 1896, en Yucatán.

En relación con los registros meteorológicos del periodo 1892-1896, se tiene que la lluvia anual en general disminuyó en los observatorios de Colima, Guadalajara, Zapotlán, Guanajuato, León, Jalapa, Linares, Monterrey, Mazatlán, Mérida, México, Tacubaya, Morelia, Oaxaca, Pachuca, Real del Monte, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Toluca y Zacatecas. Otro dato importante, es que en varios de estos observatorios, se registró la precipitación mínima histórica anual del periodo 1877-1901; Los observatorios que registraron esa mínima histórica fueron: Guadalajara y Mazatlán en 1892; Mérida, Monterrey, Real del Monte y Zacatecas en 1893; Jalapa, México, Morelia, Pachuca, Tacubaya y Zapotlán en 1894; Puebla en 1895; Colima y León en 1896.

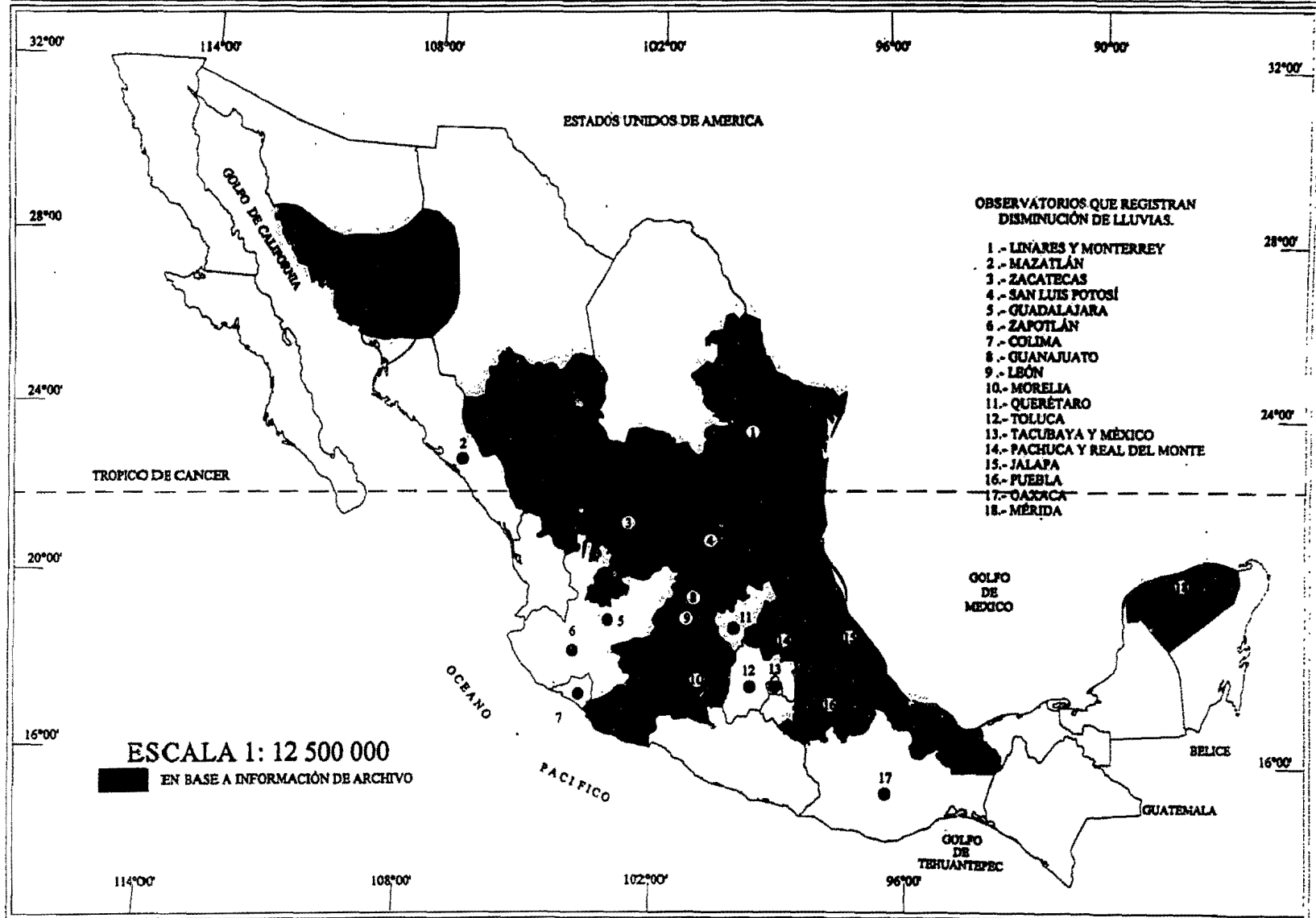
(20). *Ibid.* p. 109

(21). *Ibid.* p. 111-113

MAPA N° 6
ESTADOS Y LUGARES QUE REGISTRAN SEQUÍA EN 1884 Y 1885



ESTADOS Y LUGARES QUE REGISTRAN SEQUÍA EN 1892 - 1896



El análisis de la información sobre la sequía de 1892-1896, permite establecer que ésta no afectó de forma uniforme al país, ya que hubo estados que se vieron afectados por periodos cortos de un sólo año, por ejemplo, Linares sólo registra una disminución en la lluvia en 1896; por el contrario, los observatorios de Guanajuato, León, Mazatlán y México, presentan una disminución de la lluvia durante todo el período; en tanto que otros, como en los observatorios de Zacatecas y Puebla, la disminución de precipitación anual se extiende más allá del año de 1896. Sin embargo, al complementar los datos meteorológicos con los de archivo, se puede decir que este período de sequía comienza en 1891 y que en algunos lugares abarca más allá del año de 1896. Por otra parte, los años en que la sequía fue más generalizada fueron 1894 y 1896.

Con la finalidad de presentar un panorama más detallado sobre las sequías en siglo XIX, en el apéndice número uno, se muestra una cronología de todas las sequías, en donde se incluyen también, los años de lluvias abundantes. Los cuadros se hicieron con los datos publicados por Florescano, Padilla, Rodríguez, los expedientes revisados en el Archivo General de la Nación y los promedios de precipitación anual de las estaciones meteorológicas estudiadas en el capítulo número II.

Antes de concluir el tema de sequías, se presenta una breve reflexión sobre los efectos económicos, políticos y sociales que tuvo este fenómeno durante el siglo pasado.

Efectos económicos, políticos y sociales de las sequías en el siglo XIX

La información obtenida, a pesar de las deficiencias señaladas, muestran que las sequías tuvieron gran importancia durante el siglo XIX, principalmente en el campo mexicano, que disponía en esa época de pocas tierras con sistemas de riego para contrarrestar sus efectos. La inestabilidad política, económica y social que agobió al país durante gran parte del siglo XIX, ocasionó que las sequías tuvieran efectos semejantes o más desastrosos que en el período colonial.

Según Florescano, una prueba de que este fenómeno tuvo un impacto fuerte sobre la política, la presenta el período que comprende los primeros años de la lucha por la Independencia, debido a que hubo una sequía severa y continua en el Virreinato en los años de 1808 a 1811. Esta grave perturbación climatológica se convirtió en una gran perturbación económica que afectó a una generación que desde 1785 había vivido una serie de desastres. Fue esta generación la que se levantó en armas en 1810. La sucesión desde fines del siglo XVIII de sequías,

alzas de precios, carestía y hambre quizás coadyuvó a que la sequía de 1808 fuese el detonador de un gran malestar social latente en la sociedad colonial. El descontento de una gran parte de las masas, en lugar de manifestarse en alborotos y protestas por la carestía, encontró su detonador político en la retórica revolucionaria de Miguel Hidalgo. La unión de ambos produjo el levantamiento de 1810. Este mismo autor señala que, quizás, si no hubiera habido la gran sequía de 1808-1811, el malestar campesino y el furor popular no hubiera coincidido con la demanda política de la Independencia (22).

En los años posteriores de 1822 a 1874, la falta de información impide documentar los daños que ocasionó la sequía en el país. La referencia más importante que se tiene de este período se refiere a Yucatán, región en donde se presentaron dos grandes sequías, la de 1822-1823 y la de 1834-1835, las cuales ocasionaron que el lugar se convirtiera en zona de desastre, debido a las vastas migraciones, hambres y tumultos que se presentaron entre la población indígena.

Para remediar la situación de Yucatán el gobierno federal dictó medidas especiales, entre ellas, la libre importación de cereales, cada vez que era afectada la agricultura por la sequía en la región (23).

Entre los años de 1835 a 1867, sólo existen testimonios aislados de los estragos que eventualmente provocaban las sequías, los cuales generalmente se refieren a la pérdida de cosechas y ganado. Consideración aparte, merece las referencias de Pérez Escutia a las sequías en Michoacán. La primera sequía a la que hace mención es la de 1833-1834, en dicho año la fanega de maíz se vende hasta en 20 reales, que contrasta con los 8 reales que cuesta en los años de buenas lluvias como el de 1836-1837 (24).

Las sequías, además de ocasionar una baja producción agrícola, producían efectos devastadores en la ganadería, sobre todo en el norte del país. Los pastos secos, la escasez de agua para beber, incrementaba las epizootias y diezmaban el ganado. Los años críticos para esta actividad económica, fueron las sequías de 1875, 1884, 1886 y 1894 (25).

(22). Florescano, *op. cit.* p. 119

(23). Padilla, Guillermo y Rodríguez, Luis, *op. cit.* p. 41

(24). Pérez Escutia, *op. cit.* p. 196

(25). Padilla, Guillermo y Rodríguez, Luis, *op. cit.* p. 43

La llegada al poder del General Porfirio Díaz, permitió una relativa tranquilidad política y social. Dicha circunstancia, también permitió que se establecieran observatorios, comisiones e institutos de investigación, con la idea de que los adelantos científicos, contribuirían a abatir los rezagos sociales; por esa razón, no resultó raro que una de las primeras acciones del gobierno porfirista fuera la de realizar estudios climatológicos, debido a la urgente necesidad de mejorar la agricultura del país y poder prevenir en la medida de lo posible los períodos de sequía, prueba de este hecho lo constituye la inauguración en 1877 del Observatorio Meteorológico Central, en cuyo decreto de fundación aparece el siguiente texto:

"Siendo además, uno de los resultados prácticos del estudio climatológico, el conocimiento de los productos vegetales, se ocupará de la formación del calendario botánico de las diversas regiones de la República, relacionando los varios fenómenos de la vida vegetal con los cambios atmosféricos a efecto de perfeccionar la geografía botánica, base indispensable para el buen éxito de muchas operaciones así agrícolas como fiscales y económicas" (26)

A pesar del empeño puesto por el gobierno porfirista en el mejoramiento de la agricultura, las sequías continuaron causando estragos económicos, sobre todo en las capas sociales más desfavorecidas. La sequía de 1892-1896, posiblemente la más terrible de ese siglo, provocó considerables pérdidas de cosechas y múltiples hambrunas por todo el país. Con la finalidad de aminorar los costos sociales, el gobierno decretó en 1896 la abolición del sistema de alcabalas que restringía la circulación de bienes en el interior del país y aumentaba significativamente su precio. (27)

Las sequías también tuvieron repercusiones ambientales, entre los casos mejor documentados, se encuentran los efectos que tuvo la falta de lluvia, en relación con la desecación de los lagos cercanos a la Ciudad de México, ya que por ejemplo, durante la sequía de 1877, el vaso del lago de Texcoco casi se secó por completo(28); posteriormente, durante la sequía de 1884-1885, el mismo lago

(26). Torres, José, (1947), *El Observatorio Meteorológico Magnético Central de la Ciudad de México*, México, Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Átzate", p. 9-10

(27). Florescano, Enrique, *op. cit.* p. 83

(28). Quevedo, Miguel A. de (1921), *La necesaria orientación en los trabajos de la desecación del lago de Texcoco y problemas con que ella se ligan*, México, Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Átzate", tomo XL, p. 234

se volvió a secar, a tal grado, que un informe de Antonio Peñafiel menciona que a causa de la desecación del vaso de Texcoco, éste se había convertido en un pantano de aguas putrefactas, provocando que la atmósfera de la capital por esos años, se tornara irrespirable(29).

Por otra parte, la sequía de 1892-1896 ocasionó que el vaso del lago de Chalco se secara, situación que permitió a los señores Remigio Noriega y Hermano, solicitar al gobierno central, permiso para convertir este lugar en tierras agrícolas, señalando que de las 9 500 hectáreas que tenía de superficie en ese momento el lago, la tercera parte, la pensaban dedicar al agostadero de animales y las otras dos para el cultivo de maíz y trigo. El argumento que se esgrimió fue que el lecho del lago era un lugar insalubre, porque durante la época de sequía una considerable extensión de sus bordes se volvía pantanosa y producía emanaciones que originaban el paludismo en sus diferentes formas. La aprobación de dicha desecación, motivó diversas protestas en los periódicos de la capital, estos reclamos provocaron que se formara una comisión encargada de estudiar el impacto ecológico de la desaparición de la zona lacustre; sin embargo, la falta de datos, sobre todo meteorológicos, no permitió a la comisión, saber que el país enfrentaba una de las grandes sequías de ese siglo, y que por lo tanto, posteriormente con el aumento de la precipitación, el lago podría recobrar un mayor nivel y hacer factible su conservación, así fue que dicha comisión, determinó apoyar el proyecto de desecación, ya que consideraba que a futuro el agua de los manantiales que alimentaban al lago, podría aumentar las aguas destinadas a usos higiénicos e industriales de la capital, encontrando como único inconveniente, la circunstancia de que se "pudiera disminuir la humedad de la atmósfera en un período limitado del año". La desecación definitiva de la zona lacustre de Chalco, privó a la población indígena de los alrededores, de los productos del lago, lo cual es una clara muestra de que la política porfirista privilegió, la creación de grandes haciendas, sin importar que para esto, se tuvieran que pagar costos sociales y ambientales (30).

En "Pueblo en Vilo", Luis González ha dicho "no todos los años económicos eran iguales. La abundancia y distribución de las lluvias, vientos y heladas cambiaba de un ciclo a otro. Se distinguían tres especies de año: secos, buenos y pintos. A los tres los determinaban fundamentalmente las lluvias. En los años

(29). *Memoria de la Secretaría de Fomento. 1883-1885*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, tomo III, p. 234

(30). AGN, (1894-1895), *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*, serie *Lago de Chalco*, expedientes 546/1, 546/4, 546/5 y 546/13

secos no había lluvias invernales y era breve o poco abundante el temporal de aguas, como pasó en 1894-1896" (31). Rescatar este tipo de testimonios de la microhistoria, es importante porque se convierte en una fuente de información sobre la forma en que la sequía la perciben los habitantes de una región determinada.

Es indudable que las sequías durante el siglo XIX, tuvieron repercusiones económicas, políticas y sociales, las cuales afectaron de diversas formas la marcha del país. Con la finalidad de mitigar los efectos sociales en 1888 se crearon los Almacenes Generales de Depósito, institución que pretendía abatir las consecuencias de los años de malas cosechas (32). No obstante, los esfuerzos realizados no fueron suficientes, debido a que las sequías continuaron causando estragos económicos en la población de escasos recursos.

3.3 Las inundaciones en el siglo XIX

Las inundaciones junto con las sequías, constituyen los parámetros extremos sobre el comportamiento de la lluvia en una región determinada. Sin embargo, los historiadores del clima se han inclinado más por estudiar las sequías que los períodos de extraordinaria precipitación, esto se debe a razones obvias, ya que una fuerte precipitación no llega a tener el mismo efecto devastador que una sequía, sobre todo en pérdidas de cosechas y de ganado; además, la historia reciente ha demostrado que las obras de ingeniería, pueden controlar los efectos nocivos de una abundante precipitación, tal es el caso de la Ciudad de México, sujeta a periódicas inundaciones por haberse construido en el lecho de un antiguo lago, lugar donde las obras de drenaje han hecho posible su crecimiento urbano, en cambio sería imposible pensar que su construcción se hubiera efectuado en una zona desértica.

El haber relegado a un segundo término, el estudio de las inundaciones, ha ocasionado que en la actualidad exista escasez de trabajos al respecto. El único sitio de estudio de inundaciones que ha interesado a los historiadores, ha sido la capital; fuera de este caso, no existen cronologías referentes a las inundaciones ocurridas en el siglo XIX. A pesar de esta situación, es posible encontrar en los archivos, algunas referencias sobre los años en que las lluvias fueron abundantes; por ejemplo, la revisión de los fondos documentales del Archivo General de la Nación, permitió obtener importantes datos sobre las inundaciones ocurridas en ese siglo. La información recopilada proviene principalmente de los grupos documentales: *Reales Cédulas, Provincias Internas, Caminos y Calzadas, Gobernación, Desagüe del Valle de México, Canales y Ríos, Comisión de Límites*

(31). González, Luis (1979), *Pueblo en Vilo*. México, El Colegio de México, p. 99

(32). Florescano, Enrique, *op. cit.* p. 82

entre México y Estados Unidos. Con esta información se construyó una cronología sobre inundaciones. En los años en que fue posible confrontar los datos de archivo y la de los registros meteorológicos, se anotaron los promedios anuales de precipitación, con la finalidad de conocer el valor que puede tener los reportes de inundaciones, como indicador de que en ese año hubo lluvias que se sitúan por arriba del régimen normal.

Las primeras noticias que se tienen en el siglo XIX sobre inundaciones, son del año de 1802 y se refieren a las desgracias causadas en el Nuevo Reino de León, debido a las excesivas lluvias que cayeron y de las providencias que se tomaron para cambiar de sitio a las villas de Lampazos, Azanza y Reynosa (33). En ese mismo año, en Ometepepec (Guerrero), Francisco Gutierrez de Terán alcalde mayor, informa a las autoridades virreinales, sobre la reparación de caminos y puentes, al mismo tiempo que da razón de la mala cosecha de maíz y algodón, por haberse destruido los plantíos a causa de las constantes lluvias (34)

En el año de 1806, Manuel Luna subdelegado del pueblo de Zapopan (Jalisco), solicita a las autoridades virreinales que se repare el puente que comunica a este pueblo, ya que las torrenciales lluvias que se registraron en ese año lo destruyeron (35)

En ese mismo año de 1806, la Ciudad de México, sufre la primera gran inundación del siglo XIX. Por otra parte, debido a la abundante precipitación, el lago de Texcoco alcanza una extensión similar a la que tuvo en el siglo XVI (36).

En 1820 las autoridades virreinales emiten un comunicado para que se tomen las medidas necesarias, a fin de evitar posibles inundaciones, debido a las excesivas lluvias que cayeron en este Reino (37).

(33). AGN, (1802-1808), Provincias Internas, volumen 208, exp. I, f. 1-76 y volumen 238, exp. 2, f. 43-121

(34). AGN, (1787-1803), Caminos y Calzadas, volumen 11, exp. 14, f. 197-202

(35). AGN, (1805-1806), Caminos y Calzadas, volumen 22, exp. 4, f. 81-94

(36). *Memoria histórica, técnica y administrativa de las obras del desagüe del Valle de México. Años de 1449-1900*, (1902), México, Tipografía de la Oficina Impresora de Estampillas, p. 220 y 259

(37). AGN, (1820), Reales Cédulas Originales, volumen 222, exp. 112, f. 1

Valentín Canalizo, Director de Caminos, informa al Ministro de Gobernación del desbordamiento del río de Churubusco a causa de una fuerte avenida, ocurrida en el mes de mayo de 1843 (38). Los datos que se tienen del Observatorio Meteorológico del Colegio de Minería (Ciudad de México), señalan que la precipitación de ese año fue de 659.6 mm.

Las autoridades del Departamento de Oaxaca, prefecturas de Acapulco (Guerrero), Meztlán (Hidalgo) y Papantla (Veracruz), solicitan ayuda al Ministro de Gobernación, debido a las inundaciones causadas por el ciclón de octubre de 1844 (39). Los datos del Observatorio del Colegio de Minería (Ciudad de México) y de Tepic (Nayarit) en ese año, registran respectivamente una precipitación anual de 549.0 y 1 270.0 mm, cantidad que se encuentra por debajo del promedio de esos lugares.

En 1853, Juan Ma. De Bustillos y la Comisión Municipal de Obras Públicas del municipio de México, le informan al Ministro de Fomento que las fuertes lluvias de agosto de ese año, han causado el desbordamiento de los ríos de Consulado, Churubusco, La Piedad, Mixcoac y Ascensión (40).

El Sr. G. Carbajal en agosto de 1854, le informa al Ministro de Fomento que la calzada de la Piedad se inundó, afectando considerablemente el camino a San Angel, debido al desbordamiento del río de La Piedad, como consecuencia de las intensas lluvias que cayeron en el Valle de México (41).

En 1864, se registran inundaciones en Iztapalapa y la Ciudad de México, se menciona el siguiente texto: "En este año parecía presentarse la lluvia más escasa que en los años anteriores, sin embargo, se han presentado en septiembre extraordinarias lluvias" (42). Los observatorios de las Haciendas de Buenavista (Xochimilco, D. F.) y de Mirador (Orizaba, Veracruz) registran en ese año, una precipitación anual de 734.4 y 2 586.0 mm respectivamente, cantidad de lluvia que se sitúa por arriba del promedio de precipitación de esos lugares.

(38). AGN, (1843), Gobernación s/s, caja 259, exp. 3

(39). AGN, (1844), Gobernación s/s, caja 281, exp. 2

(40). AGN, (1853), Desagüe del Valle de México, volumen 20, exp. 4, 6 y 7

(41). AGN, (1854), Desagüe del Valle de México, volumen 20, exp. 10

(42). AGN, (1864), Desagüe del Valle de México, volumen 8, exp. 108

En 1865, a consecuencia de las abundantes lluvias se reportan inundaciones en Colima, Tizayuca, Meztitlán, Texcoco, Chalco y la Ciudad de México (43). En este mismo año el Observatorio de Monterrey (N. L.) registra una precipitación anual de 744.0 mm; el de la hacienda de Mirador 2 202.0 mm; los de la hacienda de Buenavista y del Colegio de Minería reportan 924.1 y 1011.0 mm respectivamente, todos estos promedios exceptuando el de la hacienda de Mirador, rebasan en aproximadamente un 60% la lluvia promedio de estos lugares. Mención aparte, merece el registro de 1 011.0 mm de lluvia anual del Colegio de Minería, ya que en ninguno de los registros anuales de los observatorios que funcionaron en la Ciudad de México durante el período de 1841 a 1900, aparece una precipitación semejante.

En el año de 1866, la Ciudad de México sufre nuevamente una gran inundación. La superficie del lago de Texcoco aumentó de 27 217 ha. a 43 858 ha., lo cual representa un aumento de más del 60% sobre el espacio que habitualmente ocupaba dicho lago (44). Los datos que se tienen de precipitación anual señalan que en ese año, en las haciendas de Buenavista y Mirador cayeron 532.1 mm y 1410.0 mm respectivamente; el observatorio de Tepic, registra la cantidad de 1 1498.6 mm de precipitación anual. De estos tres lugares, sólo en Tepic la lluvia se encuentra por arriba del promedio. Al parecer la inundación de la Ciudad de México y el crecimiento de la superficie del lago de Texcoco, no tuvieron nada que ver con una abundante precipitación en ese año; posiblemente, este fenómeno se haya debido a intensas lluvias en un período determinado de ese año.

En 1870 se reportan al Ministerio de Fomento, inundaciones en la Villa de Guadalupe y la Ciudad de México, como consecuencia de las intensas lluvias ocurridas en julio de ese año (45). Durante ese año, el observatorio de Colima registra una precipitación anual de 1 109.1 mm, Pabellón (Aguascalientes) 841.5 mm, Querétaro (Qro.) 584.4 mm, hacienda de Buenavista 518.7 mm y el de la Escuela Nacional Preparatoria 695.0 mm. Todos estos observatorios, menos el de Buenavista, registran lluvias por arriba del promedio.

(43). AGN, (1865-1866), Desagüe del Valle de México, volumen 8, exp. 123; volumen 10, exp. 156; caja 70, exp. 48 y 50

(44). Memoria histórica....., *op. cit.* p. 20-21

(45). AGN, (1870), Canales y Ríos, caja 1, exp. 22 y 24

Cayetano Gómez y Joaquín O. Pérez, en junio de 1874 le informan al Ministro de Fomento, sobre inundaciones ocurridas en la Villa de Guadalupe, Tlalpan y la Ciudad de México (46). En ese mismo año, el Observatorio de Colima registra una precipitación anual de 1 122.5 mm, el de Guadalajara 900.0 mm, la Escuela Nacional Preparatoria 737.1 mm, hacienda de Buenavista 674.9 mm, Pabellón 307.4 mm y Querétaro 546.3 mm. Todos estos promedios, exceptuando los de Guadalajara y Pabellón, se encuentran por arriba del promedio.

En los años de 1878, 1879 y 1883, se reportan inundaciones al Ministerio de Fomento, como consecuencia del desbordamiento de los ríos de Tlanepantla, Churubusco y consulado, ocasionando inundaciones en las tierras agrícolas de las haciendas cercanas a la Ciudad de México (47). La precipitación anual de la Ciudad de México en 1878 fue de 892.6 mm, la de 1879 es de 477.2 mm y la de 1883 es de 608.2 mm. Las inundaciones de la Ciudad de México de 1878 y 1883 coinciden con promedios anuales de lluvias que se encuentran por arriba de lo normal; en cambio las inundaciones de 1879 se dan en un año de bajas precipitaciones.

Los promedios anuales de precipitación de los observatorios de Aguascalientes, Pabellón, Guanajuato, León, Mazatlán, Ciudad de México, Oaxaca, Puebla, Teziutlán, Querétaro, San Luis Potosí, Toluca, Tuxpan y Zacatecas, indican que los años de 1881 a 1883 fueron de abundantes lluvias; sin embargo, salvo el caso de la Ciudad de México, no se encontraron en el Archivo General de la Nación, datos referentes a inundaciones en el interior del país.

En los meses de octubre y noviembre de 1885 y 1886, se reportan lluvias extraordinarias en el Valle de México, provocando inundaciones en San Andrés Tetepilco, Santa Clara Coatilla, la Villa de Guadalupe y la Ciudad de México (48). Los datos de más de diez observatorios, muestran que la gran sequía de 1884 a 1885, desaparece paulatinamente, para dar inicio a un período de abundantes lluvias que se extiende a los años de 1887-1888

(46). AGN, (1874), Canales y Ríos, caja 8, exp. 56 y 59; AGN, (1874), Desagüe del Valle de México, caja 76, exp. 391

(47). AGN, (1878) Desagüe del Valle de México, caja 36, exp. 690; AGN, (1879), Desagüe del Valle de México, caja 59, exp. 803; AGN, (1883), Canales y Ríos, caja 4, exp. 152

(48). AGN, (1885), Desagüe del Valle de México, caja 66, exp. 1118 y 1119; AGN, (1886), Canales y Ríos, caja 4, exp. 178 y 179

En el año de 1891 y el de 1895, se reportaron fuertes lluvias en los meses de enero y febrero en el rancho de Tijuana (actual ciudad del mismo nombre) en Baja California, situación que se presenta en medio de la gran sequía que sufre el país (49)

Otros testimonios sobre las inundaciones se pueden encontrar en obras bibliográficas del siglo pasado como la Lucio Marmolejo, quien señala que la Ciudad de Guanajuato sufrió inundaciones en los años de 1804, 1834, 1865, 1867, 1868, 1873 y 1884. (50)

Según los registros meteorológicos, los años de 1898 a 1900 se caracterizaron por presentar abundancia de lluvias en la mayor parte del país; sin embargo, no se localizaron documentos de archivo sobre inundaciones.

Importancia de las inundaciones como fuente de estudio del clima

La cronología referente a las inundaciones ocurridas en el siglo pasado, permite observar que de las 16 inundaciones que se documentan, siete mencionan exclusivamente el Valle de México o la capital; por otra parte, los nueve restantes casos incluyen por lo menos un lugar distinto al de la Ciudad de México. En el caso de las inundaciones de 1802, 1806, 1820, 1853 y 1854, no fue posible relacionarlas con algún registro meteorológico, debido a que en esos años no existían observatorios en funcionamiento.

Al comparar los datos de inundaciones con los registros de precipitación anual, se pudo constatar que los años de 1843, 1864, 1865, 1870, 1874, 1878 y 1883, muestran que existe una concordancia entre los registros meteorológicos y los datos de archivo. Por el contrario, las inundaciones de 1844 en Oaxaca, Acapulco, Mezquital y Papantla, no se pueden relacionar con los promedios de lluvia del Colegio de Minería y de Tepic, debido a que los registros meteorológicos señalan que fue un año de escasas lluvias; no obstante, debido a que se trata de lugares muy distantes entre sí, es posible que los datos de los observatorios no guarden relación con las zonas inundadas.

(49) AGN, (1891 y 1895), Fomento y Obras Públicas, serie, Límites entre México y Estados Unidos, caja 6, Legajo 12, exp. 299; caja 43, legajo 9, exp. 210

(50). Marmolejo, Lucio (1884), *Efemérides guanajuatenses o datos para formar la historia de la ciudad de Guanajuato*. Guanajuato, imprenta del Colegio de Artes y Oficios, tomo III p.14, 229 y tomo IV p. 197, 217-218, 224, 259-265 y 419.

En el caso de las inundaciones de 1866 y 1879, ocurridas en la Ciudad de México y que documentan un extraordinario crecimiento del lago de Texcoco, no existe correlación alguna con los bajos promedios de lluvia anual de los observatorios cercanos a la zona. Los datos de archivo y los registros meteorológicos, permiten establecer que en los años de 1820, 1865 y 1870 ocurrieron abundantes lluvias en la mayor parte del país; mientras que en los años de 1802, 1806, 1844 y 1878, hubo abundantes lluvias sólo en la parte central del país.

Un caso interesante es la información del rancho de Tijuana (actual ciudad del mismo nombre) en Baja California, lugar en donde los reportes de inundaciones de 1891 y 1895, parece que no tienen nada que ver con la gran sequía que experimenta el país en el periodo de 1892 a 1896, probablemente esta situación se relaciona con un cambio en la "Circulación General de la Atmósfera".

Otra situación curiosa se debe a que, en los archivos consultados, no se encontraran referencias sobre inundaciones ocurridas en los años de 1881 a 1883 y de 1898 a 1900, años en los cuales, la mayor parte de los observatorios reportan precipitaciones anuales por arriba del promedio.

Los anteriores comentarios, permiten decir que la información de archivo sobre inundaciones, no llega a tener el mismo valor climatológico que el de las sequías, debido en gran parte, a que las inundaciones se presentan como un fenómeno de corta duración que generalmente comprende unos cuantos días, mientras que la sequía es un indicador de lo que ocurre en periodos mucho más prolongados, cuya duración puede comprender varios meses o años. A pesar de esto, el estudio de las inundaciones constituye una valiosa información climatológica para tratar de establecer una relación sequía-inundaciones con la presencia del "Niño".

3.4 Relación del clima con otros fenómenos

Los primeros estudios que se hicieron sobre el clima se enfocaron a conocer el mecanismo que determinaba que hubiera inviernos fríos o más suaves, veranos lluviosos o secos. En esta búsqueda, los científicos encontraron que había periodos en que el clima parecía relativamente estable, en cambio había años en que el clima se comportaba de manera totalmente imprevisible. Como posibles causas de las variaciones en el comportamiento del clima, se comenzó a estudiar la interacción del polvo de los volcanes, las variaciones del campo magnético, los cambios en la capa de ozono, las fluctuaciones en el comportamiento del mismo

Sol y la influencia de los océanos. Sin embargo, el problema es que ninguna de todas esas influencias sobre el clima puede por sí sola explicar las desviaciones y retornos de los cambios climáticos.

La variabilidad del clima en una escala de tiempo que comprende períodos mayores a una década, se ha tratado de explicar en gran medida a partir de la presencia de fenómenos como las manchas solares y la presencia de "El Niño" o ENSO.

Las manchas solares

Diversos cálculos dan como guía la indicación de que una variación de un 1% en la cantidad de calor que alcanza el suelo variaría la temperatura en la superficie en aproximadamente 1 °C, de modo que a igualdad de otros factores, una variación del 1% en el brillo solar sería también equivalente a un cambio de temperatura en la superficie de 1 °C (51)

La variación en la luminosidad del Sol se ha relacionado con la presencia de manchas solares, puesto que la presencia de manchas en el disco solar disminuye su área brillante. La actividad solar, con base en elmedida en base en el número de manchas, presenta una gran cantidad de periodicidades diferentes, variaciones cuasibienal, cuasiquinquenal, ciclos solares de 11, 22, 80 y 180 años (52).

Por otra parte, las manchas solares han sido estudiadas desde la época de los griegos, Teofrasto de Atenas da noticias de ellas desde el año de 28 A.C. Posteriormente, las manchas solares fueron ignoradas por bula papal. Fue Galileo, en 1610, quien al construir su telescopio las descubrió. Su comportamiento cíclico fue notado por Heinrich Schwabe (boticario alemán) en 1843, posteriormente Rudolf Wolf (trabajo en el observatorio suizo de Zurich) recopiló los datos existentes entre 1610 y 1843, concluyendo que el ciclo de aproximadamente 11 años estaba presente desde 1700. (53)

(51) Gribbin, John, *op. cit.* p. 62

(52). Atoala, Javier et. al. (1993). *El Sol y la Tierra. Una relación tormentosa*, México, FCE. p 36

(53) *Ibid.* p. 43

Durante cada ciclo de 11 años de manchas solares, el Sol mantiene un campo magnético orientado en una dirección como en campo magnético terrestre; pero al final de este ciclo, el campo magnético del Sol se debilita hasta su anulación y después se refuerza en sentido opuesto, con los polos magnéticos norte y sur invertidos, a medida que se inicia el siguiente ciclo de manchas solares. Por consiguiente, hay un ciclo de variabilidad solar magnético de unos 22 años de duración, el llamado doble ciclo de manchas solares o ciclo de Hale. (54)

Aparte de los ciclos de 11 y 22 años, estudios posteriores descubrieron otros de mayor duración, por ejemplo, al tomar sólo el número máximo de manchas de cada ciclo con respecto al tiempo, los máximos del número de manchas van a presentar una periodicidad de aproximadamente 80 años, el llamado ciclo de Gleissberg, analizando con más detalle el ciclo, aparece un período de 180 años, el cual no es fácilmente apreciable en una inspección visual gráfica de manchas solares. Este período ha sido interpretado como un doble ciclo de Gleissberg. (55)

Después de conocer la forma en que se presentan estos ciclos de manchas solares, es importante saber la forma en que este fenómeno afectó el clima del país, en particular, lo que ocurrió en el siglo XIX.

Las manchas solares y el clima en México durante el siglo XIX

Los primeros estudios, sobre la forma en que las manchas solares afectan el clima en el país, se deben a Vicente Reyes, quien en 1879 presentó el trabajo intitulado "La Ley de Periodicidad de las Lluvias en el Valle de México", en donde relaciona la altura de la lluvia con el número de manchas solares. Para su investigación Vicente Reyes, utilizó los datos de precipitación de la hacienda de Buenavista (Xochimilco), referentes a los años de 1855 a 1875. Años después, en 1903 Manuel Miranda y Marrón publica "El Sol, la temperatura y la lluvia", obra en la que hace un análisis del comportamiento del clima en relación con las manchas solares, para su estudio Manuel Miranda utiliza datos de Vicente Reyes, Mariano Barcena y de M. Flainmarion, entre otros. Posteriormente, Joaquín Gallo presenta en 1927, el trabajo que lleva por título "Las manchas solares y las lluvias en la Ciudad de México", para su estudio Joaquín Gallo, utilizó los datos de lluvia del Observatorio Meteorológico Central, relativos a los años de 1878 a 1926. Estos tres primeros trabajos, constituyen la base de los primeros estudios que se han

(54). Gribbin, John, *op. cit.* p. 104

(55). Otaola, Javier, *op. cit.* p. 44

hecho en México, sobre el clima y las manchas solares en el siglo XIX; curiosamente, han sido poco mencionados por los científicos actuales. Por otra parte, a pesar de que estos trabajos se centran en el estudio de la lluvia, en particular de la Ciudad de México, son valiosos por el acopio de información que hicieron en su tiempo, datos que hoy en día resultan difíciles de obtener.

Con la finalidad de establecer comparaciones entre los periodos de sequía y los años de lluvias abundantes, en el cuadro número 4, se mencionan los ciclos de manchas solares que corresponden a los años de 1798 a 1901

Cuadro no. 4

Ciclos de manchas solares de 11 años. Período de 1798 a 1901

Año de mínimo de manchas solares (inicio de ciclo)	Año de máxima de manchas solares	Año de mínimo de manchas solares (terminación de ciclo)
1798	1804	1811
1811	1816	1823
1823	1829	1834
1834	1837	1843
1843	1848	1856
1856	1860	1867
1867	1870	1878
1878	1884	1889
1889	1894	1901

Fuente: Miranda, Manuel (1903), *El Sol, la temperatura y la lluvia*, México, Imprenta de Aguilar e hijos, p. 25

Los promedios de precipitación anual de la hacienda de Buenavista (Xochimilco) de los años de 1855 a 1875, se unieron a los promedios anuales de la Ciudad de México a partir de la fundación del Observatorio Meteorológico Central en 1877, Barcena para su estudio intitulado "pluvometría" utilizó los de 1877 a 1896, al unir los promedios de lluvia de 1855 1900 y relacionarlas con los ciclos de manchas solares (ver gráfica uno), se aprecia que la lluvia disminuye a medida que aumenta el número de manchas solares, y viceversa, la lluvia aumenta a medida que disminuye el número de manchas solares, por ejemplo los

máximos de manchas solares de 1884 y 1894, concuerdan con una disminución considerable de la lluvia en la Ciudad de México, ya que en 1884 se registraron 468.5 mm de lluvia, en tanto que en 1894 se verificaron 331.8 mm. Por el contrario, los años de 1878 y 1890 en que prácticamente se inicia un ciclo y que el número de manchas es menor, se tiene una precipitación de 892.6 mm en 1878 y de 638.1 mm en 1890. Esta relación descubierta, primero por Vicente Reyes y reafirmada posteriormente, por Joaquín Gallo, enfrentó serias dudas, debido a que no siempre se conserva la regla.

Relación de la sequía con el ciclo de manchas solares

Al comparar, la cronología de sequías del siglo XIX de carácter nacional, con los ciclos de manchas solares, se tienen los siguientes resultados:

La sequía de 1808-1811, coincide con la terminación del primer ciclo de manchas solares del siglo XIX.

La sequía de 1868, coincide con el inicio de un ciclo de manchas solares.

La sequía de 1877, también coincide con la terminación de un ciclo de manchas solares.

La sequía de 1884-1885, coincide con el máximo número de manchas solares.

La gran sequía de 1892-1896, el año más seco 1894 coincide con el año de máximo número de manchas solares.

La relación del ciclo de manchas solares con las sequías regionales es el siguiente:

Las sequías de Yucatán de 1822-1823 y 1834-1835, coinciden con el inicio de un ciclo de manchas solares

Las sequías que afectaron a la ganadería, sobre todo en el norte del país en los años de 1875, 1884, 1886 y 1894, presentan el siguiente comportamiento:

El año de 1875, se encuentra muy cerca de la gran sequía de 1877, y por lo tanto, se encuentra cerca de un mínimo número de manchas solares; los años de 1884, 1886 y 1894, por el contrario, se encuentran dentro del máximo de manchas solares.

En conclusión se puede decir, que el ciclo de manchas solares no guarda una relación directa con la sequía en el país.

Relación de las inundaciones y años de mayor precipitación, con el ciclo de manchas solares

Las inundaciones de 1802 y 1806, se encuentran cerca del año de la máxima de manchas solares de 1804.

Las inundaciones de 1820, están cerca de la terminación de un ciclo de manchas solares, en donde el número de manchas es pequeño

Las inundaciones de 1843, se encuentran al inicio de un ciclo.

Las inundaciones de 1865-1866, se encuentran cerca del año en que concluye un ciclo.

Las grandes precipitaciones de 1878 se ubican al inicio de un ciclo de manchas solares.

Los períodos de abundantes lluvias de 1880-1882 y 1887-1888 se encuentran cerca del inicio y terminación de un ciclo de manchas solares.

Con los datos observados en estas dos diferentes correlaciones, permiten decir, pero no establecer una ley general, que las sequías de 1800 a 1877, se relacionan con el inicio o la terminación de un ciclo de manchas solares, es decir, con la presencia de un número pequeño de manchas solares. Las sequías de 1884-1885 y 1892-1896, por el contrario se relacionan con un máximo de manchas solares.

Con respecto a las inundaciones, las ocurridas entre 1800 y 1820, se ubican cerca de la máxima de manchas solares. Por el contrario las inundaciones y los años lluviosos a partir de 1843, se relacionan mejor con la conclusión o inicio de un ciclo de manchas solares, es decir con la presencia de un número pequeño de manchas solares.

Entre las dos mayores sequías del siglo XIX, la de 1808-1811 y la 1892-1896, hay aproximadamente una diferencia de 80 años, no se sabe si se trata del inicio y conclusión del ciclo manchas solares de 80 años.

La oscilación del sur, "El Niño"

Los pescadores y los habitantes de las áreas costeras del Pacífico de América del Sur, en Perú especialmente, conocen desde hace mucho tiempo la corriente marina litoral que corre a lo largo de la costa durante el período navideño y que transporta aguas cálidas procedentes de las regiones ecuatoriales. La llaman corriente de *El Niño*, en alusión al niño Jesús de la tradición católica. Usualmente la temperatura de esta corriente es 1 o 2 °C más alta, que la temperatura del Océano Pacífico de esa zona. En ciertos años, el aumento de temperatura de esa corriente es mayor, de 5 o 6 °C, y es a este fenómeno, anormalmente caliente, al que para fines científicos se le denomina *El Niño*. (56)

Al parecer, El Niño representa sólo el aspecto oceánico de un fenómeno más complejo que tiene también una manifestación meteorológica conocida con el nombre de Oscilación del Sur llamada también ENSO, por sus siglas en inglés (*El Niño/Southern Oscillation*)

La Oscilación de Sur es una fluctuación irregular interanual entre estados calientes oceánicos, conocidos como El Niño, y fríos conocidos como La Niña, se presenta con mayor intensidad en los océanos Pacífico e Índico, aunque afecta globalmente las condiciones atmosféricas y oceánicas del planeta. Durante el ENSO y La Niña se produce un mecanismo de balanceo entre las costas americanas y las costas asiáticas.

(56) *Ibid.* p.114

La alternancia que se produce en la atmósfera y se manifiesta principalmente por la precipitación y la temperatura. En realidad, estos mecanismos de balanceo son manifestaciones de una redistribución de la energía y la masa de los procesos atmosféricos y oceánicos que se producen durante los eventos ENSO (57).

El fenómeno de El Niño se ha tratado de explicar a partir del ciclo de manchas solares de 11 años, mencionando que los eventos tienden a ocurrir cerca del mínimo de actividad solar. Sin embargo, otros autores señalan que el fenómeno de El Niño, se relaciona más bien con la oscilación cuasibienal (QBO). Al clasificar la intensidad que alcanza el fenómeno ENSO, se ha descubierto que cada 3 o 4 años El Niño resulta ser de una intensidad moderada (clase M), cada 6 o 7 años ocurre uno de intensidad fuerte (clase S), y sólo después de algunas décadas se presenta uno muy fuerte (clase VS). La clasificación se realizó a partir de los datos de archivo que se encuentran en diferentes partes de la tierra, principalmente referentes a las costas del Perú, la India, Australia, cambios en el nivel del río Nilo, etc. Estos registros en su mayor parte comprenden los últimos tres siglos, pero también hay datos de épocas que llegan al año 600 de nuestra era. Por otra parte, también se encontró que existe una gran similitud en los años que marcan todos estos registros sobre la presencia de El Niño, aunque puede haber variaciones en el registro de intensidad según las diferentes regiones. (58)

El ENSO durante el siglo XIX

Para establecer la relación que tiene el fenómeno del ENSO sobre el clima, en particular, durante el siglo XIX, se ha elaborado el cuadro número 5, en donde aparece una cronología de ese fenómeno. El cuadro se hizo a partir de los datos que se han reportado en las costas del Pacífico, la India y el río Nilo, este cuadro también toma en cuenta la intensidad con que se presenta, es importante volver a mencionar que dicha intensidad puede variar según las diferentes regiones del mundo.

En el cuadro número 5 se aprecian cuatro diferentes períodos, en relación con la forma y la intensidad con la que se presenta el fenómeno ENSO y El Niño.

(57) Galindo, Ignacio, *Breve historia.....op. cit.* p. 138-139

(58) Diaz, Henry y Markgraf, Vera (1992), *El Niño. Historical and paleoclimatic aspects of the southern oscillation*, New York, Cambridge University Press. p. 104

Cuadro no. 5
Eventos ENSO y El Niño. Años de 1800-1900

Años	Intensidad	Años	Intensidad
1802-1804	S	1854-1855	M-S
1806-1807	M	1857-1859	M
1810	M	1860	M
1812	M	1862	M
1814	S	1864	S
1817	M	1865-1866	M
1819	M	1867-1869	M-S
1821	M	1871	M-S
1824-1825	M-S	1873-1874	M
1827-1828	S-VS	1877-1878	VS
1830	M	1880-1881	M
1832-1833	M-S	1884-1885	M-S
1835-1836	M	1887-1889	S
1837-1839	M-S	1891	M-VS
1844-1846	VS	1896-1897	M
1850	S-M	1899-1900	S-VS
1852-1853	M		

Fuente: Díaz, Henry y Markgraf, Vera (1992), *El Niño. Historical and paleoclimatic aspects of the southern oscillation*. New York, Cambridge University Press, p. 122-132

Siglas de intensidad: **M** (moderado), **S** (fuerte), **VS** (muy fuerte)

El primer período comprende los años de 1802 a 1821, esta época se caracteriza por la presencia de "niños" de intensidad moderada, solamente en los años de 1802-1804 y 1814 se presentan "niños" de intensidad fuerte.

El segundo período abarca los años de 1824 a 1850, durante este tiempo se presentan varios "niños" de intensidad fuerte, y muy fuerte, por ejemplo en 1824-1825, 1832-1833, 1837-1839 y 1850 ocurren "niños" que van de moderados a intensos, mientras que en los años de 1827-1828 y 1844-1846, ocurren "niños" muy fuertes.

El tercer período lo forman los años de 1852 a 1871, en esta época los "niños" son moderados o ligeramente fuertes, sólo en el año de 1864 se presenta un "niño" de gran intensidad.

El cuarto y último período del siglo XIX comprende los años de 1873 a 1900, este tiempo se caracteriza por la presencia de "niños" que van de fuertes a moderados, pero sobre todo porque ocurren tres "niños" de gran intensidad, los de los años 1877-1878, 1891 y 1899-1900.

Después de conocer la forma en que se presenta el fenómeno de El Niño, se puede decir que en el siglo XIX hay cuatro períodos de acuerdo a la intensidad del ENSO, en primero y tercero la ocurrencia de este fenómeno se caracteriza por su baja intensidad, mientras que en el segundo y cuarto períodos, se presentan varios niños de gran intensidad.

El ciclo de manchas solares y su relación con el ENSO

Se ha dicho anteriormente que diversos científicos han tratado de relacionar el fenómeno de El Niño, con la actividad solar, en particular con el ciclo de manchas solares. Para efectos del presente estudio, solamente se va a mencionar qué relación existe durante el siglo XIX entre estos dos fenómenos, sin que por ello se considere que se ha llegado a una conclusión de importancia, debido a que para ese tipo de estudios, es necesario utilizar períodos de tiempo lo más largo que se pueda, por lo menos de varios siglos, antes de poder llegar a una conclusión concreta. Al comparar los cuadros número 4 y 5, se aprecia lo siguiente:

Todos los "niños" de gran intensidad (VS) se encuentran cerca del inicio o terminación del ciclo de manchas solares de 11 años. Los de intensidad fuerte(S) y fuerte-moderada (M-S) pueden estar cerca del máximo y el mínimo de manchas solares, por lo que no guardan una relación directa con este fenómeno.

Relación del ENSO con el clima de México en el siglo XIX

Para conocer la relación que guarda el ENSO con el clima de México en el siglo XIX, se han relacionado los períodos de sequías y de lluvias abundantes, con la presencia del ENSO, ver cuadro número 6

Cuadro no. 6
El clima de México y el ENSO. Siglo XIX

Evento climático	Años	ENSO (intensidad)
sequía a nivel nacional	1808-11	M
lluvias abundantes en el país	1820	M
sequía en Yucatán	1822-23	M-S
sequía en Yucatán	1834-35	M-S
lluvias abundantes en el país	1865	M
sequía centro-norte del país	1868	M-S
lluvias abundantes en el país	1870	M-S
sequía centro-norte del país	1875	---
sequía a nivel nacional	1877	VS
sequía a nivel nacional	1884-85	M-S
sequía a nivel nacional	1892-96	M-VS-M

Después de observar el cuadro número 6, se pueden apreciar las siguientes relaciones:

Las sequías en Yucatán de 1822-23 y 1834-35, se relacionan con un Niño moderado-fuerte, mientras que a nivel nacional, sólo las sequías de 1877 y 1892-96, guardan relación con un Niño de gran intensidad. Las sequías de 1868 y 1884-85, se pueden relacionar con "niños" moderados-fuertes

La sequía de 1808-1811, una de las grandes sequías del siglo pasado, no guarda relación alguna con la presencia del fenómeno del Niño, ya que durante esa época sólo se registran "niños" de una intensidad moderada.

Los períodos de lluvias abundantes coinciden con la presencia de "niños" de una intensidad moderada.

Es de particular interés la sequía de 1892-1896, debido a que durante la última década del siglo XIX, se presentaron dos "niños" de gran intensidad el de 1891 y el de 1899-1900, en ningún otro período de ese siglo, presentan dos "niños" de gran intensidad con tan pocos años de diferencia.

Debido a que los registros meteorológicos principalmente se refieren al período 1877-1901, no se pueden correlacionar con el fenómeno de El Niño a lo largo del siglo XIX. Sin embargo, al relacionar algunas de las estaciones meteorológicas que funcionaron por más tiempo, se pudo constatar que la gráfica de precipitación anual de Mazatlán si denotan la presencia de este fenómeno; en cambio la presencia del ENSO, en los registros de precipitación de Colima, Guadalajara y México, se nota sólo en determinados años.

Al relacionar el ciclo de manchas solares y el ENSO con las sequías, se puede decir que durante los años de 1800-1868, las sequías se relacionan mejor con el inicio o terminación de un ciclo de manchas solares, más que con el fenómeno de El Niño. Por el contrario, en el período de 1878 a 1900, las sequías se relacionan con el máximo de manchas solares y con el fenómeno de El Niño. Aunque cabe aclarar que en el futuro, sería conveniente analizar a detalle el desarrollo de las sequías e inundaciones con el desarrollo del ENSO, pues este presenta cuatro etapas cuando es muy severo, en la actualidad se ha observado que cada etapa conlleva estados de tiempo diferentes y todo proceso del ENSO puede durar hasta tres años, así por ejemplo el ENSO en 1998 en México se ha caracterizado por un invierno benigno con lluvias superiores a lo habitual, de marzo a junio ha prevalecido una severa sequía, agosto y septiembre tuvieron lluvias superiores en un 100% a lo normal y el invierno 1998-1999 parece estar ya en lo normal.

CAPÍTULO IV. VISIÓN FINAL AL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO DURANTE EL SIGLO XIX

El presente capítulo presenta el contexto histórico en que se suscribe la información climatológica del siglo XIX, para lograr este objetivo se han contemplado cuatro temas principales: el primero, constituye un recuento de los sistemas de clasificación del clima utilizados durante el siglo pasado y los primeros años del actual siglo, dichos sistemas tienen como punto de partida la visión que se tenía del clima del país en esos momentos. El segundo tema es un breve análisis de las diferencias que existen entre la temperatura y precipitación del siglo pasado y el actual. El tercero, es una reflexión sobre el cambio climático global y la importancia de los estudios sobre la historia del clima, así, como la forma en que el hombre es responsable de gran parte del calentamiento actual del planeta. El último aborda el impacto económico y social que parecen tener la alteración del clima, como consecuencia del incremento constante de población y un mayor consumo de energía. No obstante, que los últimos tres temas, se relacionan más con el clima presente y del futuro cercano, su inclusión en el capítulo, es necesaria para poder valorar la importancia que tienen el rescate y análisis de las series históricas de temperatura y precipitación.

4.1 LA CLASIFICACIÓN Y EL MAPA DE CLIMAS DE MÉXICO DURANTE EL SIGLO XIX

En los inicios del siglo XIX, la primera clasificación que pretendió diferenciar los climas del virreinato de la Nueva España, fue establecida por Humboldt, quien los dividió en tres grupos: calientes, templados y fríos. Las características que señala para cada uno de estos grupos es la siguiente:

CLIMAS CALIENTES. Propios de las llanuras o de las zonas que están situadas bajo los trópicos y cuya elevación sobre el nivel del mar no pasa de 300 metros. La temperatura media es de 25 a 26 grados centígrados. Dicho clima se localiza en la intendencia de Veracruz (a excepción del llano que se extiende de Perote al Pico de Orizaba), Yucatán, las costas de Oaxaca, las provincias marítimas del Nuevo Santander, el Nuevo Reino de León, la provincia de Coahuila, el Bolsón de Mapimí, las costas de la parte occidental de Sonora, Sinaloa, Nueva Galicia, las regiones meridionales de las intendencias de Valladolid, de México y de Puebla.

CLIMAS TEMPLADOS. Las tierras templadas tienen una altura de 1,200 a 1,500 metros, en ellas reina perpetuamente una temperatura agradable de primavera, que no varía nunca arriba de 4 o 5 grados, en la cual el calor medio de todo el año es de 20 a 21 grados. Como ejemplo de este clima se pueden mencionar: Jalapa, Taxco y Chilpancingo.

CLIMAS FRÍOS. Comprenden las llanuras (mesetas) que se encuentran a más de 2,200 metros sobre el nivel del mar, cuya temperatura media es menos de 17°. En la capital de México se ha visto algunas veces bajar el termómetro centígrado algunos grados bajo cero (Humboldt, utilizó los datos de Alzate); pero este fenómeno es raro. En lo más frío de la estación el calor medio del día es siempre de 13 a 14 grados; y en verano, el termómetro a la sombra no sube arriba de 24°. En general, la temperatura media de todo el llano de México es de 17 grados. Pero los llanos más altos que el Valle de México, aquellos, por ejemplo, cuya altura absoluta excede de 2,500 metros, sufren un clima duro y desagradable, tales como las llanuras de Toluca y las alturas de Huitzilac, todas estas regiones llamadas también frías, gozan de una temperatura media de 11 a 13 grados. (1)

Como se puede apreciar en la anterior división de climas, resulta ser de carácter muy general y de ninguna manera refleja la complejidad climática del territorio novohispano. Sin embargo, esta forma de agrupar los diferentes climas, se siguió utilizando; muestra de este hecho son los trabajos de Ignacio García Cubas, Miguel Arriaga y Rafael de Zayas, entre otros muchos autores, cuyas obras se continúan utilizando después de casi cien años, esta clasificación de climas de Humboldt y hasta la fecha es utilizada por los campesinos.

Para reafirmar lo anterior, se ha escogido algunos párrafos del libro que lleva como título **Los Estados Unidos Mexicanos sus condiciones naturales y sus elementos de prosperidad**, obra escrita por Rafael de Zayas y publicada en 1893, considerada como clásica, porque resume los conocimientos geográficos sobre el país en el siglo pasado. Dentro de la obra encontramos la siguiente descripción del clima:

“Entre los grandes dones con que ha sido favorecido México por la naturaleza, debe contarse su variedad excepcional de climas, puesto que se encuentra desde el ardiente de los trópicos, en sus playas de ambos mares, hasta el glacial, en las

(1). Humboldt, Alejandro (1967), *Ensayo Político del Reino de la Nueva España*. México, Ed. Porrúa. P. 24-26

cumbres de sus gigantescas montañas, en las que brillan las nieves eternas. De lo expuesto fácilmente se deduce que esa variedad de climas depende de la constitución orográfica de nuestro país, en el que la elevación representa el papel que la latitud desempeña en otras partes del globo" (2)

Zayas, con base en la clasificación de Humboldt, también divide a los climas de México en tres grupos: calientes, templados y fríos. La localización y características que señala para cada uno es la siguiente:

ZONA CALIENTE. Se extiende desde el nivel del mar hasta una altura de 400 metros, es la más pequeña de las tres, y comprende toda la región cuya temperatura media es de 25° en adelante. De más de 30° sólo tenemos la cuenca del río de las Balsas, y de algunos de sus afluentes del Estado de Michoacán, que es la parte más cálida del país. Entre los 25° y 29° de temperatura media, están la parte oriental de Tamaulipas y de Veracruz; el istmo de Tehuantepec. Los Estados de Tabasco, Campeche y Yucatán, en los que son nulos los accidentes orográficos. El Sur de Chiapas, de Oaxaca y de Guerrero; casi todo Colima, una faja estrecha en las costas de Jalisco y de Tepic, de Sinaloa y de Sonora.

ZONA TEMPLADA. Ocupa las regiones comprendidas entre los 400 y los 1500 metros de altura, cuya temperatura media varía entre los 20° y 25°, comprende la Península de la Baja California, que aunque de poca elevación, está fuera del trópico y bañada en casi toda su extensión por el Golfo de Cortés y por el Pacífico; el centro de Sonora y de Sinaloa; el cantón de Tepic, el centro de Jalisco, Coahuila, Nuevo León, Occidente de Tamaulipas y de Veracruz, gran parte de Oaxaca y de Chiapas, y algo de Guerrero. En esta zona la estación de las lluvias es más dilatada que en las otras dos; pues mientras en la tierra caliente dura sólo cinco o seis meses, y en lo restante del año, que se llama tiempo de secas, apenas cae rara y escasa llovizna; en la zona templada la estación de las aguas dura siete meses, y en el invierno cae con frecuencia menuda lluvia que mantiene notable humedad en la atmósfera y en el suelo. Esta región es mucho mayor que la cálida, debido a que tiene un área de 600,000 kilómetros cuadrados.

ZONA FRÍA. Comienza a los 1500 metros de altura y termina a los 2500 poco más o menos, la temperatura media fluctúa entre los 15° y los 20°; comprende casi toda la parte central del país, desde cerca de Tehuacán a Paso del Norte, el centro de Chiapas, pequeñas partes de Oaxaca, de Guerrero y de Jalisco. La

(2). Zayas Enríquez, Rafael de (1893), *Los Estados Unidos Mexicanos sus condiciones naturales y sus elementos de prosperidad*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento p. 173

región superior de esta última zona, es aquella cuya temperatura media oscila entre 10° y 15° y comprende parte de Puebla, México, Michoacán, Zacatecas y Chihuahua. Su extensión es casi insignificante, relativamente (3).

Como se puede observar, Zayas infiere algunas subdivisiones para estos tres grandes grupos de clima. No obstante, su propuesta de clasificación continúa siendo muy parecida a la de Humboldt.

Posteriormente, en los primeros años de este siglo, José Guzmán Jefe de la Sección de la Carta de Tiempo del Observatorio Meteorológico Central, al referirse a la forma en que los climas han sido agrupados, menciona que:

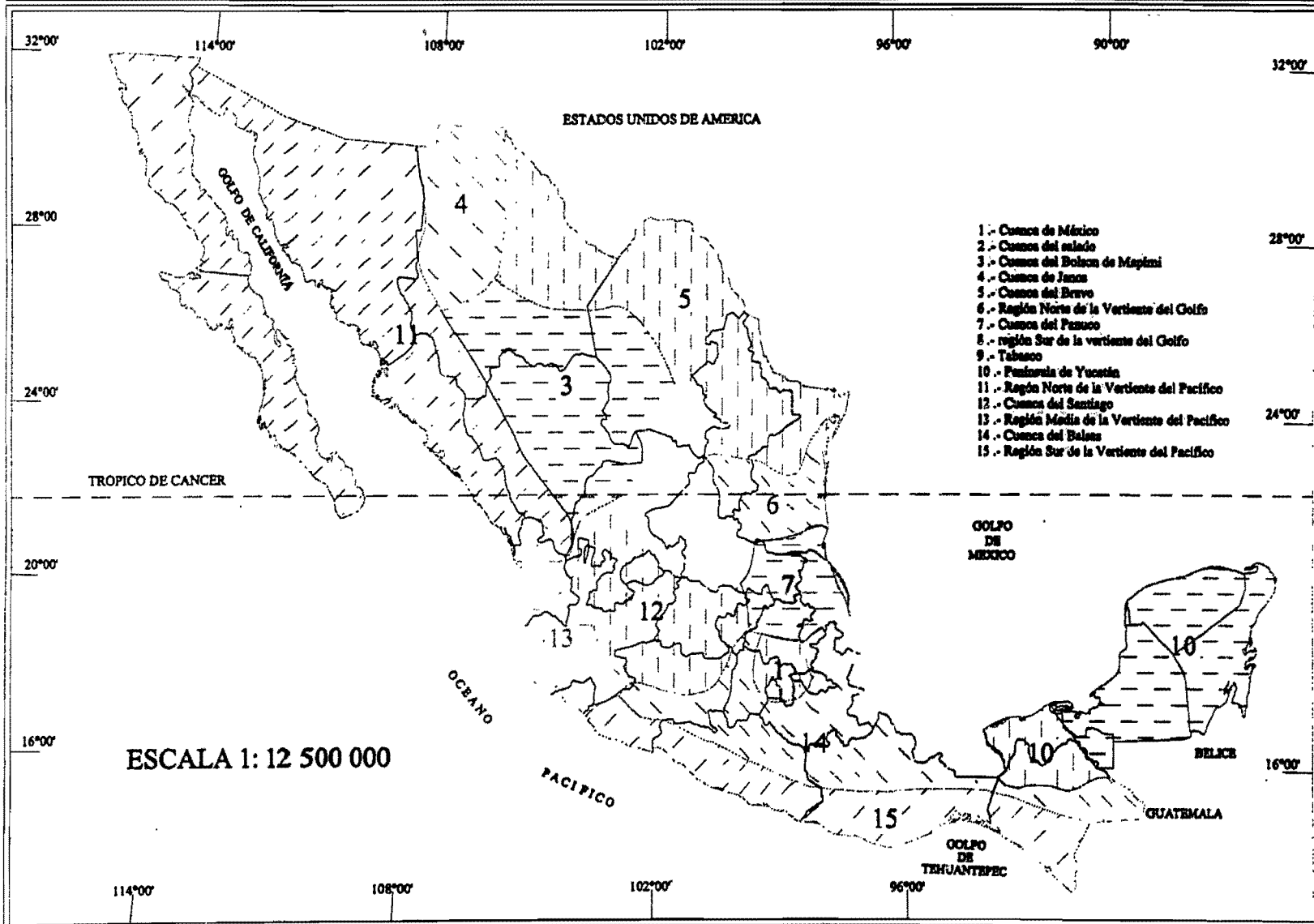
“No es posible aceptar la clasificación climatérica de Rochard porque se basa en las líneas isotermas y éstas, por lo menos en nuestro país, son más ilusorias que reales. La clasificación de Fonsagrives y la que aceptan la mayoría de los autores, dividiendo los climas en templados, fríos y cálidos, está bien fundada; pero en la República Mexicana, su aplicación no es del todo satisfactoria porque existen zonas cuya temperatura media las colocaría entre los climas templados, sin embargo de que el Invierno es excesivamente frío y el verano en extremo caluroso; por este motivo, se propone la clasificación en: Climas barométricos (marítimos, continentales, montañosos) y Climas térmicos: (fríos, templados, cálidos y extremosos)” (4).

Cuando Guzmán se refiere a climas barométricos y térmicos, lo que pretende realmente es diferenciar el papel que juega la altitud y la latitud dentro de las condiciones atmosféricas de una región determinada. En 1907, dentro del Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico Central da a conocer su obra “*Climatología de la República Mexicana*”, que si bien es cierto que aparece en este siglo, la verdad es que la información en que se basa para hacer la división de los climas, proviene de datos del siglo pasado; Por ese motivo, se considera oportuno incluirla como perteneciente a dicho siglo.

Para clasificar los climas de la República Mexicana, Guzmán dividió al país en 15 zonas (ver mapa número 8), las cuales a su vez pueden comprender de dos a cinco regiones climáticas más pequeñas. Esta clasificación divide básicamente al país en cuencas interiores y vertientes exteriores.

(3) *Ibid.* 174-175

(4). Guzmán, José (1907), *Climatología de la República Mexicana*, México, Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico Central, mes de septiembre, p. 850



Para establecer los diferentes grupos de climas, Guzmán utiliza la información de un número pequeño de observatorios, localizados principalmente en las capitales de los estados. A partir de los datos meteorológicos de estas estaciones, el autor calcula unos índices de aumento o disminución de la temperatura según la altitud del lugar (la altura que se toma como referencia puede variar de 100 a 250 metros); estos índices a su vez se corrigen de acuerdo a la latitud y altitud. Utilizando estos parámetros, Guzmán pretende establecer las condiciones climatológicas de un lugar determinado, y con ello, suplir la falta de observatorios en los lugares en donde no existen. Sin embargo, para tener una idea más clara de su clasificación es necesario conocerla, por ese motivo, se reproduce a continuación:

1. CUENCA DE MÉXICO.----(Parte Sur del Estado de Hidalgo, Distrito Federal y una parte del Estado de México). Dividida en zona centro y zona norte.

Temperatura media anual	15.8 C°
Temperatura media en invierno	12.5 C°
Temperatura media en otoño	14.5 C°
Temperatura media en primavera	18.5 C°
Temperatura máxima extrema	31.8 C°
Temperatura mínima extrema	-2.0 C°
Presión barométrica media anual	586.3 mm
Humedad media anua	61 %
Viento dominante del	N.W y N.E
Número de días nublados al año	112
Número de días de lluvia por año	143

Estos datos corresponden a una altura de 2,280 metros sobre el nivel del mar con una latitud aproximada de 19° 31' . (5)

1.1 Zona del Centro. El centro de la cuenca tiene un clima templado; las estaciones no son rigurosas, se pasa de una a otra por grados insensibles. Durante la primavera y el estío se siente calor de las 10 de la mañana a las 4

(5). Los datos proviene de los observatorios de México (Observatorio Central) y de Tacubaya

de la tarde: en invierno sólo es frío el período de tiempo comprendido entre las 7 p.m. de un día y las 9 a.m. del día siguiente, siendo templado y agradable el resto del día; en Otoño, la marcha diaria de la temperatura tiene oscilaciones menores que en invierno. Este clima, se altera en cortos períodos por las lluvias, por los temporales del Golfo y los del Sur, por los vientos fuertes de corta duración arrafagados y secos australes, que soplan por las tardes del fin de primavera y los húmedos del N.W., fuertes también, que acompañan a las tempestades de estío.

1.2 Zona del Norte. Es la más expuesta a los enfriamientos: por ella se inician generalmente las heladas, es la menos fértil y la menos lluviosa; en la del Sur son más frecuentes las precipitaciones locales y las nieblas. Los puntos situados cerca de los lagos están expuestos a frecuentes brisas y a nieblas locales. En las regiones más elevadas de las zonas N. y media, soplan casi constantemente, por las tardes, vientos del N.E. y N.W. que aumentan de intensidad en los meses de invierno y primavera. Las elevaciones mayores de 2,500 metros que rodean la cuenca, corresponden a climas fríos.

2. CUENCA DEL SALADO.---(La mayor parte del estado de San Luis Potosí, una porción del Sur de Coahuila y la parte oriental del estado de Zacatecas). Datos para una altura de 1890 metros con una latitud de 22° 9': (6). Se subdivide en tres zonas.

Temperatura media anual	17.8 C°
Temperatura media en invierno	14.1 C°
Temperatura media en otoño	15.9 C°
Temperatura media en primavera	20.2 C°
Temperatura media en estío	21.2 C°
Temperatura máxima extrema	33.0 C°
Temperatura mínima extrema	2.8 C°
Presión barométrica media anual	613.0 mm
Humedad media anual	64 %
Número anual de días con lluvia	60
Dirección dominante del viento	E y NE

(6) Las equivalencias meteorológicas se calcularon con datos de los observatorios de Zacatecas y San Luis Potosí

2.1 La primera zona se subdivide en: *este, sur y suroeste*; comprende las regiones climáticas: de 1,000 a 1,500 metros; de 1,500 a 2,000, de 2,000 a 2,400 y más de 2,400 metros de altura. En la primera de estas regiones el estío y la primavera son calurosos; el otoño es templado y en el invierno las heladas son ligeras y pocos extensas; la segunda tiene un clima templado: el paso de una estación a otra se hace por grados insensibles; en la tercera, cuya área corresponde a la mayor parte de la zona sur, es muy frío en invierno y generalmente al comenzar esta estación empiezan las heladas abarcando grandes extensiones; el otoño es templado y poco calurosos el estío y la primavera; por último, las elevaciones mayores de 2,400 metros que dominan en la parte SW de la cuenca, tienen un clima frío, están expuestas más que las otras a los vientos fríos del N y a los fuertes y secos del SW dominando en ellas heladas notables por su extensión e intensidad. Las dos últimas regiones de las que acaban de mencionarse corresponden a las alturas que limitan la cuenca.

2.2 *Zona del Oeste*.-En general, se divide en dos regiones climáticas: la primera está comprendida entre 2,200 y 1,700 metros de altura; se encuentra situada al sur y domina en ella el clima templado; el invierno y parte del otoño son fríos, calurosa la primavera y el principio del estío. La segunda tiene una altura comprendida entre 1,700 y 1,200 metros; está situada al norte y en general domina un clima templado; el otoño y el invierno son moderados y muy calurosos los meses de mayo y junio.

2.3 *Zona del Centro y porción noreste*.-En ésta pueden considerarse dos regiones climáticas: la primera está comprendida entre 1,400 y 1,900 metros de altura, tiene, en general, un clima templado, pues solamente es intenso el calor al finalizar la primavera y al comenzar el estío; en invierno es moderada la temperatura, y durante las ondas frías suelen observarse heladas ligeras y de corta extensión; la segunda, situada entre 780 y 1,400 metros de altura, es de clima caluroso, acentuándose por vientos arrafagados secos del suroeste, tan comunes en primavera; la temperatura se modera algo durante el invierno, en el cual son raras las heladas y de muy corta extensión.

3. CUENCA DEL BOLSON DE MAPIMI.- (Porciones sureste del estado de Chihuahua, noreste de Durango y pequeña porción del norte del estado de Zacatecas y una extensa porción del de Coahuila). Se subdivide en cuatro zonas.

3.1 *Zona del Norte*.-Datos correspondientes a una altura de 1,135 metros con una latitud de 25° 40'. (7)

(7). Las equivalencias meteorológicas se calcularon con datos de los observatorios de ciudad Lerdo y Durango

Temperatura media anual	24.0 C°
Temperatura media en invierno	15.1 C°
Temperatura media en otoño	28.2 C°
Temperatura media en primavera	25.2 C°
Temperatura media en estío	30.0 C°
Temperatura máxima absoluta	38.0 C°
Temperatura mínima extrema	3.0 C° (¿)*
Presión barométrica media anual	667 mm
Humedad media anual	67 %
Vientos dominantes	NE
Número de días de lluvia por año	muy variable

Puede afirmarse que el clima que corresponde a esta zona es caluroso, principalmente en estío, en que llega a ser excesivo el calor por la escasez de lluvias; durante el invierno la temperatura se modera un poco, y las ondas frías, tan comunes en esta época del año, aunque de corta duración, producen fuertes descensos térmicos y a veces heladas de importancia. En los años fríos (1878, 1879, 1895, etc.) esta zona se acerca mucho a los climas extremos; presenta, de notable además, la intensidad de los vientos que, ya secos de la región austral, ya húmedos de la boreal, ocasionan fuertes oscilaciones en la humedad y disipan o acumulan rápidamente las nubes de lluvias tan escasas en ella.

3.2 Zona del Centro.-Se clasifica entre los climas cálidos, pudiendo hacer en ésta, las mismas consideraciones que en la zona anterior. Las condiciones locales de su clima provienen de los pantanos que aquí existen y de las aguas que escurren, sobre todo de la vertiente suroeste.

3.3 Zona del Este.-Datos correspondientes a una altura de 1,640 metros con una latitud de 25 ° 26'. (8)

*Guzmán tiene duda de que sea el valor correcto

(8). Para los datos meteorológicos se tomaron como referencia los observatorios de Saltillo y Monterrey

Temperatura media anual	18.8 C°
Temperatura media en invierno	12.2 C°
Temperatura en otoño	14.3 C°
Temperatura media en primavera	19.5 C°
Temperatura media en estío	23.3 C°
Temperatura máxima absoluta	38.1 C°
Temperatura mínima absoluta	-1.7 C°
Presión barométrica media anual	628.5 mm
Humedad	68%
Vientos dominantes del	N y NE
Número de días de lluvia al año	110
Cantidad media anual de nubes	4.3

Casi todos los puntos de esta zona forman por su altura una misma región climática que, por los datos térmicos anuales, podría ser clasificada entre los climas templados; pero que atendiendo a las fuertes oscilaciones térmicas que en ellas se observan, se acerca mucho a los climas extremos. En efecto: durante el estío el calor es intenso, se pasa al otoño por una transición relativamente brusca para llegar al invierno, en el cual provocan el frío con alguna intensidad. Es útil recordar que las ondas frías sólo ocasionalmente causan extensas heladas, no obstante su mediana altura.

3.4 Zona del Suroeste.-Datos correspondientes a una altura de 1,900 metros con una latitud de 23° 01'. (9)

Temperatura media anual	17.1 C°
Temperatura media en invierno	12.2 C°
Temperatura media en otoño	17.0 C°
Temperatura media en primavera	19.3 C°
Temperatura media en estío	21.8 C°
Temperatura máxima absoluta	37.5 C°
Temperatura mínima extrema	-5.0 C°
Presión barométrica media anual	610.0 mm
Humedad media anual	54%
Vientos dominantes del	SW
Número anual de días con lluvia	70

(9). Para los datos meteorológicos se tomaron como referencia los observatorios de ciudad Lerdo y Durango

En esta zona pueden considerarse tres regiones climáticas: la primera, con localidades cuya altura es mayor de 2,100 metros; la segunda, comprendida entre 2,100 metros y 1,700, y la tercera, con localidades de altura inferior a 1,700 metros. La primera de estas regiones tiene un clima frío, notable por la extensión y persistencia de sus heladas, por la frecuencia de tempestades y precipitaciones locales y por la intensidad que alcanzan los vientos secos primaverales del suroeste; la segunda región es de clima extremo: durante el invierno son frecuentes las ondas frías y las heladas; en el estío y la primavera el calor es excesivo, pero se modera un poco por las lluvias; el otoño es templado y agradable; por último, la tercera más al este posee, en general, un clima caluroso.

4. CUENCA DE JANOS.- (Porción noroeste del estado de Chihuahua). El clima de esta cuenca es extremo; en la zona central, las oscilaciones térmicas son menos marcadas que en el resto de la misma; la del oeste se acerca mucho a los climas fríos: en ella son muy frecuentes las heladas; por último la zona del este se caracteriza por intensidad y frecuencia de los vientos fríos del noroeste que soplan durante el invierno y por el aspecto tempestuoso que se observa en muchas lluvias, aun ligeras del principio del estío.

5. CUENCA DEL BRAVO.- (Porción noreste del estado de Chihuahua, norte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas). Se subdivide en tres zonas.

5.1 Zona del Oeste.- Datos para una altura de 1,423 metros con una latitud de 28° 42'. (10)

Temperatura media anual	20.0 C°
Temperatura media en otoño	18.7 C°
Temperatura media en invierno	12.5 C°
Temperatura media en primavera	10.1 C°
Temperatura media en estío	24.5 C°
Temperatura máxima absoluta	36.5 C°
Temperatura mínima absoluta	-5.0 C°
Presión barométrica media anual	640.0 mm
Humedad media anual	54 %
Vientos dominantes del	E y SW
Cantidad media anual de nubes	4.4
Número anual de días con lluvia	50

(10). Para calcular las equivalencias meteorológicas se utilizaron datos de los observatorios de ciudad Lerdo y Durango.

Hay dos regiones climáticas en esta zona: la primera, comprendida entre 1,200 y 1,800 metros de altura, está situada al oeste y tiene un clima extremo; las heladas son fuertes y extensas, principalmente a mediados de otoño para terminar en el último mes del invierno; los vientos del noroeste soplan aquí con tal intensidad, que no es raro lleguen a tomar un carácter huracanado a causa de la aproximación de los ciclones extratropicales desarrollados en la República del norte (Estados Unidos). La segunda región climática queda comprendida en la anterior; aunque también su clima es extremo, no tiene características idénticas a los de la anterior: el invierno es un poco menos intenso, en estío el calor se modera con las lluvias, y el otoño es templado.

5.2 Zona Intermedia.-Forma una sola región climática, pues en realidad su clima es cálido; en estío y en primavera el calor es excesivo, en invierno se modera un poco, observándose heladas solamente en cortos periodos que corresponden a la propagación de las ondas frías intensas.

5.3 Zona del Este.-Datos que corresponden a una altura de 496 metros con una latitud de 25° 40'. (11)

Temperatura media anual	22.2 C°
Temperatura media en invierno	15.2 C°
Temperatura media en otoño	21.7 C°
Temperatura media en primavera	24.3 C°
Temperatura media en estío	28.1 C°
Temperatura mínima absoluta	-0.5 C°
Presión barométrica media anual	713.5 mm
Humedad media anual	68%
Vientos dominantes del	NE y SE
Número anual de días con lluvia	99

Hay dos regiones climáticas: la primera con una altura mayor de 350 metros, tiene un clima extremo, está situado al suroeste, son en ella frecuentes las tempestades locales y suelen observarse vientos huracanados a causa de la aproximación de los centros ciclónicos y heladas de poca importancia; la segunda región, cuyas localidades tienen una altura menor de 350 metros, está al oriente y termina en las costas del Golfo; es de clima cálido, húmedo y algo ventoso; excepcionalmente se observan heladas.

(11). Para calcular las equivalencias meteorológicas se utilizaron los datos de los observatorios de Saltillo y Monterrey

6. REGIÓN NORTE DE LA VERTIENTE DEL GOLFO.-(Gran porción de la parte oriental del estado de Tamaulipas y la parte sur del de Nuevo León). Datos correspondientes a una altura de 362 metros con una latitud de 24 ° 54'. (12)

Temperatura media anual	22.2 C°
Temperatura media en invierno	13.2 C°
Temperatura media en otoño	24.5 C°
Temperatura media en primavera	24.7 C°
Temperatura media en el estío	27.9 C°
Temperatura máxima absoluta	40.0 C°
Temperatura mínima extrema	-2.0 C°
Presión barométrica media anual	728.8 mm
Humedad media anual	70 %
Vientos dominantes de	S y N
Número anual de días con lluvias	120
Cantidad media de nubes	5.5

La Zona del Oeste constituye una sola región climática formada en su mayor parte por las montañas de la sierra Madre Oriental, tienen un clima templado, excepto en los puntos más bajos de los desniveles, cuyo clima es extremoso; son en ella intensos los vientos secos arrafagados australes y frecuentes las tempestades locales. La zona del Este corresponde a un clima cálido que se modifica por las intensas ondas frías de invierno y por las lluvias estivales.

7. CUENCA DEL PANUCO.-(parte suroeste del estado de Tamaulipas, noroeste de Veracruz, norte de Hidalgo, sureste de San Luis Potosí y la mayor parte del estado de Querétaro). Se subdivide en cinco zonas.

7.1 Zona del Este.-Datos correspondientes a una altura de 13 metros con una latitud de 22° 18'. (13)

(12). Equivalencias calculadas con base en los observatorios de Saltillo y Monterrey

(13). Equivalencias calculadas con la información de los observatorios de Pachuca y Tampico.

Temperatura media anual	24.1 C°
Temperatura media en otoño	25.1 C°
Temperatura media en invierno	18.9 C°
Temperatura media en primavera	24.8 C°
Temperatura media en estío	28.1 C°
Temperatura máxima absoluta	35.8 C°
Temperatura mínima extrema	-4.0 C°
Presión barométrica media anual	759.6 mm
Humedad media anual	76 %
Vientos dominantes del	SE
Número anual de días con lluvia	98

La zona en estudio tiene un clima cálido; el invierno es templado, notable por la intensidad y frecuencia de las ondas frías y de los vientos húmedos del norte.

7.2 Zona del Centro.-Sur clima es cálido, pero la temperatura empieza a moderarse desde la segunda mitad de otoño, y llega a ser templado en invierno; en esta estación se observan con frecuencia ondas frías que cuando son intensas ocasionan heladas ligeras; la velocidad de los vientos en la zona anterior, disminuye notablemente a causa de su posición orográfica.

7.3 Zona del Norte.-Pueden considerarse dos regiones climáticas: la primera, comprendida entre 1,200 y 1,800 metros de altura, tiene un clima templado en general; la segunda, comprendida entre 700 y 1,200 metros de altura, posee un clima cálido; en esta región se observan raramente las heladas.

7.4 Zona del Oeste.-Datos para una altura de 1,850 metros con una latitud de 20° 35'. (14)

Temperatura media anual	18.1 C°
Temperatura media en otoño	17.2 C°
Temperatura media en invierno	14.2 C°
Temperatura media en primavera	20.7 C°
Temperatura media en estío	20.1 C°
Temperatura máxima absoluta	34.0 C°
Temperatura mínima absoluta	-2.2 C°
Presión barométrica media anual	614.6 mm
Humedad media anual	56%
Número anual de días con lluvia	89

(14). Equivalencias calculadas con base en los observatorios de Querétaro y San Luis Potosí

La zona en estudio ofrece tres regiones climáticas: la primera, comprendida entre 800 y 1,200 metros de altura, cuyo clima es cálido en general; la segunda, entre 1,200 y 1,900 metros de altura, posee un clima templado, frecuentes lluvias de carácter tempestuoso y heladas que, aunque ligeras, son generalmente extensas; la tercera, cuyas localidades pasan de 1,900 metros, puede ser clasificada entre los climas fríos, no obstante el calor que se experimenta en los meses de estío y primavera.

7.5 Zona del Sur.-Datos para una altura de 2,770 metros con una latitud de 20° 08'. (15)

Temperatura media anual	11.8 C°
Temperatura media en otoño	11.3 C°
Temperatura media en invierno	9.2 C°
Temperatura media en primavera	12.8 C°
Temperatura media en estío	13.6 C°
Temperatura máxima absoluta	28.0 C°
Temperatura mínima absoluta	-4.8 C°
Presión barométrica media anual	550.3 mm
Humedad media anual	48%
Viento dominante del	NE
Número de días de lluvia anual	125
Cantidad media anual de nubes	5.0

Las dos regiones climáticas que pueden considerarse dentro de la zona sur son: una, cuyas localidades pasan de 2,200 metros de altura, de clima frío, de fuertes y extensas heladas, expuesta constantemente a los vientos húmedos del norte; la otra, comprendida entre 2,200 y 1,600 metros de altura, posee en general un clima templado.

8. REGIÓN SUR DE LA VERTIENTE DEL GOLFO.-(La mayor parte del estado de Veracruz y las regiones del estado de Puebla y oeste de Jalisco). Se subdivide en dos zonas.

(15). En el documento original no menciona de forma clara la procedencia de los datos.

8.1 Zona del Oeste.-Datos correspondientes a una altura de 1,450 metros con una latitud de 19° 31'. (16)

Temperatura media anual	16.8 C°
Temperatura media en invierno	14.5 C°
Temperatura media en otoño	17.2 C°
Temperatura media en primavera	18.9 C°
Temperatura media en estío	19.3 C°
Temperatura máxima absoluta	33.5 C°
Temperatura mínima extrema	2.5 C°
Presión barométrica media anual	649.3 mm
Humedad media anual	79%
Vientos dominantes del	N y NW
Número de días de lluvia por año	200
Cantidad media de nubes	7.0

A la zona en estudio pueden considerársele las siguientes regiones climáticas: la primera, que se encuentra comprendida entre 800 y 1,200 metros de altura, cuyo clima es extremo, pues el calor que se siente en primavera y estío se acentúa por los vientos secos e intensos australes; la temperatura media en invierno no autoriza a considerarlo como frío; pero esto depende de que los fuertes descensos térmicos ocasionados por los nortes tienen muy corta duración; segunda, la comprendida entre 1,200 y 1,800 metros de altura, en la que domina un clima templado; tercera, la región situada entre 1,800 y 2,300 metros de altura, que se caracteriza por su clima frío, por último, las elevaciones que pasan de 2,300 metros, en las que la mayor parte del año se hace sentir un frío intenso, alcanzando algunas de ellas la región glacial. Las precipitaciones son frecuentes e intensas, sobre todo en la segunda y tercera regiones; las heladas se presentan en la mayor parte de la zona: locales y ligeras en su primera región climática; extensas, pero ligeras en la segunda; en la tercera y última, muy extensas y fuertes.

(16). Equivalencias meteorológicas calculadas con datos de los observatorios de Jalapa y Veracruz.

8.2 Zona del Este.-Datos correspondientes al nivel del mar, con una latitud de 19° 21'. (17)

Temperatura media anual	22.9 C°
Temperatura media en invierno	20.2 C°
Temperatura media en otoño	24.8 C°
Temperatura media en primavera	24.4 C°
Temperatura media en estío	27.9 C°
Presión barométrica media	759.8 mm
Humedad media anual	89%
Vientos dominantes del	NE

Atendiendo a su corta altura sobre el nivel del mar, una sola región climática debe considerarse en esta zona: es cálida en extremo, no obstante los nortes fríos de otoño e invierno dependen de la posición costera y las abundantes lluvias que se observan en ella.

9. TABASCO.-La mayor parte del estado de Tabasco posee un clima cálido y muy húmedo; la temperatura se sostiene elevada en la mayor parte del año, moderándose un poco solamente en cortos periodos, durante los cuales se dejan sentir las intensas ondas frías que acompañan al viento norte.

10. PENÍNSULA DE YUCATÁN.-(Estados de Yucatán, Campeche y pequeña porción oriental del de Tabasco, territorio de Quintana Roo).

Datos para una altura de 15 metros, con una latitud de 20° 58'. (18)

(17). En el documento original no se menciona de forma clara la procedencia de los datos.

(18). No se menciona en el documento original la fuente de información, es probable que provenga del observatorio de Mérida.

Temperatura media anual	26.0 C°
Temperatura media en otoño	25.9 C°
Temperatura media en invierno	23.2 C°
Temperatura media en primavera	27.7 C°
Temperatura media en estío	27.5 C°
Temperatura máxima absoluta	39.2 C°
Temperatura mínima extrema	10.6 C°
Presión barométrica media anual	760.3 mm
Humedad media anual	72%
Número anual de días con lluvia	93
Vientos dominantes del	NE
Cantidad media de nubes	6.5

En la península de Yucatán domina un solo clima, el cálido; la temperatura se mantiene elevada durante todo el año, moderándose un poco en los cortos períodos de ondas frías; año por año hacen sentir en ella sus terribles efectos los ciclones tropicales.

11. REGIÓN NORTE DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO.-(Estados de Sonora, Sinaloa y pequeñas porciones del oeste de los de Chihuahua y Durango). Se subdivide en dos zonas.

11.1 Zona del Oeste.- Datos para una altura de 7 metros con una latitud de 23° 11'. (19)

Temperatura media anual	25.1 C°
Temperatura media en otoño	24.6 C°
Temperatura media en invierno	22.2 C°
Temperatura media en primavera	26.6 C°
Temperatura media en estío	27.2 C°
Temperatura máxima absoluta	39.2 C°
Temperatura mínima extrema	10.0 C°
Presión barométrica media anual	759.5 mm
Humedad media anual	78%
Vientos dominantes del	NW
Número anual de días con lluvia	59
Cantidad media de nubes	3.5

(19). Equivalencias hechas a partir de datos de los observatorios de Durango y Lerdo.

Puede clasificarse la zona del Oeste entre los climas cálidos, pues la temperatura se sostiene alta durante todo el año con ligeros decrecimientos ocasionados por los temporales y las ondas frías. En su porción norte la temperatura se sostiene moderadamente alta durante el invierno, observándose casos en que los abatimientos térmicos son suficientes para producir heladas en su parte más septentrional.

11.2 Zona del Este.-Se divide en dos regiones climáticas la del norte cuyo clima es extremo, notable por la intensidad y extensión de sus heladas que se inician desde mediados de otoño, continuando en casi todo el invierno por las nevadas de extensión variable y por las tempestades locales. La del sur se subdivide en dos pequeñas regiones: la primera comprendida entre mil setecientos y dos mil cien metros de altura, posee, en general, un clima templado; la segunda con elevaciones que pasan de 2,100 metros en las que dominan un clima frío.

12. CUENCA DEL SANTIAGO.-(Parte sur del estado de Zacatecas, suroeste de Guanajuato, norte de Michoacán, gran parte del estado de Jalisco y el estado de Aguascalientes). Se subdivide en cinco zonas.

12.1 Zona del Norte.- Datos correspondientes a una altura de 2,443 metros con una latitud de 22° 46'. (20)

Temperatura media anual	15.4 C°
Temperatura media en invierno	11.3 C°
Temperatura media en otoño	15.8 C°
Temperatura media en primavera	16.7 C°
Temperatura media en estío	17.5 C°
Temperatura máxima absoluta	28.0 C°
Temperatura mínima absoluta	-4.0 C°
Presión barométrica media anual	573.0 mm
Humedad media anual	55%
Vientos dominantes del	E y SW
Número anual de días con lluvia	68
Cantidad media de nubes	4.3

(20). Equivalencias meteorológicas calculadas con base en los observatorios de Zacatecas y León.

Esta zona puede dividirse en las siguientes regiones climáticas: primera, la comprendida entre 2,300 y 3,000 metros de altura, cuyo clima frío es notable por su extensión e intensidad de las heladas y por los fuertes enfriamientos que ocasionan los nortes de invierno; segunda, la situada entre 2,300 y 1,900 metros de altura, de clima templado en general, no obstante el frío intenso que a veces se experimenta en invierno; por último, la que se encuentra entre 1,900 y 1,600 metros de altura con clima caluroso.

12.2 Zona del Centro.-Datos correspondientes a una altura de 1,580 metros con una latitud de 20° 04'. (21)

Temperatura media anual	19.5 C°
Temperatura media en invierno	15.6 C°
Temperatura media en otoño	19.3 C°
Temperatura media en primavera	21.9 C°
Temperatura media en estío	22.2 C°
Temperatura máxima absoluta	36.1 C°
Temperatura mínima extrema	-1.2 C°
Presión barométrica media anual	634.7 mm
Humedad media anual	82%
Vientos dominantes de	E y SW
Número anual de días con lluvia	112
Cantidad media de nubes	5.0

Como regiones climáticas pueden considerarse: la que pasa de 2,300 metros de altura, de clima frío; la comprendida entre 1,800 y 2,300 metros de altura en la cual domina clima templado; la situada entre 1,800 y 1,000 metros, de clima caluroso, pero muy moderado en invierno; por último, la inferior a 1,000 metros, de clima caluroso durante todo el año. En las tres primeras regiones se observan heladas que varían de intensidad proporcionalmente a la altura.

12.3 Zona del Sur o de los Lagos.-Datos correspondientes a una altura de 1,950 metros con una latitud de 19° 42'. (22)

(21). Equivalencias calculadas según la información de los observatorios de Zacatecas y León.

(22). Equivalencias calculadas con datos de los observatorios de Morelia y Toluca.

Temperatura media anual	16.5 C°
Temperatura media en invierno	13.7 C°
Temperatura media en otoño	15.5 C°
Temperatura media en primavera	19.2 C°
Temperatura media en estío	18.0 C°
Temperatura máxima absoluta	31.0 C°
Temperatura mínima absoluta	-4.4 C°
Presión barométrica media anual	609.0 mm
Humedad media anual	66%
Vientos dominantes del	SW
Número anual de días con lluvia	130
Cantidad media de nubes	6.0

Hay aquí dos regiones climáticas bien caracterizadas: una comprendida entre 2,000 y 1,600 metros de altura, de clima, en general, templado y otras cuyas localidades tienen altura inferior a 1,600 metros, de clima caluroso y muy húmedo; son notables, principalmente en la segunda, las precipitaciones locales y los vientos intensos del SW.

12.4 Zona del Oeste.-De un modo general puede afirmarse que su clima es cálido; la porción alta de ella, situada al este, tiene un invierno agradable y templado.

12.5 Zona del Este.-Datos correspondientes a una altura media de 2,685 metros con una latitud de 19° 17'. (23)

Temperatura media anual	14.4 C°
Temperatura media en invierno	12.6 C°
Temperatura media en otoño	14.6 C°
Temperatura media en primavera	14.8 C°
Temperatura media en estío	26.8 C°
Temperatura máxima absoluta	26.8 C°
Temperatura mínima absoluta	-2.0 C°
Presión barométrica media anual	558.0 mm
Humedad media anual	54%
Vientos dominantes del	W y NE
Número de días con lluvia	147
Cantidad media de nubes	5.0

(23). Equivalencias meteorológicas calculadas con base en los observatorios de Zacatecas y de León.

Pueden considerarse dos regiones climáticas: una superior a los 2,270 metros de altura, de clima frío: algunas de sus alturas alcanzan las nieves perpetuas; otra comprendida entre 2,270 y 1,900 metros, con un clima en general templado; las heladas son frecuentes, fuertes y extensas.

13. REGION MEDIA DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO. (Estado de Colima y parte de Jalisco). Se subdivide en dos zonas.

13.1 Zona del Este.-Datos correspondientes a una altura de 1,548 metros, con una latitud de 19° 38'. (24)

Temperatura media anual	19.7 C°
Temperatura media en invierno	16.3 C°
Temperatura media en otoño	19.6 C°
Temperatura media en primavera	20.7 C°
Temperatura media en estío	21.6 C°
Temperatura máxima absoluta	33.4 C°
Temperatura mínima extrema	-4.3 C°
Presión barométrica media anual	637.4 mm
Humedad media anual	61%
Vientos dominantes de	S y SE
Número anual de días con lluvias	131
Cantidad media de nubes	4.5

De una manera general, esta zona tiene un clima templado; el estío y la primavera son algo calurosos y durante el invierno suelen observarse heladas.

13.2 Zona del Oeste.-Su clima es cálido y tiene de notable, que año por año los vientos originados por los temporales del Pacífico se hacen sentir con alguna intensidad.

14. CUENCA DEL BALSAS.-(Comprende parte de los estados de Puebla, Guerrero, Michoacán, México, Oaxaca y casi todo el estado de Morelos). Se subdivide en cuatro zonas.

(24). Equivalencias meteorológicas calculadas de acuerdo con la información base de los observatorios de Colima y Zapotlán.

14.1 Zona del Noreste.-Datos correspondientes a una altura de 2,171 metros, con una latitud de 19° 02'. (25)

Temperatura media anual	16.1 C°
Temperatura media en invierno	13.1 C°
Temperatura media en otoño	16.4 C°
Temperatura media en primavera	17.9 C°
Temperatura media en estío	17.9 C°
Temperatura máxima absoluta	31.2 C°
Temperatura mínima extrema	-1.8 C°
Presión barométrica media anual	594.0 mm
Humedad media anual	61%
Vientos dominantes del	E y NE
Número anual de días con lluvia	147
Cantidad media de nubes	4.7

Pueden considerarse aquí tres regiones climáticas: la primera, de clima frío, con localidades que pasan de 2,300 metros de altura; la segunda situada entre 1,900 y 2,300 metros, en la que domina un clima templado y la tercera con clima moderadamente caluroso, en las localidades inferiores a 1,990 metros de altura; en todas ellas son abundantes las precipitaciones y frecuentes las heladas.

14.2 Zona del Norte.-Se pueden considerar en ésta, tres regiones climáticas con caracteres idénticos a los de la anterior; se diferencia de aquella, sin embargo, en que las regiones no están separadas claramente unas de otras; pues al lado de localidades que tienen clima netamente caluroso, se encuentran otras con un clima frío bien marcado, lo cual depende de la rapidez de sus pendientes.

14.3 Zona Central.-Es de clima caluroso: la temperatura se mantiene alta durante la mayor parte del año, el invierno, en su mayor parte es templado y los vientos de mayor intensidad soplan de la región suroeste.

14.4 Zona del Sur.-Corresponde, en general, a los climas templados; sin embargo el calor es excesivo durante la primavera y una parte del estío; el invierno es moderado y se observan heladas generalmente poco extensas.

(25). Equivalencias meteorológicas calculadas con datos de los observatorios de Oaxaca y Tuxtla Gutiérrez.

15. REGIÓN SUR DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO.- (Comprende la porción sur de los estados de Chiapas, Guerrero y la mayor parte de Oaxaca). Se subdivide en dos zonas.

15.1 *Zona del Norte*.- Datos correspondientes a una altura de 1,574 metros, con una latitud de 17° 03'. (26)

Temperatura media anual	20.3 C°
Temperatura media en invierno	18.1 C°
Temperatura media en otoño	20.0 C°
Temperatura media en primavera	21.4 C°
Temperatura media en estío	21.6 C°
Temperatura máxima absoluta	36.0 C°
Temperatura mínima extrema	3.1 C°
Presión barométrica media anual	700.2 mm
Humedad media anual	60%
Vientos dominantes del	SW y NW
Número anual de días de lluvia	128
Cantidad media de nubes	4.5

La zona de estudio se puede dividir en las siguientes regiones climáticas: primera, la de localidades mayores de 2,000 metros de altura, de clima frío; segunda, la comprendida entre 1,600 y 2,000 metros, cuyo clima es templado; tercera, la situada abajo de 1,600 metros con clima moderadamente caluroso.

15.2 *Zona del Sur*.- El clima que le corresponde es netamente cálido; al este de la zona, todo el año reinan temperaturas elevadas y al oeste sólo en invierno se moderan un poco.

Después de conocer la división que hace Guzmán de los climas de la República, podemos decir que su principal acierto fue la de establecer la diversidad y complejidad de los climas del país. No obstante, el haber contado con un número pequeño de estaciones meteorológicas y el desacierto de no considerar los promedios de precipitación anual, limitó bastante su propuesta. Sin embargo, éste fue el único trabajo importante que existe sobre clasificación de climas durante los

(26). Equivalencias meteorológicas calculadas con información de los observatorios de Tuxtla Gutiérrez y Salina Cruz.

primeros 30 años de este siglo y marca la transición de los estudios climatológicos del siglo pasado y el actual. Posteriormente, en 1936 aparecería el *Estudio de Climatología Comparada con aplicaciones a la República Mexicana*, escrita por Pedro C. Sánchez, *El Clima Mexicano según Thormwaite* de Contreras Arias, *El Clima de México según Köppen* de Vivó y Riquelme, a la cual le seguiría en 1964, el trabajo sobre las *modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen* de Enriqueta García, obra que se convierte en el punto de referencia de la mayor parte de los trabajos climatológicos del país hasta la actualidad.

EL MAPA DE LLUVIAS DE MÉXICO EN EL SIGLO XIX

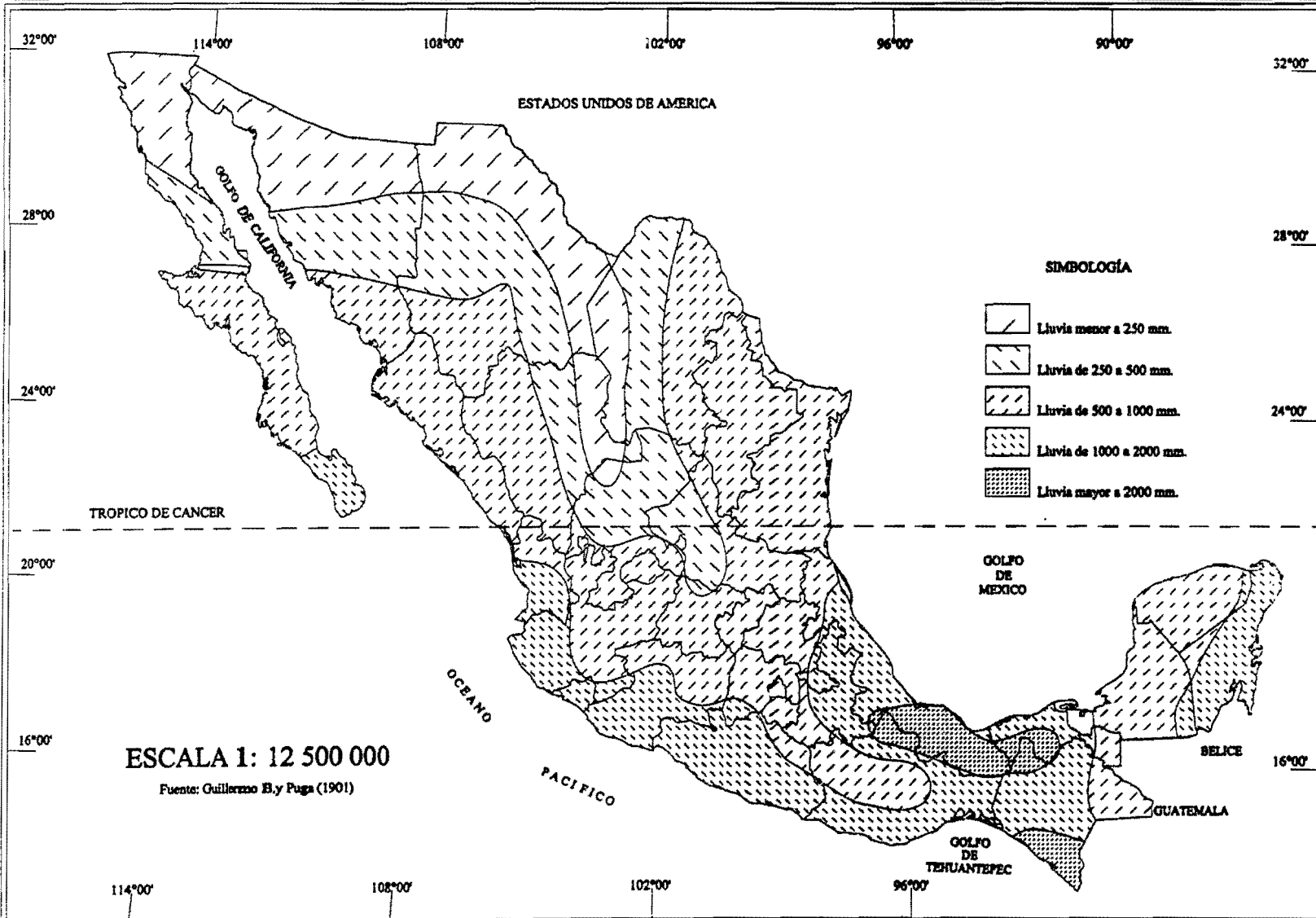
Dentro del panorama de los estudios climatológicos, el factor que llamó más la atención de los hombres de ciencia en el siglo pasado, fue la precipitación. Esta situación se debe a razones obvias, ya que la cantidad de lluvia y su distribución a lo largo del año, era el elemento determinante para las buenas o malas cosechas de ese año. El recuento bibliográfico de los estudios meteorológicos de ese siglo, permite confirmar esta hipótesis. Por otro lado, la mayor parte de los estudios sobre la precipitación, se enfocaron a tratar de encontrar las leyes que determinaban la periodicidad de las lluvias. A pesar de que no se logró descifrar este complejo mecanismo atmosférico, que hace variar la cantidad de lluvia de un año a otro; los estudios que se realizaron, permitieron tener una primera visión sobre la distribución de la misma en el país.

En los capítulos anteriores, se ha hecho mención de algunos trabajos sobre las lluvias en México durante el siglo XIX. Sin embargo, el único trabajo que representó en un mapa la distribución de las lluvias se debe a Guillermo B. y Puga, quién en 1901 publicó el estudio: "*Consideraciones sobre la distribución general de las lluvias en la República Mexicana*" (27). Dicho estudio, contiene en primer término, las causas que determinan la distribución de la precipitación; a continuación menciona las estaciones meteorológicas utilizadas para dividir al país en zonas y termina con un mapa sobre la distribución de lluvias (ver mapa número 9).

Dentro del trabajo de Puga, resulta de particular interés las estaciones meteorológicas utilizadas, debido a que muchas de estas, sólo aparecen en este trabajo y no se mencionan en ningún otro; por tal razón, en el cuadro número uno se reproduce el listado de las 84 observatorios utilizados por este autor para confeccionar el mapa de lluvias del país.

(27). Puga, Guillermo (1901), *Consideraciones sobre la distribución general de las lluvias en la República Mexicana*, México, Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Álzate", tomo XVI. p. 137-160

MAPA N° 9 DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN LA REPUBLICA MEXICANA. 1901



Cuadro n° 1

Datos pluviométricos de algunas localidades de la República Mexicana y de algunos puntos de los Estados Unidos cercanos a la frontera de ambos países

LOCALIDADES	ALTITUDES	Lluvia en mm	Número de años de observación	AUTORIDADES
1. Acapulco, Gro.	4	1072	1	T. F.
2. Albuquerque, Tex.	1530	200	6	Schott
3. Aguascalientes, Ags.	1861	591	6	Aguilar
4. Belice, Bel.		1957	7	Schott
5. Benzón, Arz.	1090	206	8	Glassfordt
6. Bronville, Tex.	14	838	9	W. B.
7. Buenavista, D. F.		584	21	Aguilar
8. Campeche, Camp.	8	833	1	Aguilar
9. Cedar, Fla.	7	1440	5	W. B.
10. Ciudad Lerdo, Dgo.	1141	108	1	T. F.
11. Cd. Porfirio Díaz, Coah.	220	341	1	T. F.
12. Cd. Victoria, Tamps.	300	935	1	T. F.
13. Chihuahua, Chih.	1414	646	3	Schott
14. Colima, Col.	507	1053	12	Aguilar
15. Concho, Tex.	534	760	8	W. B.
16. Córdoba, Ver.	838	2798	5	Aguilar
17. Cuernavaca, Mor.	1556	1105	3	Reyes
18. Culiacán, Sin.	84	300	2	O. M. C.
19. Fenix, Tex.	341	170	10	Glassfordt
20. Frontera, Tab.	4	1784	12	Moreno
21. Galveston, Tex.	12	1328	13	W. B.
22. Guadalajara, Jal.	1566	864	6	Aguilar
23. Guadalcázar, S. L. P.	1650	1195	1	Aguilar
24. Guanajuato, Gto.	2060	859	6	Aguilar
25. Guatemala, Guat.		1380	3	Schott.
26. Guaymas, Son.		711	1	Aguilar
27. Huehuetoca, Méx.	2292	682	2	Borondón
28. Huejutla, Hgo.	376	466	4	Aguilar
29. Iguala, Gro.	860	944	1	T. F.
30. Indianola, Fla.	8	983	12	W. B.
31. Isla del Carmen, Camp.		608	1	
32. Ixtacomitán, Chis.	210	1718	1	
33. Jacksonville, Fla.	7	1405	13	W. B.
34. Jalapa, Ver.	1321	1540	2	Moreno
35. Key West, Fla.	10	1018	14	W. B.
36. Lagos, Jal.	1932	866	1	Aguilar
37. León, Gto.	1798	728	10	M. Leal
38. Linares, N. L.	362	825	2	O.M.C.
39. Llano Grande, Gro.	71	866	1	---
40. Manzanillo, Col.		600	1	T. F.
41. Matamoros, Tamps.	43	932	3	Schott

42. Mazatlán, Sin.	76	798	20	González
43. Mérida, Yuc.	9	830	2	Moreno
44. Mesilla La, Tex.	1135	186	3	Glassfordt
45. México, D.F.	2282	582	20	O.M.C.
46. Mirador, Ver.	350	2130	12	Aguilar
47. Movila, Fla.	12	1675	13	W. B.
48. Morelia, Mich.	1940	728	2	Moreno
49. Monterrey, N. L.	496	774	1	Aguilar
50. New Orleans, Lsa.	16	1400	30	Schott
51. Nogales, Son.		138	1	T. F.
52. Oaxaca, Oax.	1546	715	3	---
53. Orizaba, Ver.	1227	1796	6	Aguilar
54. Pabellón, Ags.	1924	506	19	Aguilar
55. Pachuca, Hgo.	2425	242	2	Moreno
56. Panzacola, Tex.	9	1741	5	W. B.
57. Paso El, Tex.	1205	334	6	W. B.
58. Pátzcuaro, Mich.	2138	1158	2	Moreno
59. Pinos, Zac.	2453	405	1	O.M.C.
60. Puebla, Pue.	2167	1185	10	González
61. Querétaro, Qro.	1850	569	17	O.M.C.
62. Real del Monte, Hgo.	2772	736	9	O.M.C.
63. Río Grande, Zac.	70	581	6	W. B.
64. Salina Cruz, Oax.	2	607	1	T. F.
65. Sañillo, Coah.	1632	554	3	Aguilar
66. Santa Fé, Tex.	2160	380	19	Schott
67. San Diego, Cal.	30	110	20	W. B.
68. San Juan del Río, Qro.	1976	500	3	Aguilar
69. San Luis Potosí, S.L.P.	1890	398	10	Aguilar
70. Silao, Gto.	1800	347	1	Moreno
71. Stockton, Tex.	933	510	7	W. B.
72. Tacubaya, D.F.	2323	683	10	O. A.
73. Tapachula, Chis.	180	2482	1	T. F.
74. Tekax, Yuc.		1156	1	Schott
75. Tepic	1051	1090	7	O. M. C.
76. Teziutlán, Pue.	1870	1531	5	Aguilar
77. Tlacotalpan, Ver.		1824	2	---
78. Toluca, Méx.	2625	678	2	Aguilar
79. Tucson, Arz.	711	306	11	Glassfordt
80. Tuxpan, Ver.		1532	5	Aguilar
81. Veracruz	8	1319	10	Mayer
82. Yuma, Arz.	43	78	28	W. B.
83. Zacatecas, Zac.	2496	819	10	Aguilar
84. Zapotlán, Jal.	1530	910	1	Moreno

Fuente: Puga, Guillermo. (1901), *Consideraciones sobre la distribución general de las lluvias en la República Mexicana*, México, Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", t. XVI, p. 157-159

Siglas utilizadas: O. M. C. (Observatorio Meteorológico Central de México), W. B. (Weather Bureau de Washington), O. A. (Observatorio Astronómico de Tacubaya), T. F. (Telégrafos Federales de México).

De las 84 estaciones meteorológicas mencionadas en el cuadro anterior, 62 se localizan en territorio nacional, una en Belice, otra en Guatemala, y 20 se ubican en territorio de los Estados Unidos, esto se debe sobre todo, a la carencia de observatorios en los estados del norte de México.

Con la información pluviométrica de las anteriores 84 estaciones meteorológicas, Puga dividió al país en cinco zonas:

1ª Zona. Con lluvias anuales menores a 250 mm, corresponden a una gran faja de terreno de los desiertos de Sonora, California, Chihuahua y comprende una superficie de 296,000 kilómetros cuadrados.

2ª. Zona. Con lluvias anuales entre 250 y 500 mm, comprende parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Aguascalientes y San Luis Potosí y tiene una superficie de 339,000 kilómetros cuadrados.

3ª. Zona. Con lluvias anuales entre 500 y 1000 mm, abarca las costas, tanto del Pacífico como del Golfo de México; la parte más alta de la Mesa Central, prolongándose hacia el Sur hasta el estado de Oaxaca. Dentro de este grupo también se incluye la parte occidental de la península de Yucatán. Comprende un espacio territorial de 848,000 kilómetros cuadrados.

4ª. Zona. Con lluvias anuales entre 1000 y 2000 mm, corresponde a las costas del sur del Golfo de México y del Océano Pacífico, además de las costas orientales de Yucatán. Esta zona abarca 424,000 kilómetros cuadrados.

5ª. Zona. Con lluvias anuales mayores a 2000 mm, comprende pequeñas porciones de las costas de Veracruz, Tabasco y Chiapas. La zona abarca una superficie de 43,000 kilómetros cuadrados. (28)

La división territorial de la precipitación que hace Puga y que plasma en su mapa de lluvias del país, tiene errores que en la actualidad resultan evidentes, como la de incluir la península de Baja California en cuatro diferentes zonas (ver mapa número 9) y mencionar que una parte de ella se encuentra dentro del rango de las 1000 a 2000 mm de lluvias anuales; otro error, lo constituye la omisión de las regiones secas de algunos estados como Oaxaca, Hidalgo, Puebla, etc. Sin embargo, si consideramos el pequeño número de estaciones meteorológicas que se utilizaron para confeccionar este mapa, y que muchas de ellas se ubican fuera de nuestras fronteras, se puede apreciar que el esfuerzo que realizó Puga por presentar una imagen aproximada de las lluvias de República Mexicana, fue bastante adelantado para la época; por lo tanto, su carta de lluvias, fue un punto de partida importante para los estudios posteriores.

(28). Puga, Guillermo *op. cit.* p. 154-155

4.2 BREVE CORRELACIÓN ENTRE EL CLIMA DEL SIGLO XIX Y EL ACTUAL

A pesar de que la investigación se centra en el siglo XIX, es necesario, para tener un marco de referencia, establecer una comparación entre los datos de precipitación y temperatura con el siglo XX. Para realizar esta comparación del clima en dos diferentes siglos, se ha recurrido a los promedios de lluvia y temperatura mencionados en el capítulo II y los datos contenidos en el libro de Enriqueta García sobre las *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, obra que resume los promedios de estos dos parámetros en el presente siglo.

COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA. SIGLOS XIX Y XX

Es conveniente señalar, que el número de estaciones meteorológicas que se tiene para el siglo pasado, resulta sumamente pequeño, en relación con la información que se dispone actualmente; sin embargo, no por ello, la comparación carece de importancia, ya que muchos estudios climatológicos parten de una falta total de información, y por lo tanto, con el tiempo se convierten en el punto de referencia de las futuras investigaciones. El problema de la correlación del clima pasado y presente, lo constituye el hecho, de que la mayoría de los observatorios del siglo pasado desaparecieron con el tiempo; para resolver esta cuestión, se ha escogido la estación meteorológica más cercana a la que existió anteriormente. Por ejemplo, al desaparecer el Observatorio Meteorológico Central, ubicado en la azotea del Palacio Nacional, se ha comparado con la estación meteorológica del aeropuerto capitalino.

Otro problema, lo constituye el actual crecimiento urbano, circunstancia que ha ocasionado el fenómeno de la llamada "isla de calor"; razón que explica en gran medida que en un espacio pequeño, la temperatura haya aumentado en unas cuantas décadas varios grados centígrados.

Para realizar la correlación entre las estaciones meteorológicas del siglo pasado y las del presente siglo, se utilizaron las observatorios que funcionaron por más de cinco años. Los datos que se tomaron en consideración fueron: en primer término, los promedios anuales de temperatura y precipitación; a continuación, aparece el periodo en el que se obtuvieron los datos; y finalmente, se establece la diferencia entre los promedios del siglo pasado y el presente. Con este sencillo procedimiento, fue posible establecer algunas conclusiones sobre las tendencias que presentan las dos variables del clima.

En el cuadro número dos, aparece el nombre del observatorio y los promedios de temperatura media anual del siglo XIX y XX

Cuadro n° 2
Temperatura media anual en algunos observatorios de la República Mexicana. Siglos XIX y XX

Nombre del observatorio	Promedio de temperatura a media anual (C°). Siglo XIX	Años considerados en el promedio	Promedio de temperatura a media anual (C°). Siglo XX	Años considerados en el promedio	Diferencia entre ambos periodos (C°)
Aguascalientes, Ags.	18.6	7	18.2	56	-0.4
Colima, Col.	24.8	5	24.6	55	-0.2
Guadalajara, Jal.	19.7	18	19.4	60	-0.3
Guanajuato, Gto.	17.6	12	17.9	54	+0.3
Jalapa, Ver	18.5	5	18.0	57	-0.5
León, Gto.	18.9	24	19.2	50	+0.3
Mazatlán, Sin.	25.2	22	24.1	53	-1.1
Mérida, Yuc.	25.8	7	25.9	55	+0.1
Cd. de México, D.F.	15.5	25	15.7	8*	+0.2
Morelia, Mich.	16.8	10	17.5	38	+0.7
Oaxaca, Oax.	20.6	17	20.5	50	-0.1
Pabellón, Ags.	18.2	6	16.9	50	-1.3
Pachuca, Hgo.	14.6	10	14.2	55	-0.4
Puebla, Pue.	15.7**	13	16.6	58	+0.9
Querétaro, Qro.	18.1	9	18.8	55	+0.7
Saltillo, Coah.	16.8	16	17.9	51	+1.1
San Luis Potosí, SLP	17.4	18	17.8	46	+0.4
Toluca, Edo. de Méx.	13.8	8	12.7	47	-1.1
Tuxpan, Ver.	24.5	7	24.8	56	+0.3
Zacatecas, Zac.	13.2	21	14.1	56	+0.9
Zapotlán, Jal.	20.5	8	20.2	24	-0.3
Promedio	18.8	13	18.81	50	+0.2
Promedio***	18.5	14	18.67	48	+2.2

Fuente: García, Enriqueta (1988), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México. Promedios de temperatura, capítulo II

*El promedio de temperatura se tomó de la estación meteorológica del Aeropuerto, zona poco urbanizado. Si se consideran otros valores como los de las colonias Aragón y Juárez, lugares también cercanos al centro de la Ciudad, pero más urbanizados, la temperatura media anual aumenta en 1 y 0.5 C° respectivamente.

**De los dos observatorios ubicados en la ciudad de Puebla, se escogieron los datos del Observatorio del Colegio del Estado, por ser más confiables.

***Promedio de las estaciones del siglo pasado que funcionaron de siete años en adelante (se excluyen la de Colima, Jalapa y Pabellón)

Después de estudiar el cuadro número dos, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

Los observatorios que registran un incremento en la temperatura media anual, con respecto al actual siglo son: Zacatecas, Morelia, Ciudad de México, Puebla, San Luis Potosí, Mérida, Tuxpan, Querétaro, Guanajuato, León, Saltillo (ver mapa número 10).

Los observatorios que presentan un decremento en la temperatura media anual, con respecto al actual siglo son: Aguascalientes, Pabellón, Mazatlán, Zapotlán, Guadalajara, Colima, Toluca, Oaxaca, Jalapa y Pachuca (ver mapa número 11).

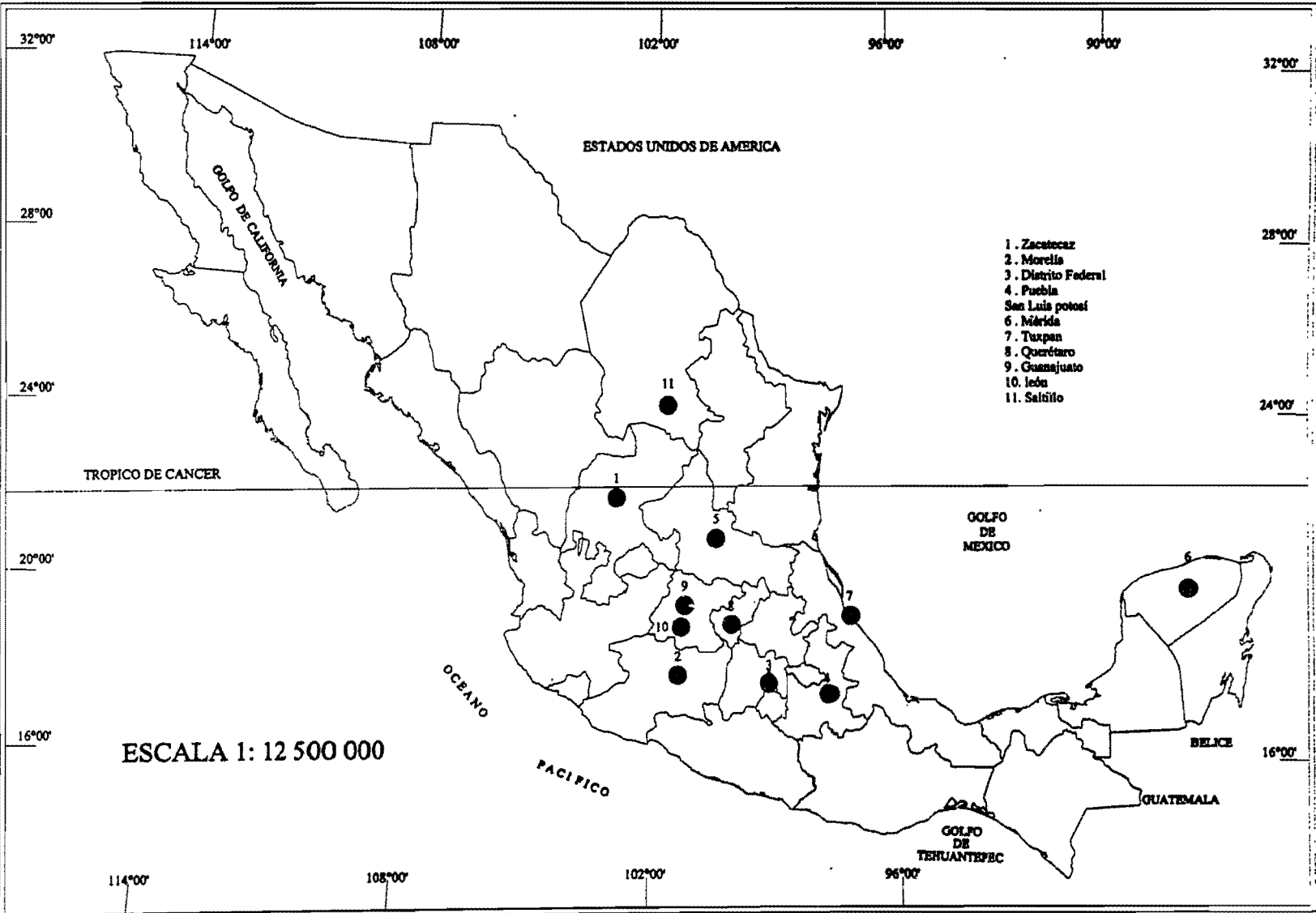
El número de observatorios que registra un aumento de temperatura media anual en el presente siglo, es casi igual al de observatorios que presenta disminución en la temperatura; es decir 11 y 10 respectivamente.

El observatorio que registra el mayor incremento de la temperatura media anual, al comparar los datos de ambos siglos, es el de Saltillo con $+1.1\text{ C}^\circ$. El que registra el mayor decremento de temperatura media anual en el mismo periodo, es el de Mazatlán, con -1.1 C° y Pabellón con -1.3 C° .

La media aritmética de los observatorios que registran un decremento en la temperatura media anual, al comparar los datos de ambos siglos, es de 0.57 C° . La media aritmética de los observatorios que registran un incremento en la temperatura media anual, en el mismo periodo, es de 0.53 C° . Estos datos permiten establecer que la media observada, tanto en el incremento, como en el decremento de temperatura de observatorios considerados en el estudio, resulta ser semejante entre sí. La diferencia más notable, resulta de sumar las tendencias positivas, como negativas, y se tiene una diferencia de $+0.2\text{ C}^\circ$.

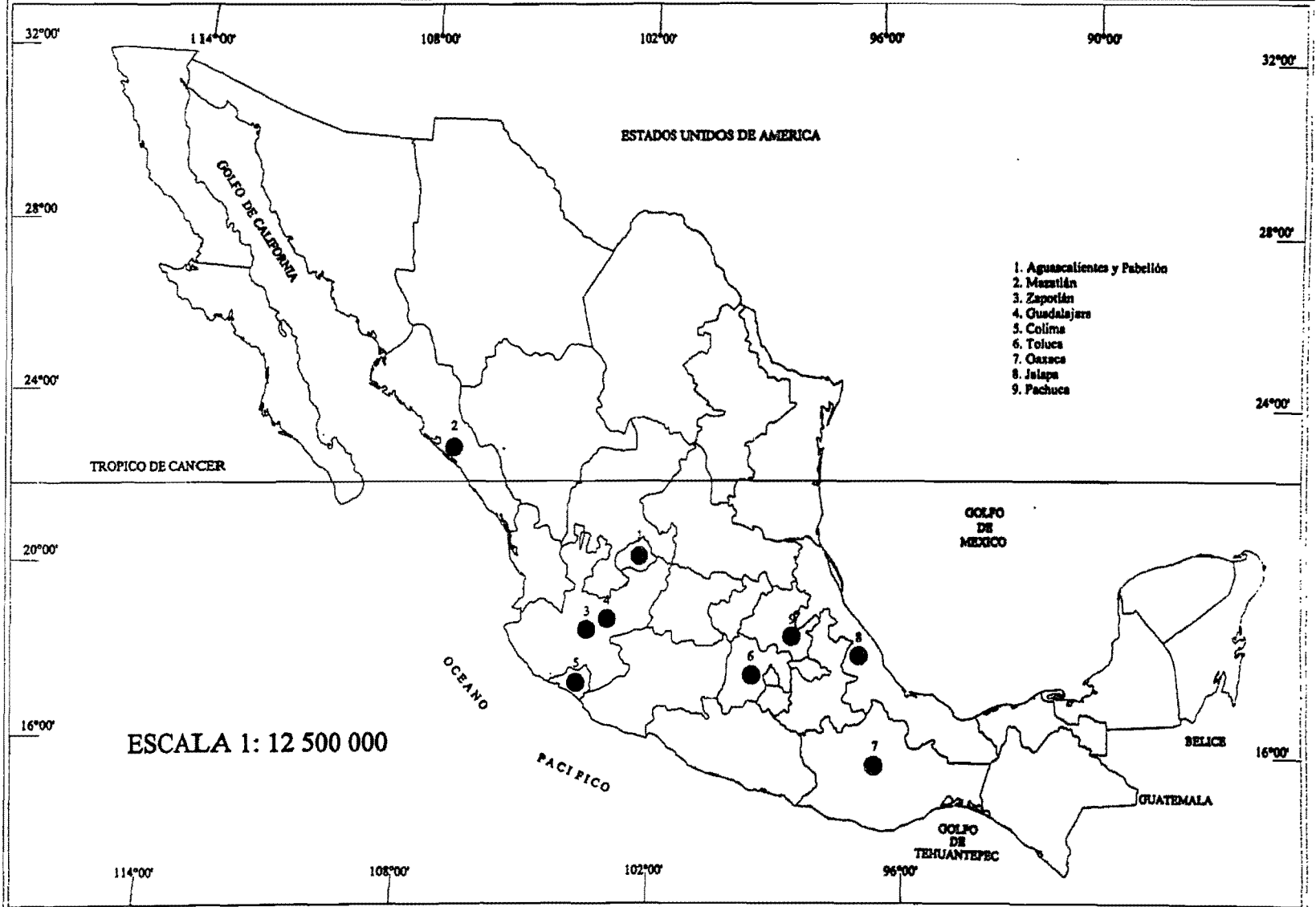
En el segundo promedio (estaciones del siglo pasado, que funcionaron de siete años en adelante), se aprecia que la diferencia entre la media anual de los dos periodos considerados en el estudio, es de un incremento en la media anual de $+0.17\text{ C}^\circ$, quizás este sea un valor más real, ya que las estaciones de Colima, Jalapa y Pabellón representan valores poco confiables, debido a que no se cuenta con información completa de los años considerados en el estudio, por tal motivo resultan poco fiables.

LOCALIDADES QUE REGISTRAN UN INCREMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL, ENTRE 1877 Y 1985



MAPA N° 11

LOCALIDADES QUE REGISTRÁN UN DECREMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL, ENTRE 1877 Y 1985:



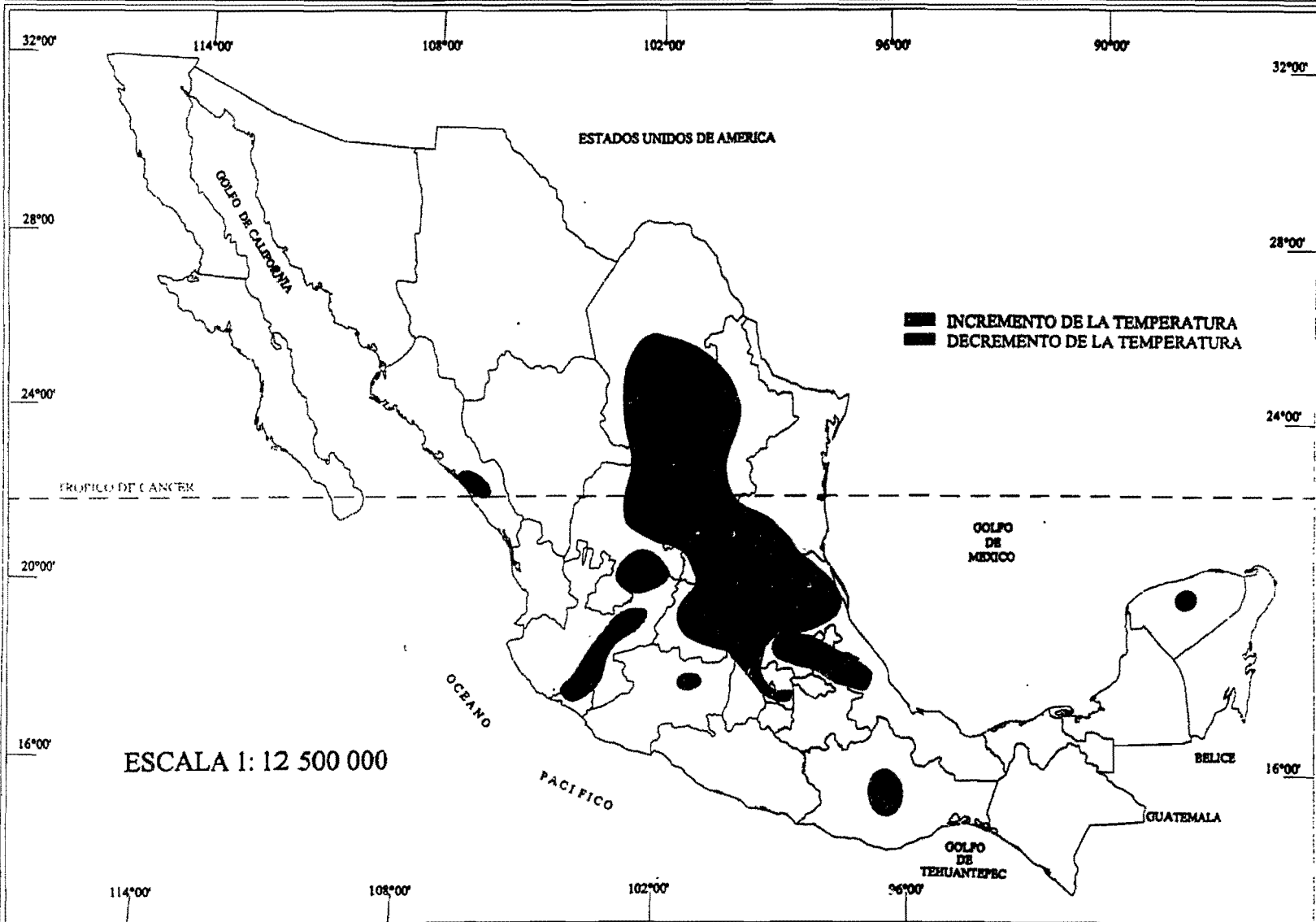
Al regionalizar en el mapa 12, los lugares que presentan incrementos y decrementos en la temperatura, se puede observar que tanto en la meseta del centro, como en la del norte la temperatura tiende a incrementarse, en tanto que hacia la vertiente del Pacífico la temperatura tiende a disminuir.

LOS PROMEDIOS DE PRECIPITACIÓN. SIGLOS XIX Y XX

Los datos que se dispone sobre la precipitación anual para diferentes localidades del país, en el siglo pasado, son más abundantes que los que se dispone para la temperatura en dicho periodo. Sobre el valor que pueden tener como información, se puede decir que como dato serial, resulta ser más confiable que el registro de temperatura. Este hecho se debe, como se ha señalado anteriormente, a que la lluvia y su periodicidad, siempre fue el factor del clima, que más llamó la atención de los hombres de ciencia del siglo XIX, debido a que una mala distribución o una menor cantidad de lluvia, repercutía directamente en el ciclo agrícola del año. Pero también, se percibe como un riesgo latente que podría ocasionar inundaciones o desabasto del recurso agua, sobre todo de las poblaciones urbanas, como la Ciudad de México. Esta última circunstancia, fue más evidentes en el porfiriato, debido a que las corrientes superficiales, representaban además del abasto de agua de las ciudades, la fuerza motriz de diferentes molinos y fabricas, por lo que era necesario que los ríos y arroyos mantuvieran un caudal mínimo a lo largo del año; la época de secas, periodo en que los caudales de ríos y arroyos disminuían notablemente, frecuentemente generó disputas entre los diferentes usuarios: campesinos, ganaderos, molineros, industriales, etc.

Por otra parte, los científicos del porfiriato consideraban que el principal problema que representaba el estudio de la lluvia, era la de conocer su periodicidad y las leyes que determinaban que en unos años hubiera una sequía que se prolongaba más de lo normal, en contrapartida con años de abundantes lluvias que igualmente podían ser desastrosos. Este pequeño grupo de hombres de ciencia, también pensaba que para determinar las leyes que rigen el comportamiento de la lluvia, sólo era necesario contar con series de precipitación que comprendieran varios años de observación; con esta información, determinar la periodicidad de la lluvia, solo era cuestión de tiempo. Sin embargo, a medida que los datos se acumulaban, se dieron cuenta que la información por si sola no era suficiente; por esa razón, comenzaron a surgir las primeras teorías que relacionaban el comportamiento de la lluvia, con el ciclo de manchas solares.

MAPA N° 12
COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LA REPUBLICA MEXICANA, 1877-1985.



A pesar de que los estudios del siglo pasado, no lograron descifrar las leyes de la naturaleza que rigen el comportamiento de la lluvia, las series de precipitación que contienen dichos trabajos, resultan de gran utilidad para comparar al igual que se hizo con la temperatura, que tanto se ha incrementado o variado la precipitación en dos siglos.

Al referirnos en particular, a las series de precipitación del siglo XIX es importante mencionar, que las series comprenden un periodo de observación mayor que las de temperatura, debido a que proveerse de un pluviómetro y llevar la contabilidad de la cantidad de lluvia que caía a lo largo del año, fue una tarea más fácil en comparación con la compra de termómetros y el registro de temperatura. Por esa circunstancia, no fue raro que algunas haciendas contaran con pluviómetros y que posteriormente, los registros anuales se difundieran en algunas publicaciones periódicas de la época. Después de esta breve exposición del marco histórico en que se genera la información sobre la lluvia en el país, en el cuadro número tres, se ha comparado al igual que se hizo con la temperatura, los promedios de precipitación anual de los siglos XIX y XX

Cuadro n° 3
Precipitación media anual en algunos observatorios de la República Mexicana. Siglos XIX y XX

NOMBRE DEL OBSERVATORIO	Promedio de precipitación media anual (mm) Siglo XIX	Años considerados en el promedio	Promedio de precipitación media anual (mm) Siglo XX	Años considerados en el promedio	Diferencia entre ambos periodos
Aguascalientes, Ags.	570.9	7	527.4	56	-43.5
Colima, Col.	1052.9	19	964.6	55	-88.3
Córdoba, Ver.	2798.5	5	2148.2	55	-650.3
Guanajuato, Gto.	691.1	19	697.6	55	+6.5
Guadalajara, Jal.	1134.5	24	928.2	57	-206.3
Jalapa, Ver.	1519.2	6	1493.2	60	-26.0
León, Gto.	648.2	24	625.0	50	-23.2
Mazatlán, Sin.	805.8	22	812.1	53	+6.3
Mérida, Yuc.	867.3	12	935.5	59	+68.2
Ciudad de México	571.1	25	568.0*	8	-3.1
Monterrey, N. L.	475.1	17	620.7	57	+145.6
Morelia, Mich.	683.5	11	775.8	50	+92.3
Oaxaca, Oax.	683.5	18	651.3	50	-32.2
Orizaba, Ver.	2510.0	6	2091.1	59	-418.9
Pabellón, Ags.	521.5	21	477.4	52	-44.1
Pachuca, Hgo.	1383.0	10	385.4	55	-997.6
Puebla, Pue.**	881.8	24	826.0	58	-55.8
Querétaro, Qro.	489.1	31	545.0	56	+55.9
Saltillo, Coah.	553.3	16	309.8	50	-243.5
San Luis Potosí, SLP	357.1	22	343.1	46	-14.0
Tacubaya, D. F.	643.1	16	766.0	60	+122.9
Tepic, Nay.	1414.8	35	1283.2	58	-131.6
Toluca, Edo. de Méx.	676.6	18	791.6	48	+115.0
Tuxpan, Ver.	1430.4	9	1352.4	54	-78.0
Zacatecas, Zac.	652.0	27	371.8	54	-280.2
Zapotlán	912.8	7	703.5	25	-209.3

Fuente: García, Enriqueta (1988), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México. Promedios de precipitación, capítulo II.

*Promedio del observatorio del Aeropuerto

**Promedio del Observatorio del Colegio del Estado

Sobre el comportamiento del promedio anual de la lluvia en el país, entre el siglo pasado y el presente, del cuadro número tres sobresalen los siguientes aspectos:

De las 26 estaciones consideradas en el cuadro, en 18 hubo decrementos en el promedio de precipitación anual, como contrapartida, solo en ocho estaciones se observa incrementos en el promedio anual de lluvia.

Con respecto a los observatorios que registran incrementos en el promedio de precipitación anual (ver mapa número 13), entre ambos siglos, también se pueden apreciar tres rangos distintos, los que presentan un incremento bajo, los que representan un incremento medio y los que registran un incremento alto.

En el primer rango, con un incremento en el promedio anual de lluvia en el actual siglo, inferior o igual al 1%, se tienen las estaciones de Guanajuato y Mazatlán.

En el segundo rango, se tiene a Mérida con un aumento en el promedio de precipitación anual del 8% en el actual siglo.

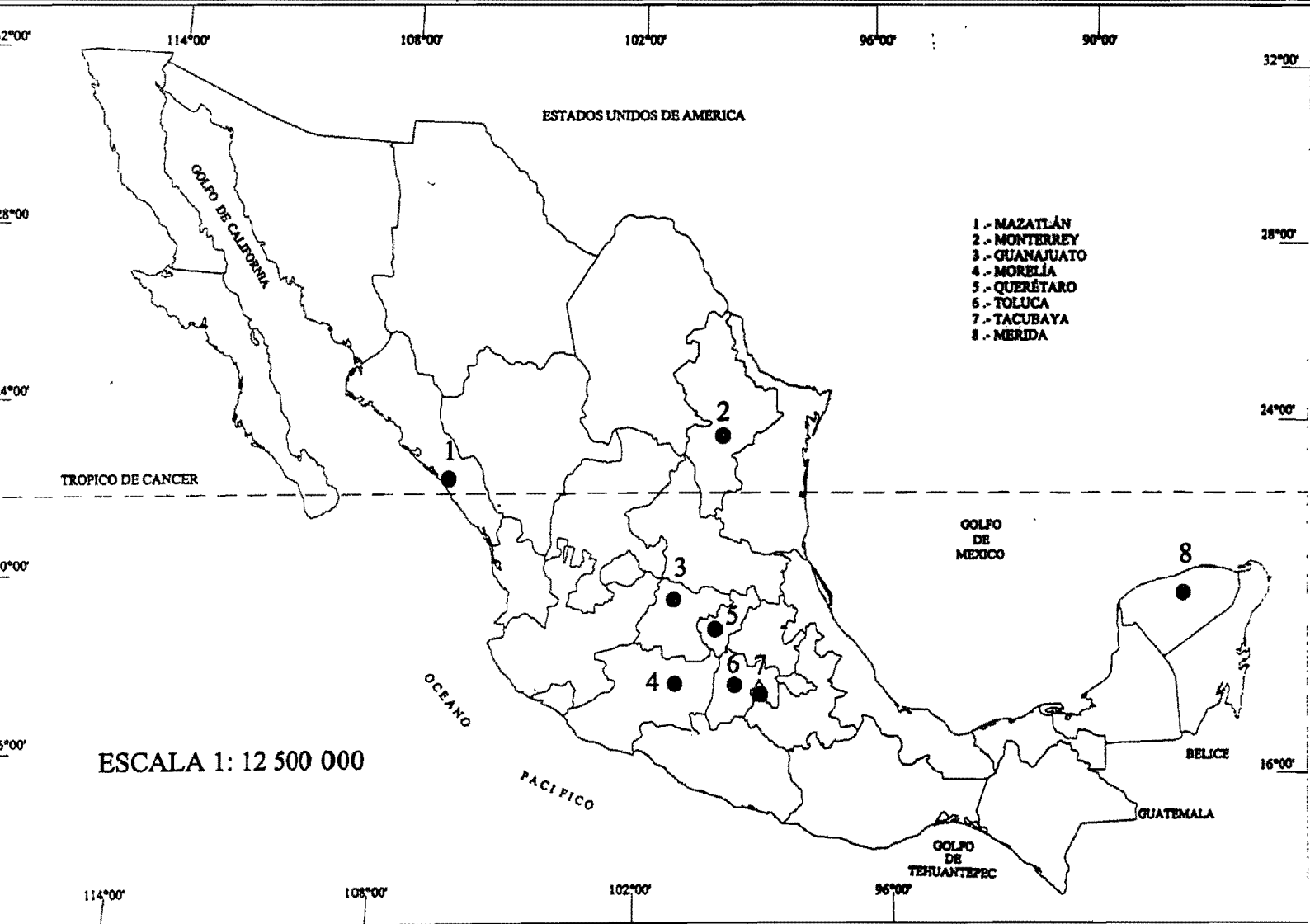
El tercer rango, lo forman los observatorios que reportan incrementos en el promedio de lluvia anual del orden del 10 al 23 % en el presente siglo, con respecto al siglo pasado. En este grupo se ubican las estaciones de: Monterrey (+23%), Morelia (+12%), Querétaro (+10%), Tacubaya (+16%) y Toluca (+14.5%).

Algunos de los incrementos en el promedio de lluvias anuales entre el siglo XIX y XX, se pueden explicar fácilmente, como es el caso de Tacubaya, observatorio que comenzó a funcionar a partir del año de 1884 y las sequías de 1884-1885 y 1892-1896, se reflejan en los datos del promedio del siglo pasado. Si se hubiera contado con una serie de datos anuales más prolongada, es probable que fuera muy semejante a la del presente siglo.

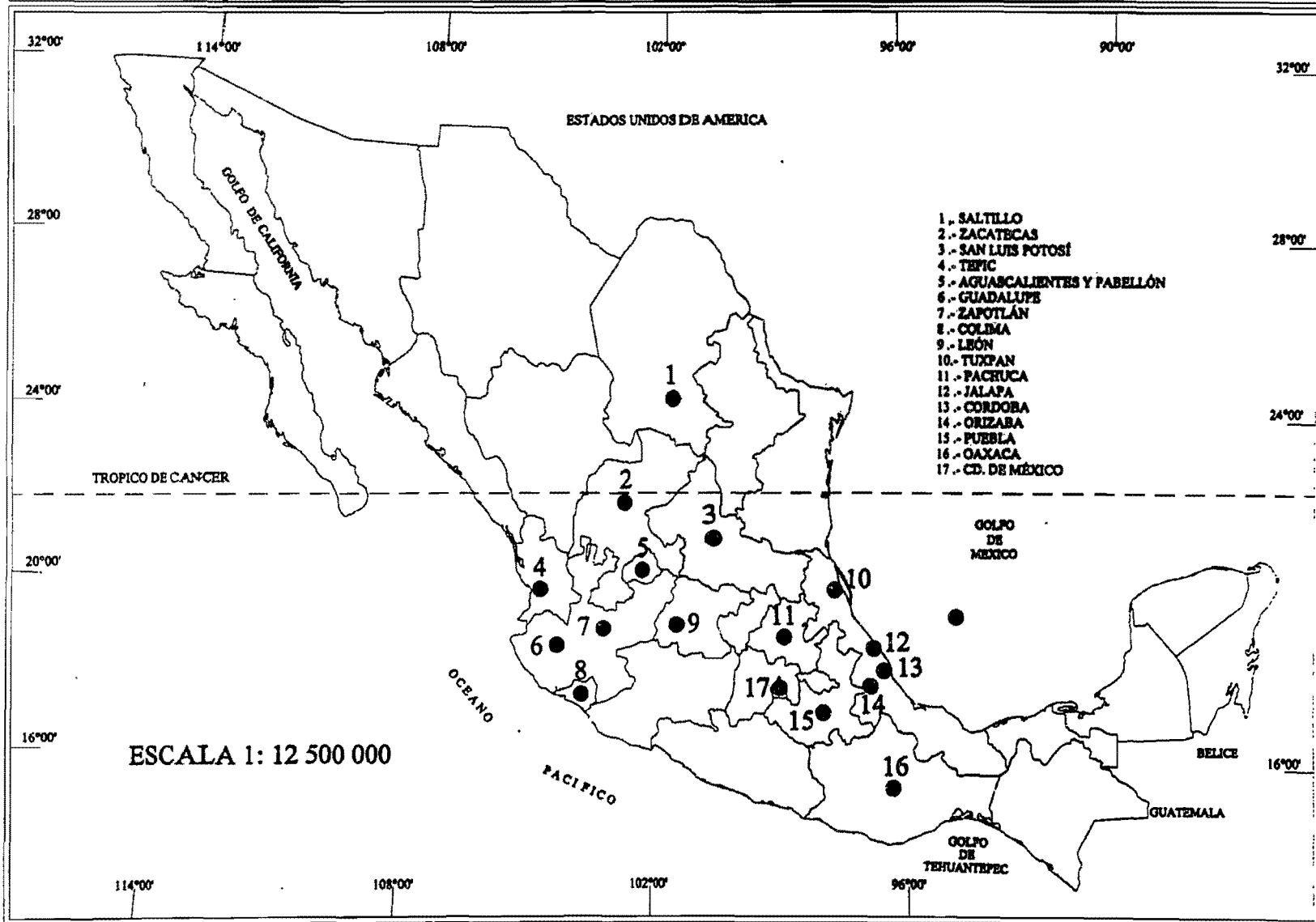
Dentro de los observatorios que presentan decrementos en los promedios de precipitación anual (ver mapa número 14), entre los siglos XIX y XX, se pueden distinguir tres rangos en la disminución de lluvia: alto, medio y bajo.

MAPA N° 13

LOCALIDADES QUE REGISTRAN UN INCREMENTO EN EL PROMEDIO ANUAL DE PRECIPITACIÓN, ENTRE 1877 Y 1985



LOCALIDADES QUE REGISTRAN UN DECREMENTO EN EL PROMEDIO ANUAL DE PRECIPITACIÓN, ENTRE 1877 Y 1985



En el primer grupo se encuentran las estaciones de: Pachuca, Zacatecas y Saltillo, cuyos decrementos en el promedio de precipitación son exagerados y por consiguiente, se encuentran fuera de la realidad; por ejemplo, el observatorio de Pachuca reporta un promedio de precipitación anual de 1383.0 mm para el siglo pasado, en comparación con los 385.4 mm del presente siglo. Por otra parte, los observatorios de Zacatecas y Saltillo, registra; en el primer caso un promedio de 652.0 mm para el siglo XIX, en comparación con los 371.8 mm promedio anual de lluvia del actual siglo y Saltillo, presenta un promedio de 553.3 mm y 309.8 mm, para cada uno estos dos siglos.

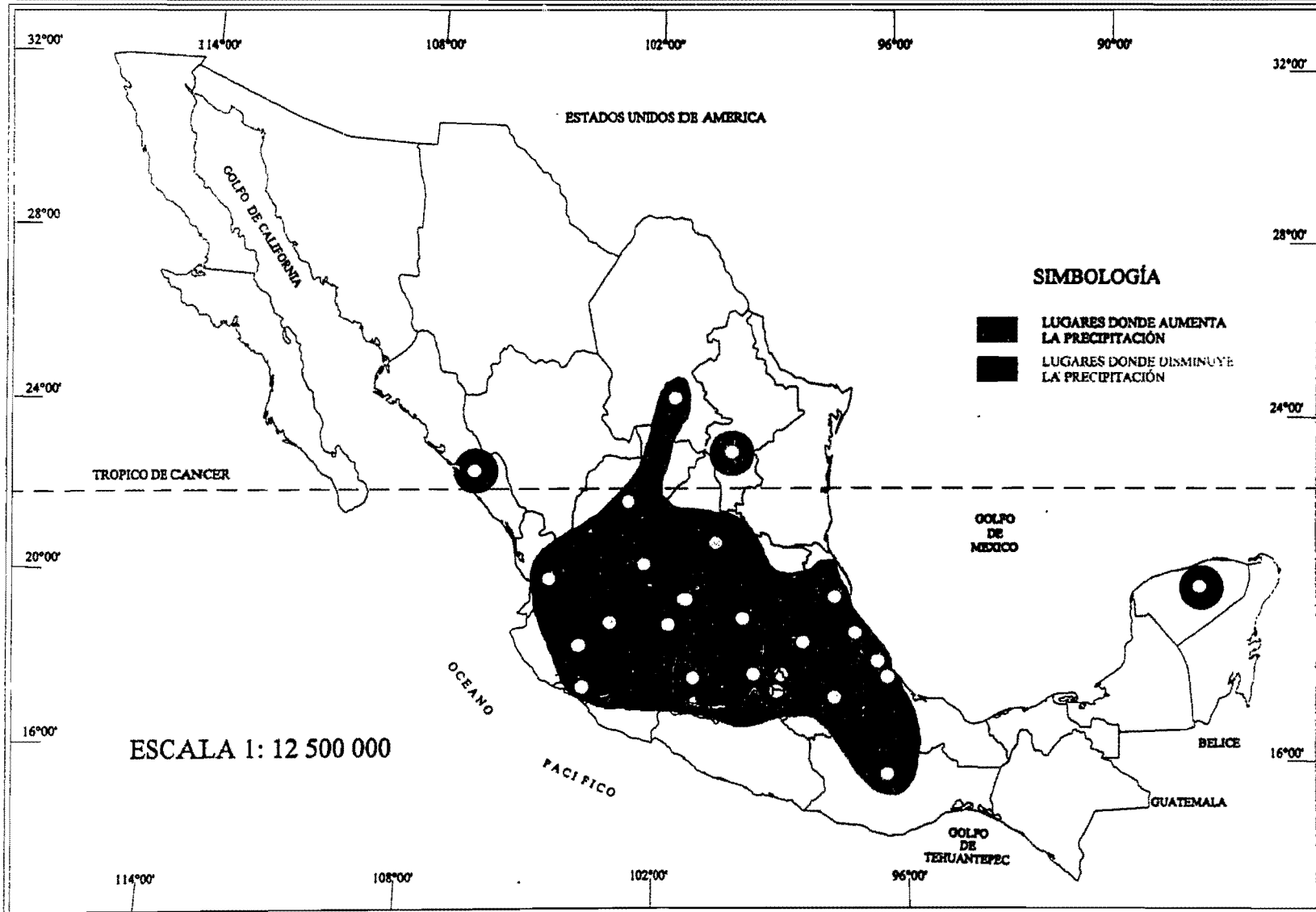
El segundo grupo lo forman los observatorios de: Córdoba, Guadalajara, Orizaba y Zapotlán; regiones que registran decrementos del orden del 16 al 23 por ciento, para el promedio de precipitación anual de los siglos XIX y XX.

El último rango, al que pertenecen el mayor número de estaciones, lo forman los observatorios que registran entre el siglo pasado y el presente, decrementos en los promedios anuales de lluvia del orden del 2 al 9%. Dentro del grupo, se encuentran los observatorios de: Aguascalientes (-7%), Colima (-8%), Jalapa (-2%), León (-2%), Oaxaca (-4%), Pabellón (-8%), Puebla (-6%), San Luis Potosí (-4%), Tepic (-9%), Tuxpan (-8%) y la Ciudad de México (-1%).

En el mapa número 15 se aprecian las regiones con incremento y decrementos en el promedio de precipitación anual entre el siglo pasado y el actual. Dentro del mapa se aprecia dos grandes tendencias. La primera tendencia, se refiere a las zonas que presentan un aumento en la precipitación; en primer termino, aparece la región central del país y comprende los observatorios de Guanajuato, Querétaro, Morelia, Toluca y Tacubaya; como regiones aisladas aparecen Mazatlán, Monterrey y Mérida. La segunda tendencia, corresponde a los lugares que presentan disminución en la precipitación, comprende como ya se ha dicho, la mayor parte de los observatorios considerados en el cuadro tres, espacialmente se extiende desde Saltillo en el norte hasta Oaxaca en el sur, hacia el este y oeste llega a las costas del Golfo de México y el Océano Pacífico, dentro de la zona quedan comprendidos los observatorios de: Saltillo, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Tepic, Zapotlán, Guadalajara, Colima, León, Pachuca, Ciudad de México, Puebla, Tuxpan, Jalapa, Córdoba, Orizaba y Oaxaca. Conviene señalar que el pequeño número de observatorios del siglo XIX, no permite mostrar en el mapa con precisión, lo que ocurre en amplias zonas del norte y sur del país.

Al considerar tanto los observatorios que observan incrementos, como los que registran decrementos del promedio de lluvia anual, se puede decir con toda la reserva del caso que la tendencia de lluvias del país, presenta una disminución de entre 4 y 8% en el promedio de precipitación, con respecto a la del siglo pasado.

MAPA N° 15
COMPORTAMIENTO DE LAS LLUVIAS, SIGLOS XIX Y XX



4.3 El cambio climático global*

La temperatura de la Tierra se ha explicado con base en el efecto invernadero, fenómeno por el cual la energía proveniente del Sol es atrapada en la atmósfera por los gases de efecto invernadero. Estos gases son principalmente el bióxido de carbono, el metano, el vapor de agua y el ozono.

Las concentraciones de estos gases en la atmósfera representan menos del 1% de la composición del aire; aunque en pequeñas cantidades, su importancia es fundamental en el mantenimiento de la temperatura del planeta. Sin ellos, la temperatura superficial sería de alrededor de 30 C° y no podría existir la agricultura tal como se práctica en la actualidad. La temperatura media real es de 15 C°.

Por consiguiente, el aumento de la cantidad del bióxido de carbono y de los demás gases del efecto invernadero, provocarían un calentamiento progresivo de la atmósfera e introduciría modificaciones en el clima mundial.

A partir de la Revolución Industrial surgió la sospecha de que el aumento en la quema de combustibles fósiles podría venir acompañado de un aumento en la temperatura de la Tierra. Esta sospecha se ha venido transformando en certidumbre al final de nuestro siglo, debido a que los registros meteorológicos con que se cuentan desde mediados del siglo XIX, indican que el planeta se ha calentado progresivamente.

Estos estudios sobre el calentamiento global de la Tierra, se han centrado en el análisis de las series históricas de temperatura, modelos computarizados y ecuaciones matemáticas. Todas estas formas de estudio del clima, también pretenden pronosticar la tendencia de la temperatura hasta dentro de 100 años.

Entre los estudios de análisis de series históricas de temperatura podemos mencionar los trabajos de Philip D. Jones y Tom M. L. Wigley (climatólogos de la

*El Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático considera "Cambio climático se refiere a cualquier cambio en el clima en el tiempo, ya sea debido a la variabilidad climática o como resultado de la actividad humana. Esto difiere de lo especificado en la Convención Marco de Cambio Climático, donde el cambio climático sólo se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global, y que es adicional a la variabilidad climática natural observada sobre períodos de tiempo comparables"

Universidad de East Anglia, en Norwich, Inglaterra); otro estudio fue realizado por Thomas R. Karl de la *National Climatic Data Center* de los Estados Unidos. Ambos estudios llegaron a conclusiones muy semejantes sobre el calentamiento progresivo de la Tierra.

Dentro de su estudio Jones y Wigley, consideran que existen varios factores de diversa índole que provocan un análisis sesgado de la información histórica, tales como la relocalización de las estaciones meteorológicas, la falta de confiabilidad en algunos casos, el cambio de instrumentos de medida, el reflejo de condiciones locales como en las ciudades.

Para homogeneizar la información Jones y Wigley recurrieron a comparar los registros de cada estación con los de la estación (es) más cercana (s). Sobre la base de las comparaciones se aceptó información de algunas estaciones ajustando las alteraciones en más o en menos con un factor de corrección del 10%; el resultado fue una base de datos con 1,584 estaciones para el Hemisferio Norte (de 2,666 iniciales) y de 293 para el Hemisferio Sur (de 610 iniciales).

A partir de estos datos se calcularon los promedio regionales y hemisféricos de temperatura. Los resultados inmediatos de Jones y Wigley fueron dos: primero, queda claro que las condiciones atmosféricas varían considerablemente de un año a otro, y segundo se confirmó que la Tierra está experimentando un sobrecalentamiento de medio grado centígrado desde fines del siglo XIX (29).

De acuerdo a los mismos autores es muy posible que el 50% de las alteraciones térmicas se deban a causas humanas y el resto a causas naturales, desde las manchas solares, los cambios en el radio del Sol, erupciones volcánicas, etc., lo cual implica que la atmósfera ha sufrido cambios en su composición química que deben guardar estrecha relación con dichos cambios térmicos (30).

Gran parte del cambio climático de la Tierra, se explica a partir del aumento en las concentraciones de gases de invernadero, debido a que desde la época preindustrial (desde 1750) han llevado a un *forzamiento radiativo* (31) positivo del clima, lo cual se traduce en el calentamiento de la superficie.

(29). Gómez Rojas, Juan Carlos (1991), *El cambio climático global*, México, Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, vol. CLI, p-59-62

(30). *Ibid.* P.64-65

(31) El forzamiento radiativo se define como: la perturbación del balance de energía del sistema Tierra-atmósfera (en watts por metro cuadrado Wm^2).

Por otra parte, las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (NO_2) han aumentado de manera considerable: cerca del 30%, 145% y 15% respectivamente (valores de 1992). Estas tendencias pueden ser atribuidas en gran medida a las actividades humanas, principalmente el uso de combustibles fósiles, el cambio de uso de suelo y la agricultura.

Muchos gases de invernadero permanecen en la atmósfera por largo tiempo (para CO_2 y NO_2 , el lapso es de varias décadas a siglos), de ahí que afecten el forzamiento radiativo en grandes escalas de tiempo.

Las actividades humanas que más inciden en la generación de bióxido de carbono, son la combustión de carburantes fósiles (carbón y petróleo) para producir energía, la quema de vegetación, deforestación y ciertas prácticas industriales y agrícolas, lo cual provoca la emisión de aerosoles troposféricos (partículas microscópicas en el aire)

Si las concentraciones de bióxido de carbono se mantuvieran cercanas a los niveles de 1994, se tendría una tasa constante de aumento en las concentraciones atmosféricas al menos en 200 años, alcanzando cerca de 500 ppmv (acercándose al doble de la concentración de la era preindustrial, de 280 ppmv) para fines del siglo XXI. (32)

Además de la consideración sobre el aumento de los gases de efecto invernadero, es necesario considerar también el papel del océano y la biosfera, para tener al conjunto del mundo viviente. Por tanto, si se quiere prever cuál será la evolución futura de estos gases en la atmósfera, es necesario combinar tres niveles de modelización: económica, bioquímica y climática. Sin embargo, la modelización climática se encuentra todavía en estado experimental, puesto que sólo se han realizado experiencias de simulación. Esto es comprensible si se admite que los modelos meteorológicos, ya complicados de por sí, resultan simples en comparación con los modelos climáticos, puesto que modelan un único componente del sistema climático: la atmósfera (los geofísicos consideran necesarios incluir otros factores como la actividad solar).

(32). Organización Meteorológica Mundial, (1996), Reunión Plenaria del Panel Internacional sobre Cambio Climático (PICC), México. p 3-4

Otro problema, ha sido la falta de acuerdos entre los científicos que trabajan sobre el calentamiento del planeta. Con la finalidad de avanzar en la integración de los estudios sobre los gases de efecto invernadero, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon en 1988 un Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC en inglés) con el fin de considerar sobre bases científicas la posible evolución del clima en relación con el efecto invernadero, evaluar el impacto del cambio climático y proponer estrategias para gestionar este cambio. Para ello, a partir de datos económicos y demográficos, el IPCC ha propuesto cuatro teorías de evolución de los gases invernadero en función del desarrollo de los distintos tipos de energía utilizados en los países del mundo y del grado de reglamentación impuesto para controlar la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera en cada uno de ellos.

La teoría más pesimista, basada en la continuación de las actividades humanas al mismo ritmo que en la actualidad, prevé que los gases de invernadero (expresados en equivalentes del CO₂) se habrán duplicado en el año 2,030, y que este aumento continuará progresivamente.

La segunda teoría presupone un mejor uso de la energía y contempla que esta cantidad se llegará "solamente" en el año 2,060.

Las dos últimas teorías implican políticas más o menos rápidas de control de las emisiones y desembocan en una estabilización de las concentraciones atmosféricas de estos gases en un valor próximo al doble del actual a partir de 2,090 en un caso, y de un valor inferior (450 ppmv) en el otro. (33). A partir de estas teorías han surgido las siguientes hipótesis:

-De proseguir las actividades humanas al ritmo actual, puede esperarse un aumento de la temperatura de 0.3 C° por década, o sea, aproximadamente 1 C° de más en el año 2,025 y 3 C° antes de fines del próximo siglo.

-Si se adopta la política más rigurosa de control de las emisiones de gases considerada en las teorías del IPCC, el aumento de la temperatura podría limitarse a 0.1 C° por década. Sin embargo, existirían grandes diferencias regionales.

(33). Voituriez, Bruno (1994), *La atmósfera y el clima*, Barcelona, RBA Editores. P. 115-116

-La disminución de la masa de los glaciares por aumento de temperatura, provocarían que el nivel del mar subiera alrededor de 6 cm por década, es decir, 20 cm para el año 2,030 y 65 cm hacia finales del próximo siglo. (34)

-El perfil de las precipitaciones cambiaría, posiblemente con mayor precipitación de invierno en las altitudes mayores, lluvias más intensas en las zonas tropicales húmedas y un descenso de la precipitación de verano en las latitudes medias. La modificación de los promedios a largo plazo conduciría a mayor frecuencia e intensidad de condiciones meteorológicas extremas y a la probabilidad de periodos secos y de lluvias más prolongadas e intensas.

-Cambios inciertos en la duración y la intensidad de la cobertura nubosa, con efectos sobre el equilibrio de la radiación y sobre la fotosíntesis. (35)

Aunque se han dedicado grandes esfuerzos para reconstruir escenarios acerca del cambio climático, los estudios acerca de las repercusiones que éste tiene en la sociedad se encuentran apenas en sus primeras etapas. Pese a que no se puede predecir con exactitud el cambio que experimentará el clima en el futuro, sí se cuenta, irónicamente, con muchos datos acerca del efecto que dicho cambio podría causar en la economía.

Sobre lo anterior, resulta útil considerar algunas observaciones generales acerca de la relación entre clima y las sociedades humanas. Por principio de cuentas, debe señalarse que las sociedades humanas se desarrollan en una amplia variedad de zonas climáticas. Hoy en día, la gente vive prácticamente desde los trópicos hasta el Artico, con una tolerancia que va de -60 C° a 55 C° . Las variables climáticas como la temperatura o la humedad tienen poco efecto sobre el valor neto de la actividad económica en los países avanzados (debido en parte a cambios tecnológicos como el aire acondicionado). Hoy en día, en lo que respecta a la mayor parte de la actividad económica, variables como salarios, capacidades de la fuerza de trabajo, sindicalización y factores políticos están por encima de las consideraciones climáticas.

(34). *Ibid.* p. 117-119

(35) Gómez Rojas, Juan Carlos *op. cit.* p 75

Al mismo tiempo, aunque la mayoría de los científicos se interesan fundamentalmente en la temperatura de la superficie globalmente promediada, esta variable no resulta la más importante cuando se trata de evaluar los efectos. Variables como la precipitación o los niveles del agua y los extremos de sequías o congelamientos probablemente sean más importantes, los estudios de lluvia en México que datan desde el siglo XIX, así lo demuestran.

Sin embargo, la visión que se tiene del cambio climático, no se percibe de igual manera en los diferentes partes del mundo. Los países en vías de desarrollo, por ejemplo, son los que pueden resultar más vulnerables al calentamiento de invernadero, en comparación con las naciones avanzadas, sobre todo los países pobres ubicados en el límite de situación precaria de subsistencia.

Casi todos los observadores convienen en que lo que se desconoce acerca del cambio en el clima resulta asimétrico; es probable que cada vez seamos más reacios a aceptar el cambio de clima a medida que el tiempo se alargue. Subir de un calentamiento de 2 C° a 4 C° es mucho más alarmante que de 0 C° a 2 C°. Cuanto mayor sea el calentamiento, más nos alejamos de nuestro clima actual y más considerable resulta la posibilidad de que ocurran fenómenos imprevistos. Además, los acontecimientos extremos (sequías, huracanes, ondas cálidas y gélidas, desbordamiento de los ríos y congelamiento de los lagos), son los que causan las pérdidas económicas mayores. (36)

Sobre los posibles efectos económicos que tendría el cambio climático en el planeta, un informe de la FAO señala los siguientes efectos:



-El aumento de temperatura permitiría obtener un rendimiento mayor, siempre que no haya otros factores limitantes. Por otro lado, la elevación de las concentraciones de bióxido de carbono también darán lugar a un rendimiento mayor, mediante el estímulo de la fotosíntesis y una mayor eficiencia en la utilización del agua, y éste puede ser el efecto positivo. Sin embargo, la cuestión fundamental será la velocidad del cambio de la temperatura y de la precipitación; si el cambio es lento, la agricultura de la mayoría de las zonas debería poder adaptarse con suficiente rapidez para

(36). Dornbusch, Rudiger y Poterba, James (1994), *El calentamiento de la Tierra*, México, CONACYT, p. 56

reducir al mínimo los efectos . A nivel espacial, algunas regiones del hemisferio norte se podrían convertir en nuevas tierras agrícolas, aunque esa tierra pueda ser menos fértil e idónea para la labranza que la tierra perdida más al sur, debido a las condiciones más secas. Mundialmente no se prevén variaciones significativas en la superficie total dedicada al trigo y otros cultivos alimentarios importantes de clima templado (papa blanca, remolacha azucarera).

-La mayoría de las predicciones de los efectos del cambio climático global en los recursos forestales se basan en resultados de modelos de climas relativamente crudos. Uno de los posibles efectos puede ser el desplazamiento de las zonas naturales de las especies arbóreas y tipos de bosques hacia latitudes polares. (38)

-En general existe el pronóstico de que Africa septentrional, Europa meridional y la parte septentrional de América central podrán verse afectadas por una tendencia acentuada hacia unas condiciones más secas. (37)

-Con respecto a la ganadería, se tiene que el panorama para las zonas templadas en general se consideran positivas, debido a que aumentaría la disponibilidad y la productividad de los pastos de invierno, No obstante, podría haber efectos negativos en las zonas donde el cambio climático previsto entraña una reducción de la precipitación o una mayor evapotranspiración.

-En lo que se refiere a la pesca, las zonas de alta productividad podrían desplazarse hacia los polos. La pesca continental y la acuicultura pueden verse afectadas por la sequía y las inundaciones de manera análoga a los recursos de la tierra. La inundación de las zonas costeras debido a la elevación del nivel del mar tendría efectos inmediatos, sobre todo en países asiáticos como Bangladesh, la India, Malasia y Tailandia, que cuentan con la mayor parte de la producción acuícola de agua marina salobre del mundo (38).

(37). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (1991), *Los cambios climáticos y las actividades agrícolas, forestales y pesqueras*, México, Geografía y Desarrollo, núm. 6, p. 68-69

(38). *Ibid.* p. 69-70

A pesar que se han construido escenarios sobre el calentamiento global del planeta en el futuro, los científicos de todo el mundo, consideran que en los próximos diez o veinte años, es necesario hacer un mayor hincapié en la obtención de datos climáticos atmosféricos, oceánicos, terrestres y espaciales que sean sistemáticos y más exactos. Debido a que se trata de un aspecto fundamental para poder detectar los cambios climáticos cuanto antes, y poder evaluar racionalmente los posibles efectos del cambio climático en los ecosistemas y en los sistemas socioeconómicos y, al mismo tiempo su vulnerabilidad. A ese respecto la Organización Meteorológica Mundial (OMM) creó el proyecto sobre Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC), para servir a los responsables de políticas y a círculos de usuarios encargados de la investigación climática. (39)

Por otra parte, el segundo reporte del PICC contiene las siguientes consideraciones (40):

-La evaluación de las proyecciones regionales del cambio climático debería intensificarse más aún. Esas proyecciones tienen gran demanda para evaluar el impacto a nivel regional y subregional y por consiguiente para la elaboración de políticas nacionales.

-La cuantificación de la vulnerabilidad de las regiones al cambio climático debería perfeccionarse. Esta información es valiosa para los países en desarrollo y para los países con economías en transición, especialmente con respecto a la disponibilidad de agua dulce, la seguridad alimentaria, la salud y el desarrollo económico sostenible.

-La evaluación de las técnicas actuales y futuras para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las posibilidades que tienen los países en desarrollo y los países con economías en transición de acceder a esas técnicas deberían recibir una atención prioritaria.

-Deberían estimarse con mayor precisión los costos de los daños y los beneficios del cambio climático.

(39). PICC, (1995), *Second assessment. A report of the intergovernmental panel on climate change*, p.1

(40). *Ibid.* p 45-56

4.4 Impacto económico y social del cambio climático en México

Al considerar el caso de México dentro del cambio climático global, sobresalen como los factores de mayor riesgo la sequía y las inundaciones, si bien es cierto que estos dos fenómenos no son los únicos elementos que pueden afectar el territorio nacional, históricamente son los que han causado mayor daño al bienestar de la población. En el capítulo III, se mencionaron algunos de los daños económicos que causaron estos fenómenos durante el siglo XIX. Sin embargo, se van a retomar algunos de los aspectos ya mencionados.

Debido a que más de la mitad del territorio de la República Mexicana esta constituida por zonas áridas (incluyendo las semiáridas y muy áridas), existe una gran afectación por los eventos de sequía. Particularmente, en el noroeste del país. Aunado a la sequía, la erosión hídrica y alta se presenta en alrededor del 29.5% de la superficie total del país. De hecho, en el 66% del país se presenta un grado de erosión entre moderado a severo.

Como evento de desastre la sequía, siempre ha estado presente en la historia económica de México, de ahí la importancia de estudiar el clima pasado y tratar de proyectar estos resultados hacia el futuro. Hasta el momento, los registros meteorológicos del siglo XIX que se estudiaron en el capítulo II, permiten señalar que la temperatura en el país se ha incrementado en aproximadamente 0.2 C° durante el periodo de 1877-1985, incremento que se encuentra por debajo del promedio que establecen diversos científicos de 0.3 a 0.6 C° para el mundo entre 1880 y 1980. Con respecto a la precipitación, los promedios de precipitación anual incluidos dentro de esta investigación, parecen establecer que entre 1877 y 1985, ésta ha disminuido en un rango del 4 al 8%. Esta tendencia en el clima sólo se pueden documentar en gran medida para el centro del país. La falta de series meteorológicas del siglo pasado para los estados del norte, no permite saber la magnitud del cambio climático en la zona.

Por otra parte, Florescano demuestra que los estudios consagrados a la historia de los precios del maíz y el trigo y los dedicados a otros cultivos y el ganado, muestran que los cambios de clima afectaron decisivamente la producción agropecuario. Además, este autor, señala que el malestar causado por la sequía o el hambre originaba tensiones sociales y producía disturbios y agitaciones políticas, los cuales se presentaron en los años anteriores a la rebelión de Hidalgo, en 1810. Un siglo más tarde, las malas cosechas acompañaron las agitaciones sociales que precedieron a la revolución de 1910. (41)

(41). Florescano, Enrique, *op. cit.* p. 25

A pesar de la importante conclusión de Florescano que liga las sequías con las crisis agrícolas y estas a su vez con acontecimientos políticos, es necesario, sin embargo, contar con un mayor número de estudios regionales sobre los precios agrícolas, los resultados de las cosechas y las crisis de subsistencia, para poder proyectar el verdadero papel que ha jugado el clima dentro de nuestra historia.

La falta de estudios sobre la sequía se debe en gran parte a que en las primeras décadas de este siglo, el movimiento de *Revolución* y la reconstrucción política del país, dejó en el olvido los estudios climatológicos del siglo pasado.

Posteriormente, el desarrollo económico del país a partir de 1940 y la llamada "revolución verde" en los inicios de los años sesenta, hicieron pensar que los problemas que ocasionaba la sequía se podrían resolver con una mayor tecnificación del campo y la expansión de los distritos de riego. Sin embargo, los acontecimientos climatológicos recientes y la teoría del calentamiento global del planeta, han arrojado nuevas sombras al optimismo anterior. No obstante, Dornbusch, considera que para el año 2050 la participación de la agricultura en el PIB de México, representara menos del 5%, lo cual coloca a la nación en un escenario mucho mejor que China, la India, Nigeria y Brasil, entre otros países (42), lo cual demostraría que la vulnerabilidad climática disminuiría con el transcurso del tiempo y se reduciría más aún a medida que cambie el clima.

A pesar de la conclusión anterior, la disminución de la cantidad de lluvia anual que recibe el país, siempre se ha observado como una gran calamidad, por ejemplo, un balance de la Comisión Nacional del Agua (CNA) publicado en diciembre de 1995, indica que México pierde 61% del agua que podría ser aprovechable, ya que sólo 39% es utilizado adecuadamente. Dicho organismo afirma que nuestro país ocupa el séptimo lugar en infraestructura mundial de riego, pero enfrenta problemas con la captación de agua pluvial (43).

Por otra parte, diversos científicos del país consideran que la sequía es un fenómeno cíclico, recurrente e impredecible que afecta de diferentes formas al 85% del territorio mexicano sin importar cuál sea el clima de sus diversas áreas. El doctor Ernesto Jáuregui hipotéticamente considera que hay una relación estrecha entre la presencia del "Niño" y las sequías en algunas partes del territorio mexicano. El doctor Angel Bassols considera que el cambio climático es otra explicación parcial del incremento de la sequía en las zonas áridas del país (47).

(42). Dornbusch, *op. cit.* p. 42

(43). *Gaceta de la Universidad Nacional Autónoma de México*, México 23 de septiembre de 1996, p. 10

(44) *Ibid.* p 11

Dentro de la dinámica poblacional, es importante considerar que México hace más de 120 años, contaba con menos de diez millones de habitantes, que contrasta con los 91 millones de 1995; pero además, la actividad industrial y el consumo de energía era de dimensiones sumamente modestas comparada con las actuales. Por esa razón, las actividades económicas no representaron un impacto importante en el clima general del país en el siglo pasado.

También es conveniente señalar, que en las últimas cuatro décadas de este siglo, la nación entra en una dinámica creciente desde el punto de vista económico y poblacional. En un estudio de Sathaye y Ketoff (1991) encontraron que México, en 1987, era el tercer generador de emisiones de carbón por producción y uso de energía en el mundo en desarrollo, después de la India y China. Entre 1987 y 1991 la producción de energía primaria creció en 4% y la contribución de los combustibles fósiles se mantuvo alrededor del 2% (SEMIP, 1992), lo que sugiere que la emisión de carbono a la atmósfera ha ido en aumento.

Para conocer el impacto que se tendrá sobre el clima del país, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca ha construido diversos escenarios climáticos y de emisiones socioeconómicas. Los escenarios climáticos consideran líneas de desertificación, sequía y agricultura. El periodo utilizado fue de 1950 a 1980 y las variables básicas empleadas fueron temperatura (media, máxima, mínima), precipitación y radiación. Las líneas de vulnerabilidad de ese estudio desarrollaron dos tipos de escenarios de cambio climático: mediante incrementos arbitrarios en las variables climáticas y empleando los cambios proyectados ante una duplicación de bióxido de carbono por dos modelos de Circulación General. En el segundo caso, se interpolaron los incrementos propuestos a las regiones o localidades de interés.

Para la elaboración de los escenarios de consumo de energía a futuro, así como para la cuantificación de las emisiones a la atmósfera, se han desarrollado diferentes modelos entre los que se cuenta el STAIR. El modelo cuyo nombre está formado por cinco sectores consumidores de energía: Servicios, Transporte, Agropecuario, Industrial y Residencial, es básicamente un marco contable basado en la metodología para usos finales y que permite el estudio de alternativas de estimación de los impactos que tendrán diferentes políticas energéticas, tanto en el uso de energía, como de emisiones de gases de invernadero.

En cuanto a los escenarios de desarrollo económico y social, se elaboraron tres escenarios diferentes para el periodo de 1990 a 2025. Se consideró que el Producto Interno Bruto (PIB), crece a una tasa promedio anual del 4% y que la población lo hace a una tasa anual promedio de 1.8%, permaneciendo estables la

estructura del consumo de energía por sector, así como los factores de emisión. Estos estudios plantean los siguientes escenarios:

En el escenario A, se describe a una sociedad que derrocha sus recursos naturales, en particular los energéticos, que corresponde a tendencia actual del país. En el año 2025 se alcanzaría un consumo anual por habitante equivalente al consumo de Estados Unidos en 1982.

En el escenario B, se describe una sociedad que pretende conservar sus recursos que corresponde a las intenciones de política energética actual. En el año de 2025 se alcanzaría un consumo anual por habitante semejante al consumo de Alemania en 1982.

En el escenario C, se describe una sociedad que ha alcanzado un desarrollo sostenido que requiere cambios en la estructura social e industrial, y una particular atención al medio ambiente. En el año 2025 se alcanzaría un consumo anual por habitante ligeramente inferior al consumo de Japón en 1982. (44)

Estos tres diferentes escenarios plantean las siguientes resultados:

-La sequía meteorológica se ha determinado con base a la severidad de ésta en función del déficit de precipitación (en %), respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y de su duración en una región dada. En los escenarios base, se observa que el 48.21% del país resulta muy vulnerable al cambio climático considerando los procesos de desertificación y de sequía meteorológica. Este efecto es más notorio en el Norte de México y en las regiones más densamente pobladas.

-Tomando en cuenta la clasificación de las zonas de vida de Holdrige, el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1988), y la evaluación de Rzedowski (1992) de la vegetación de México. Se determinó que los ecosistemas forestales pertenecientes a clima templado resultan ser los más vulnerables (45).

(44). PICC, *op. cit.* p. 8-9

(45). *Ibid.* p. 10

-Para calcular la vulnerabilidad del país desde el punto de vista hidrológico, se empleó un modelo de balance térmico hidrológico que, en términos de la temperatura, la precipitación, la radiación, la humedad del suelo y la evapotranspiración, evalúa los escurrimientos y la disponibilidad y reserva de los recursos hídricos. Se encontró que el centro del país y la cuenca del Lerma-Chapala-Santiago resultan las más vulnerables (46).

-Para el estudio del impacto en las zonas costeras, se emplearon fotografías aéreas de 50 años a la fecha, además se utilizaron 115 cartas topográficas digitalizadas. Para la determinación de las zonas más vulnerables se supuso incrementos arbitrarios del nivel del mar de 0.5 m por década, hasta los 2 m de elevación. Dentro de los resultados más importantes, se encuentra que las costas del estado de Tabasco serán más vulnerables, pudiendo llegar la invasión del mar de 40 a 50 kilómetros tierra adentro. (47)

¿Pero cuales pueden ser las consecuencias reales para el país, en el futuro?, al respecto la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), estima que el cultivo de maíz de temporal es altamente vulnerable a un cambio climático. Con respecto a la población, la SEMARNAP, considera que la vulnerabilidad mayor se presenta para el Centro del país, la mayor morbilidad se presentó en algunos estados de la porción sur de las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico, las cuales coinciden con zonas tropicales húmedas y semisecas. También en la zona Centro se proyecta una alta morbilidad. Finalmente con referencia a la industria y la energía, algunos resultados muestran a la región Centro del país con una vulnerabilidad del sector energético entre muy alta y alta. También sobresalen la vulnerabilidad de las plataformas petroleras en la costa del Golfo de México, como resultado de un posible aumento en el nivel del mar. (48)

Después de conocer el panorama general en que diversos científicos nacionales y extranjeros vislumbran el posible impacto del cambio global en México, es necesario volver hacer hincapié que estos estudios solo se basan en datos de solo unas cuantas décadas, no consideran los testimonios históricos y tampoco consideran la reconstrucción de la historia del clima del país durante los últimos tres siglos, periodo necesario para tener una visión más allá del corto plazo, lo cual es necesario para poder diferenciar cuales cambios del estado del tiempo se deben al hombre y cuales no.

(46). *Ibid.* p. 10

(47). *Ibid.* p. 11

(48). *Ibid.* p. 11-12

Finalmente, es necesario decir que Independientemente de cuales sean los escenarios climáticos del país en el futuro, históricamente la población campesina es la que ha sufrido más las condiciones de marginación social, las sequías sólo son parte de los problemas que tienen que enfrentar constantemente. Últimamente, las grandes inundaciones como consecuencia de los ciclones, representan un factor de alto riesgo para muchas poblaciones erróneamente localizadas en lechos de ríos considerados antaño como secos (Tijuana, Monterrey, Acapulco, etc.), suelos arenosos o susceptibles de ser inundados (Ciudad de México), gran parte de esta población la forman la emigración de campesinos que buscan mejores condiciones de vida. Estas son solo algunas de las muchas razones, por las cuales es necesario, antes de plantear escenarios futuros, retroceder en el tiempo y recoger las lecciones de ese pasado.

CONCLUSIONES

Dentro del proceso de investigación se pudo rescatar, valorar y analizar datos meteorológicos, de archivo y hemerográficos, no estudiados hasta el momento, con la finalidad de resaltar la importancia que tiene este tipo de información, para saber la manera en que el clima se ha percibido en nuestro país, el papel que ha desempeñado la instalación de los primeros observatorios meteorológicos; así como la interés que representa este tipo de estudios dentro del cambio climático que puede experimentar el planeta.

Actualmente, si uno desea consultar la información meteorológica del siglo pasado, se encuentra como primer obstáculo, con el hecho de que el Servicio Meteorológico Nacional no cuenta con una base de datos completa, ya que la información disponible más antigua data de 1921. Esta situación a simple vista, podría indicar que no existen datos para el siglo pasado. Sin embargo, la revisión de algunas publicaciones periódicas del siglo XIX, permiten observar que hay una gran cantidad de datos meteorológicos y climatológicos que -salvo casos muy excepcionales- han sido ignorados por los científicos nacionales, debido casi siempre al desconocimiento de su existencia, ya que se parte de la falsa idea de que el Servicio Meteorológico contiene toda la información disponible.

La situación anterior, me llevó a plantearme la hipótesis que la recopilación, sistematización y análisis de datos meteorológicos del siglo pasado, sería una contribución importante sobre la historia del clima en el país. Después de concluida la investigación, considero que el presente trabajo cubre un hueco importante de información, sobre el tema de la historia del clima en el país.

Como primer punto de la investigación, se contemplo el estudio del contexto histórico en que surgen los estudios sobre los fenómenos del estado del tiempo. Por otro lado, debido a la importancia que reviste conocer los instrumentos, formas de medición y horarios empleados en los registros meteorológicos, se consideró oportuno incluir un capítulo sobre la historia de la meteorología y climatología en México, esta tarea permite decir que las actuales observaciones que se realizan en el país, son muy parecidas a las que se realizaron en los últimos años del siglo XIX.

Por otra parte, el siglo pasado marca el parteaguas de los actuales estudios meteorológicos y climatológicos que se llevan a cabo en el país. Sin embargo, conviene aclarar que sí bien es cierto que las primeras mediciones de los fenómenos del estado del tiempo se realizan desde el siglo XVIII, la verdad es

que la madurez de estas dos disciplinas, sólo se puede explicar a partir de los acontecimientos históricos del siglo XIX.

Tradicionalmente se ha considerado a Antonio Alzate, como el iniciador de los estudios meteorológicos en México, esta idea es tomada de un Trabajo de Mariano Bárcena (primer director del Observatorio Meteorológico Central) publicado en los Anales del Ministerio de Fomento en 1877. Posteriormente, los pocos estudios que hay sobre la historia de la meteorología, recogen el dato sin citar la fuente. La presente investigación, pudo constatar que esta idea es falsa, debido a que contemporáneos a Alzate, lo fueron José Ignacio Bartolache y Antonio León y Gama, quienes realizaron aportaciones tan valiosas como las de Alzate.

En lo que se refiere al desarrollo científico de la meteorología y climatología durante el siglo XIX, la investigación permitió diferenciar tres diferentes etapas: la de los *precursores*, el establecimiento de *los primeros observatorios* y la *institucionalización* de estas dos ciencias.

La etapa de los precursores, abarca los primeros 40 años del siglo pasado. En dicho periodo un pequeño grupo de observadores nacionales y extranjeros, realizan un registro sistemáticos de los fenómenos atmosféricos. Esta actividad fue secundaria dentro de su trabajo, desafortunadamente, los datos de las observaciones se perdieron con el tiempo y solamente se conocen por referencias bibliográficas.

La segunda etapa comprende los años de 1840 a 1876; durante este periodo los conocimientos meteorológicos se vinculan a la enseñanza de la Física. La medición diaria del estado del tiempo, obliga a que diversos colegios de la capital y de provincia establezcan observatorios de forma permanente. Hacia la década de los años setenta de ese siglo, la comunicación que realizan estos observatorios entre si, constituye el embrión de la futura red meteorológica nacional. Los registros de algunos de estos observatorios, se conocen porque fueron publicados en el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. También, es importante mencionar que durante esta época se dan los primeros intentos de reglamentar los horarios de observación.

La fundación del Observatorio Meteorológico Central el día 6 de marzo de 1877, marca el inicio de la institucionalización de los estudios meteorológicos en México, dicho proceso se caracteriza por la intervención que tiene el gobierno dentro del impulso a esta ciencia. El apoyo que otorga el Estado al instalar el primer Observatorio Central, se debe a la idea de que los estudios sobre los fenómenos atmosféricos, podían tener una utilidad practica para resolver los problemas del campo. Este hecho se refleja en el establecimiento de locales y personal dedicado exclusivamente al estudio de la meteorología en principio, y

casi al mismo tiempo a la climatología. Sobre este punto, es importante señalar que con la fundación del Observatorio Central, no existe una clara separación entre lo que deben ser los estudios meteorológicos, con respecto a los climatológicos.

Otro acontecimiento importante que ocurre con la fundación del Observatorio Central, fue el establecimiento de horarios uniformes para la observación de las estaciones de provincia, además de la incorporación del telégrafo como medio más adecuado de transmitir la información sobre el estado del tiempo de las diferentes regiones del país.

En sus inicios, los trabajos del Observatorio Central dependen de los recursos económicos de la Primera Comisión Geográfica Exploradora del Territorio Nacional, debido a que el estudio climatológico del país le estaba encomendado a esta Comisión, y por lo tanto necesitaba de un plantel que sirviera de centro a esa clase de investigación. Sin embargo, en 1880 al Observatorio se le asignó una partida especial del presupuesto Federal para su propio sostenimiento. Esta situación se debe a la importancia que revistió para el grupo en el poder (los *Científicos*), quienes percibían en los estudios meteorológicos una solución a los múltiples problemas del agro; por ese motivo, al finalizar el siglo XIX, aparecen publicaciones como: el *Boletín Mensual del Observatorio Central*, *La Naturaleza*, *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*, *Boletín de Agricultura y Minería*, publicaciones todas ellas que recogen los primeros estudios climatológicos del país.

En un principio, se creía que estudiando dos años las condiciones atmosféricas de una zona, se podría llegar a determinar el clima del lugar. No obstante, a medida que avanzan las investigaciones atmosféricas, los científicos de la época se dan cuenta que necesitan del acopio de datos para poder avanzar en el conocimiento del clima. Una prueba de ello, lo constituyen las más de 50 obras publicadas en las dos últimas décadas del siglo XIX, a las que habría que agregar una cantidad todavía mayor de artículos y traducciones extranjeras sobre el tema. Este trabajo no impresionaría actualmente a nadie, pero si consideramos que en su mayor parte los trabajos se deben a un reducido número de personas, casi siempre los estudios fueron realizados por el personal del Observatorio Central, con este hecho nos podemos dar cuenta del esfuerzo realizado por esa pequeña comunidad científica.

Otra prueba del enorme trabajo realizado por el Observatorio Central, lo constituye la correspondencia con más de 200 observatorios del extranjero. Sin embargo, esta labor no se refleja en los libros de Historia de la Meteorología Mundial, por ejemplo, el libro publicado por la Organización Meteorológica Mundial intitulado "*Cien años de cooperación internacional en Meteorología (1873-1973)*", no contiene ninguna referencia a la labor desarrollada por el país, esto a pesar de que cuando se establece la red internacional en 1880, formads

inicialmente por 23 países, México se integra con una red de estaciones mejor consolidada que la de algunos países europeos. El olvido de los progresos alcanzados por la meteorología en el pasado, se debe en gran parte a que los propios encargados del Servicio Meteorológico Nacional desconocen estos antecedentes históricos.

La sistematización en los registros meteorológicos del país, en las últimas dos décadas del siglo XIX, permitió el desarrollo de una climatología aplicada, la cual se liga a tres aspectos principales: el primero, se refiere a la correlación de los registros meteorológicos con el calendario de crecimiento de la flora del país; en segundo término, se trata de establecer la vinculación de las condiciones atmosféricas, con la frecuencia de determinadas enfermedades; el tercer aspecto, pretendía conocer las condiciones óptimas para el inicio de siembra de los cultivos.

La profesión a la que pertenecían los observadores del siglo pasado, fue de muy diversa índole, pero una gran parte de ellos poseían algún título; por ese motivo, no es raro saber que se trata de maestros, médicos, ingeniero o sacerdotes. Sin embargo, de todas estas profesiones destaca la labor de los egresados del Colegio de Minería. En particular, la de algunos ingenieros geógrafos, lo cual permite decir que los antecedentes históricos de la climatología en nuestro país, se encuentra desde el siglo pasado ligados a la geografía física.

También, es importante mencionar que la mayor parte de los primeros observadores, desarrollaron el trabajo de registro de las variables meteorológicas con gran dedicación, muchas veces sin recibir salario alguno. Todos estos hombres de ciencia estaban convencidos de que el conocimiento del clima, contribuiría a resolver en gran medida los problemas del agro mexicano

Dentro de la red meteorológica del porfiriato, se conjugaron los esfuerzos del gobierno Federal, estatal, los particulares y la iglesia. Los observatorios operados por la iglesia se localizaban principalmente en: Puebla, Zapotlán (Ciudad Guzmán) y Guadalajara.

Al finalizar el siglo XIX, la red meteorológica del país llegó a contar con más de 73 observatorios, pero de estos sólo 32 (ver capítulo II) funcionaron de forma regular por espacio de más de cinco años. Los datos que actualmente se conservan se refieren principalmente a estos últimos observatorios.

En la primera mitad del siglo pasado, no es posible realizar un estudio exacto de la tendencia de la temperatura en el país, debido al reducido número de datos que se conservan.

En comparación con la temperatura, la información sobre el promedio de precipitación anual en diferentes partes de la República Mexicana, resulta ser más abundante; para su estudio, se consideró conveniente dividirla en dos épocas. Por una parte, se tienen los registros que se tomaron antes del año de 1877, y por otro lado, se tiene una mayor información a partir de la fundación del Observatorio Central en ese año.

Dentro de la información de la precipitación del primer periodo, se tienen datos de la lluvia en la Ciudad de México a partir del año de 1841, estas series se prolongaron con alguna interrupción hasta el año de 1875. Otras series de precipitación que contemplan sólo algunos años, fueron tomadas en: Colima, Tepic, Córdoba, Orizaba, Guadalajara Querétaro, Pabellón y Zacatecas. A partir de estos datos que sólo cubren parcialmente al país, se puede decir que los años de 1844, 1859, 1860, 1863, 1873 y 1875 fueron de lluvias escasas, por el contrario los años de 1861, 1870 y 1874 fueron años de abundantes lluvias.

A partir del periodo de 1877-1901, la información sobre la temperatura resulta ser más abundante, el comportamiento regional que presenta en el país esta variable, se puede dividir en los siguientes grupos:

-El primer grupo se caracteriza por una tendencia en el aumento de la temperatura máxima y mínima anual, como es el caso de los observatorios de: Aguascalientes y Querétaro.

-El segundo grupo lo representan los observatorios que muestran una tendencia hacia el aumento en la temperatura máxima anual, al mismo tiempo que la temperatura mínima anual tiende a disminuir, como es el caso de las estaciones de: Colima, Guanajuato, Oaxaca, Real del Monte, Saltillo y Zacatecas.

-El tercer grupo lo forman los observatorios que muestran que la temperatura mínima anual tiende a aumentar, como es la situación de los observatorios de: Guadalajara, Huejutla, Mérida, Ciudad de México y Toluca.

-El cuarto grupo lo constituyen los observatorios en que la temperatura máxima anual tiende a disminuir, mientras que la temperatura mínima anual tiende a aumentar como es el caso de los observatorios de: Mazatlán y Puebla (Colegio Católico).

Los demás observatorios no considerados dentro de los anteriores grupos, constituyen por si solos casos aislados, por ejemplo: en Jalapa solo la

temperatura máxima anual tiende a aumentar; por su parte, el observatorio de León la temperatura mínima anual presenta una tendencia a disminuir; mientras que el observatorio de Pachuca, la máxima y mínima anual tienden a disminuir.

En términos generales, se puede decir que la temperatura máxima y mínima anual del periodo de 1877-1901, 1898 fue el año en que la mayor parte de los observatorios registraron las mayores variaciones en estos valores.

En lo que se refiere a los promedio de precipitación anual de 1877-1901, los años en que la mayor parte de los observatorios presentan lluvias por arriba del promedio son: 1880 a 1883, 1887, 1888, 1898, 1899 y 1900. Por el contrario, los años que muestran en gran parte de los observatorios que la precipitación anual se encuentra por debajo del promedio son: 1877, 1884 y de 1892 a 1896.

Debido a que la información meteorológica que se dispone para el siglo XIX, no cubre todo el siglo, se recurrió a fuentes de información alternativas como son los reportes de desastres naturales relacionados con el clima (sequías, heladas, inundaciones, etc.). Posteriormente, se confrontó con los datos bibliográficos y hemerográficos que se consiguieron sobre sequías en el país. Por último, en la medida de lo posible, se confrontaron todas estas fuentes con los datos meteorológicos recopilados anteriormente. Como resultado de este esfuerzo, se consiguió elaborar un cuadro cronológico, sobre el comportamiento de la lluvia en dicho siglo. Este cuadro, permitió saber que hasta el momento se pueden documentar cinco grandes sequías a nivel nacional, las de: 1808-1811, 1868, 1877, 1884-1885 y 1892-1896, destacando por su duración la primera y la última. Pero, independientemente de estas sequías, existieron otras muchas que solo tuvieron una relevancia a nivel regional.

De todas las sequías, la mejor documentada es la de 1892-1896. Sin embargo, la información meteorológica, permite establecer que ésta no afectó de forma uniforme al país, ya que hubo zonas que se vieron afectadas por periodos más cortos, por ejemplo Linares sólo registra una disminución de la lluvia en 1896; por el contrario, los observatorios de Guanajuato, León, Mazatlán y México, presentan una disminución de la lluvia durante todo el periodo; en tanto que otros, presentan una disminución de la precipitación anual que va más allá del año de 1896, como es caso de los observatorios de Zacatecas y Puebla. Sin embargo, los años más críticos de esa sequía fueron los de 1894 y 1896

Dentro de la investigación se consideró que los datos de archivo sobre inundaciones, podrían aportar una información tan valiosa como la de las sequías. No obstante, al comparar los datos de inundación con los promedios de precipitación anual, se pudo constatar que este tipo de información no llega a tener la relevancia que tienen las referencias sobre sequías esto, debido a que se

presenta como un fenómeno de corta duración, y a que no indica necesariamente que el promedio de lluvia anual aumentó.

Los datos que se encontraron sobre los ciclones en el Golfo de México, para los años de 1885-1899, permite decir que entre 1886-1890 hubo un total de 45 ciclones, por el contrario en los años de 1892-1896, sólo hubo 26. Otra diferencia importante, es que en los años de 1894-1896, considerados dentro de la sequía de 1892-1896, resalta la ausencia de ciclones en los meses de junio, julio, agosto y noviembre; mientras que en los años de 1885-1890, si se presentan ciclones en dichos meses.

Con la intención de poder determinar si los promedios de precipitación anual del país obedecen a algún tipo de comportamiento cíclico, se correlacionaron las sequías con la presencia de otros fenómenos como "El Niño" y el ciclo de manchas solares. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

-Las sequías de 1808-1811, 1868 y 1877 se relacionan con el inicio o terminación de un ciclo de manchas solares de once años.

-Las sequías de 1884 1885 y 1892-1896 se relacionan con el máximo de manchas solares y la presencia de un "Niño de gran intensidad. Un aspecto que llama mucho la atención, es que durante la sequía de 1892-1896, la peor de ese siglo, se presentan en años muy cercanos entre si, varios niños de intensidad fuerte y muy fuerte como fueron los de 1887-1889, 1891 y 1899-1900. La frecuencia de varios "niños" de gran magnitud en un periodo tan corto de tiempo, no ocurre en ningún otro periodo del siglo XIX.

A pesar de que estas dos conclusiones permiten observar algún tipo de patrón cíclico, es necesario tomarlas con las reservas del caso, debido a que es necesario contar con mayor información y estudios que comprendan no solamente el siglo pasado, sino que permitan tener una visión de lo que ha ocurrido en los últimos tres siglos, con la finalidad de poder saber si realmente la disminución del promedio anual de lluvia obedece a un patrón determinado.

Al correlacionar los datos de temperatura del periodo 1877-1901, con los de 1921-1985, se pudo observar que en la parte centro-norte del país, la temperatura media anual tiende incrementarse, en tanto que hacia la vertiente del Pacífico la temperatura media anual tiende a disminuir. Este acontecimiento sugiere que las zonas térmicas del país se están modificando.

Diversos científicos y organismos internacionales han llegado a la conclusión de que en los últimos cien años, la temperatura media del planeta se ha incrementado entre 0.3 y 0.6 C°. Parte central de la presente investigación, fue la de saber si esta hipótesis se cumplía en el caso de México. Al comparar los registros que se tienen de la temperatura media anual de las diversos observatorios incluidos dentro del periodo 1877-1901, con los registros de 1921-1985, se muestra que la temperatura media anual del país parece haberse incrementado en términos generales solo en 0.2 C°. Esta conclusión se tiene que tomar con las reservas del caso, ya que la muestra utilizada contempló un número pequeño de estaciones.

En relación con los promedios de precipitación anual de los periodos de 1877-1901 y 1921-1985, al ser comparados entre si, demuestran una tendencia general hacia la disminución del promedio de lluvia anual del orden del 4 al 8%, durante los últimos cien años.

Históricamente el tema climatológico que ha llamado más la atención de los científicos nacionales, ha sido la sequía. Autores como Florescano, relacionan las crisis agrícolas con las sequías, a su vez este fenómeno, ha sido considerado como una de las causas de los movimientos de *Independencia y Revolución*. En el siglo pasado México era un país con una población que dependía en gran medida del campo; por esa razón, una sequía prolongada, causaba terribles efectos en la población campesina. En los últimos 50 años de este siglo, el país ha observado como poco a poco la población, ha dejado de ser rural para ser mayoritariamente urbana.

Por otra parte, los avances tecnológicos y el comercio exterior han permitido sortear mejor los efectos de las sequías. Sin embargo, nuestra sociedad todavía tiene una factura pendiente de pagar con esa población campesina, que si bien en términos absolutos de población representa una minoría, lo cierto es que por su número representa una población mayor a la de hace cien años. Actualmente el abasto de agua potable, la contaminación de los cuerpos de agua y los ciclones de gran intensidad, constituyen los nuevos riesgos climatológicos que tienen que enfrentar las sociedades urbanas del país.

A los anteriores problemas, se pueden agregar la creciente dependencia alimentaria del exterior, ya que una sequía en el país representa la importación de varios millones de toneladas de granos básicos, mentalmente no estamos conscientes que los países considerados como los graneros del mundo tienen o pueden tener un limite de abastecimiento en el futuro.

Por otra parte, el cambio climático en el país ha sido explicado por algunos científicos nacionales, a partir de datos que solo contemplan información de tres décadas, ignorando con ello los registros que existen en archivos y bibliotecas. Por tal motivo, considero que la visión que se puede tener de este fenómeno es limitada en sí y por consecuencia los escenarios que se proyectan para el futuro. Solo el conocimiento del comportamiento del clima en el largo plazo, puede permitir tener un panorama más certero del mismo, para ello es necesario impulsar las investigaciones en este sentido.

Finalmente, quiero señalar que los actuales estudios climatológicos en el país suelen ver más al futuro y construyen escenarios, les preocupa el calentamiento global del planeta, y les interesa conocer las repercusiones para México, pero poco se han interesado en rescatar la historia climatológica pasada y sus consecuencias económicas y sociales, en fin poco se ha aprendido del pasado.

ANEXOS Y APENDICES

ANEXO N° 1

PROYECTO PRESENTADO POR MARIANO BARCENA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUXILIARES

En las costas del Golfo de México	En las costas del Pacífico
Matamoros*	Guaymas
Tampico	La Paz
Túxpan	Mazatlán*
Veracruz*	San Blas
Tlacotalpan*	Manzanillo
Minatitlán	Maruata
Frontera	Acapulco
Isla del Carmen	Puerto Angel
Campeche	Tonalá
Progreso	Soconusco
 En las capitales de los estados	
Ures*	Morelia*
Chihuahua*	Pachuca*
Saltillo*	Toluca*
Monterrey*	Cuernavaca*
Ciudad Victoria	Tlaxcala
San Luis Potosí*	Puebla*
Zacatecas*	Chilpancingo*
Durango*	Oaxaca*
Culiacan*	San Cristóbal
Guadalajara*	San Juan Bautista
Guanajuato*	Mérida*
Aguascalientes*	Colima*
Querétaro*	Jalapa*

Fuente: BARCENA, Mariano (1877), Anales del Ministerio de Fomento. México, vol. I, p 231-232

En las estaciones marcadas con * existían en ese momento institutos científicos, los cuales se pretendía que fueran la base de las estaciones del proyecto

ANEXO N° 2

**LISTA DE OFICINAS TELEGRAFICAS Y DE LOS JEFES QUE COLABORAN
EN EL ESTUDIO DE LA METEOROLOGÍA NACIONAL EN EL AÑO DE 1880**

LOCALIDAD	JEFE DE LA OFICINA
Acanceh, Yuc.	Hipólito Fernández
Acapulco, Gro.	E. L. Fuentes
Acámbaro, Gto.	Valentín Vera
Acajoneta, Jal.	H. Patiño Condé
Aguascalientes, Ags.	T. Medina Ugarte y Aurelio L. Trujillo
Ahualulco, Jal.	C.M. Gallardo
Alamos, Son.	S. Cuevas
Ameca, Jal.	J. Villaseñor
Angangueo, Mich.	Alberto Mondragón
Anheló, Coah.	Martimano Espinosa
Apaseo, Gto.	Manuel Pastor, Rafael A. Sardaneta y P. U. Araujo C. Hubert
Apam, Hgo.	Federico Carral
Apizaco, Tlax.	Antonio Acejo y F. Ramirez
Arroyozarco, Méx.	Erasmus Dominguez
Bagdad, Tamps.	M. Larralde y S. Pérez
Boca del Monte, Pue.	José A. Zetina
Calkini, Camp.	E. Río Santo
Cadereyta Jimenez, N. L.	Rosendo Alvarez y M. Escalante
Camaron, Ver.	J. López, S. Pérez y P. M. Rodríguez
Cañada Morelos, Pue.	Mariano Aguilar
Catorce, S.L.P.	M. Guerrero y M. Madrigal
Celaya, Gto.	Srita. Emilia Rodríguez
Cerralvo, N. L.	Lauro S. de la Mora
Cerro Gordo, Dgo.	C. A. Güido y Lauro Gómez
Chalchihuites, Zac.	Melesio García
Chalco, Méx.	José M. Bocanegra
Chalchicomula, Pue.	Genaro Septien
Chihuahua, Chih.	Antonio Leyva y M. E. Baranda
Chilpancingo, Gro.	M. García
Ciudad Mier, Tamps.	M. Calderón, A. Salmerón y M. Zugasti
Córdoba, Ver.	C. M. Trejo y A. Avedaño
Comitán, Chis.	Jesús Baez
Ciudad Victoria, Tamps.	B. Llamas
Charcas, S. L. P.	Mauro Pérez
Cosalá, Sin.	José M. Rodríguez
Concordia, Sin.	A. Meneses
Contadero, Méx.	J. M. Figueroa
Cuitzeo, Gto.	

Culiacán, Sin.
Guicatlan, Oax.
Cuencame, Dgo.
Cuatla Morelos, Mor.
Cuernavaca, Mor.
Cauhtitlán, Méx.
Dos Caminos, Gro.
Durango, Dgo.
El Carro, Zac.
El Salto, Dgo.
Esperanza, Pue.

Etzatlán, Jal.
Fortín, Ver.
Fresnillo, Zac.
Guadalajara, Jal.
Guadalcázar, S. L. P.
Huamantla, Tlax.

Huehuetoca, Méx.
Huachinango, Pue.
Iguala, Gro.
Irapuato, Gto.

Irolo, Hgo.
Ixtlán, Jal.
Ixtlahuaca, Méx.
Izamal, Yuc.
Jalpa (hacienda), Gto.

Jalos, Jal.
Jerez, Zac.
Jilotepec, Méx.

Jonacatepec, Mor.
Juchitán, Oax.
La Palma, Méx.

Lagos, Jal.
Lampazos, N. L.
León, Gto.
Linares, N. L.
Maltrata, Ver.
Manzanillo, Col.
Maravatío, Mich.
Marín, N. L.
Matehuala, S. L. P.
Mazatlán, Sin.
Mexcala, Gro.

José Michel
Ignacio de los Ríos
Juan B. Juárez
Miguel Quintero
Arturo Espinosa y José Montes
Francisco de la Peña
J. Gúzman y Donato Ocampo
Carlos B. Salgado
M. G. Aguilar
L. O. Peralta
J. Martínez, G. Ochoa
y M. Covarrubias
Luis Torres
A. Miron
Amador Mendez
M. Pérez y M. Castillo
L. de la Pascua
J. B. Arellano y
Vargas Machuca
A. G. Baranda y J. Garcilazo
M. Andrade y F. Oliver
Aurelio Ruiz
Federico Campacos y
B. Resendiz
E. Marín
Pedro Partida
Carlos M. Amero
M. G. Castillo
Reynaldo Carrillo, Alberto
López y Juan Gómez
Silvestre Lomelí
F. de G. Gutierrez
J. M. Castillo y
C. Fernández
Francisco Torres y E. Rojas
Ezequiel Suárez
A. Islas, I. Ocadiz, J. M. Rebollo
y J. R. Villegas
Carlos Arriola
Roque González
Leonardo Goytia
Amado Garza
S. Pérez y W. J.
Tomás Sánchez
José M. Gómez
A. Montenegro
A. Río Santos
José Sierra
F. del Moral y B. Meza

Mihuatlán, Pue.
Moctezuma, S. L. P.
Monterrey, N. L.
Morelia, Mich.
Morelos, Tamps.
Motul, Yuc.
Montemorelos, N. L.
Nazas; Dgo.
Nepantla, Mor.
Nieves, Zac.
Nombre de Dios, Dgo.
Nopala, Hgo.
Noria de Angeles, Zac.
Nuevo Laredo, Tamps.
Oaxaca, Oax.
Ojocaliente, Zac.
Ometusco, Méx.
Orizaba, Ver.

Otumba, Méx.

Ozuluama, Ver.
Panzacola, Tlax.
Pánuco, Sin.
Paso de San Juan, Ver.
Paso del Tasajo, N. L.
Peñon Blanco, Zac.
Penjamo, Gto.
Perote, Ver.
Piedra Gorda, Gto.
Pinos, Zacatecas
Polotitlán, Méx.
Puebla, Pue.
Puente de Ixtla, Mor.
Puerto de Matamoros, Tamps.
Puruándiro, Mich.
Querétaro, Qro.
Quirigas, Mich.
Quila, Sin.
Sain Alto, Zac.
Salamanca, Gto.
Saltillo, Coah.
Salinas Victoria, N. L.
Salvatierra, Gto.
Sinaloa, Sin.
Sombrerete, Zac.
Soyaniquilpam, Méx.
Santa Ana Chiautenpam, Tlax.
Santa Ana Acatlán, Jal.

M. Escalante y M. Zamora
Facundo Ramos
Pablo V. González
A. Armería y O. Fernández
Antonio Armería
A. Sabido
Joaquín Salazar
J. Durán y Díaz
M. G. del Castillo
Santiago Vela
Luis Suárez
Tomás Ibarra
Manuel Espino y P. del Campo
Manuel M. Mora
E. Ruiz y Joaquín Ogarrio
J. M. Quintanilla y L. J. Elías
M. Arellano y L. G. de la Parra
E. Girón, J. M. Bribiesca y
R. S. Navarro
J. A. Burgos, J. A.
Dugues y E. Ferrer
Francisco P. Travesí
C. A. Nieto
Susano Enciso
A. Peredo Hoyos
Antonio Valdez
F. U. Luna
Juan Arauz
Antonio García
J. Pesquera y Mendez
F. Pacheco
Luis Alvarez
Manuel Garzón
Leonardo González
Casimiro Perales
Jesus Visentelo
Miguel V. Vellado
J. M. Ramos
A. Camacho
Manuel Tenorio
José García
Isauro Herrera
E. G. Cortés
Antonio Flores
M. Moncada
Manuel M. Espino
Jesus F. Suárez
F. Blazquez y L. G. Pérez
Nicolás García

San Blas, Jal.
San Carlos Yautepec, Oax.
San Cristobál de las Casas, Chis.

San Diego Unión, Gto.
San F. Torres Mochas, Gto.
San Felipe del Obraje, Méx.
San Gabriel, Jal.
San José Iturbide, Gto.

San José de Avino, Dgo.
San José de la Ventura, Coah.

San Juan de los Lagos, Jal.
San Juan Teotihuacan, Méx.

San Juan del Río, Qro.
San Luis de la Paz, Gto.
San Luis Potosí, S. L. P.
San Marcos, Pue.
Santa María del Río, S.L.P.
San Miguel Allende, Gto.
San Pedro del Gallo, Dgo.
San Pedro Yolos, Oax.
Santa Rosalía, Chih.
Tacámbaro, Mich.
Tamiahua, Ver.
Tantima, Ver.
Taxco, Gro.
Tehuacán, Pue.

Tehuantepec, Oax.
Tenancingo, Méx.
Tenango, Méx.

Teotitlán, Oax.
Tepexpan, Méx.
Tepatitlán, Jal.
Tepeji del Río, Méx.
Tepic, Jal.
Tequila, Jal.
Tequisistlán, Oax.
Tekax, Yuc.
Teziutlán, Pue.
Ticul, Yuc.
Tixkokob, Yuc.
Tlalpujahua, Méx.
Tlalpán, D. F.
Tlacolula, Oax.

J. M. Uribe y Joaquín Pérez
M. F. Contreras
Procopio Castellanos y
y Juan M. Utrilla
Manuel Ortiz
F. T. Cancino y P. Careaga
Carlos Orellana
Mauro Gúzman
J. G. Corea y A. Venegas
Castro
F. Z. Gutierrez
N. Arriaga y Francisco
Barragán
Francisco Gutierrez
Isidro Serrano y F. de la
Barra
Daniel Rojo Cadena
A. F. Romero
Tiburcio Piña
I. Bretón y L. Galina
E. Zubeldía y M. M.
Celso Cervantes
Manuel G. Pico
Ramón García
Juan Ortiz
Félix León
Angel E. Peruyero
Erlindo W. Maz
M. Melendez
J. M. Meneses y
J. B. Anzorena
J. Ramirez y C. Azcuenega
Felipe Cancino
José E. Monroy y
C. Alberdi
E. Andrés Cruz
Ricardo Agüero
V. Pérez
Juan de la Peza
A. Román y E. Ruiz
Jesus Herrera
Eduardo Suárez
B. Palmerín
M. López León
Juan Gasque
Eladio Mendoza
M. Escamilla y M. Navarrete
M. C. Calapiz
Angel Altamirano

Tlaltenango, Zac.
Tlalnepantla, Méx.
Tlatlauquiltepec, Pue.
Tlapacoyam, Ver.
Toluca, Méx.
Tototlán, Jal.
Tula, Hgo.
Tuxtla Gutierrez, Chis.
Valle de Santiago, Gto.
Veracruz, Ver.
Villa Juárez, Oax.
Villa de Reyes, S.L.P.
Villa de Santiago, N. L.
Zacatecas, Zac.
Zacoalco, Jal.
Zinapécuaro, Mich.
Zapotlán, Jal.
Zapotlanejo, Jal.
Zitácuaro, Mich.

Plácido Serrano
Luis G. Terán
Francisco S. Llamas
Agustín Peredo
Isidro Sierra
S. H. Rodríguez
Pedro H. Lozano
Manuel Bejarano
Pedro Alvarez
J. L. Campos y M. F. Cosío
E. Melgar y M. Iturribarría
C. S. Chávarri
Leonides Serna
Manuel Luna
J. M. Mendez y S. Pérez
Alberto Bernal
Jesus Gómez
Z. Martínez y A. Aceves
J. Pastor Romero

Fuente: Barcena, Mariano (1882). Memoria del Ministerio de Fomento. 1877-1882. México, p. 205-208

ANEXO Nº 3
RELACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA.
AÑO DE 1880

Valle de México.-Observatorio Central, Escuela de Ingenieros, Escuela de Agricultura, Observatorio de Chapultepec, Hacienda de los Morales, Observatorio del Colegio Militar en Tacubaya, Fábrica de Pólvora de Santa Fe, San Angel, Contreras, Contadero, Tlalpan, Ameca, Chalco, Texcoco, Tepéxpan, Teotihuacán, Pachuca, Zumpango, Villa de Guadalupe, Cuautitlán, Lechería, Huehuetoca y San Bartolo Naucalpan. Total 24.

Estado de Puebla.-Observatorio del Colegio Católico, Colegio del Estado, ambos en la capital, Cañada de Morelos, tehuacán y Teziutlán. Total 5.

Estado de Tlaxcala.-En la capital y Hueyotlipan. Total 2.

Estado de Oaxaca. En la capital.

Estado de Yucatán. En la capital.

Estado de Veracruz.-En la capital, Orizaba, Córdoba, Jalapa, Ozuluama, Tlacotalpan y Tuxpan. Total 7.

Estado de Campeche.-En la capital.

Estado de Hidalgo.-En la capital, Hacienda de Regla, Acaxochitlán, Tulancingo, Huejutla y Huichapan. Total 6.

Estado de México.-En la capital.

Estado de Morelos.-En Acapantzingo.

Estado de Michoacán.-En la capital, Hacienda de Queréndaro, Pátzcuaro. Total 3.

Estado de Guerrero.-En Acapulco.

Estado de Jalisco.-En la capital, Ameca, Lagos, San Blas y la Hacienda del Cabezon. Total 5.

Estado de Sinaloa.-En Mazatlán.

Estado de Durango.-En la capital.

Estado de Zacatecas.-En la capital.

Estado de Aguascalientes.-En la capital y la Hacienda de Pabellón. Total 2.

Estado de San Luis Potosí.-En la capital.

Estado de Querétaro.-En la capital y san Juan del Río. Total 2.

Estado de Guanajuato.-En la capital, León y Celaya. Total 3.

Fuente: Barcena, Mariano (1880). *Informe que el Director del Observatorio Meteorológico Central presenta a la Secretaría de Fomento.* México, Imprenta de Francisco Díaz de León p. 73

ANEXO 4

PAIS: México	DEPARTAMENTO O ESTADO: Oaxaca.
Nombre de la persona que rellena esta ficha: Carlos Contreras.	fecha en la que se rellena la ficha: 19 de abril de 1995.

INFORMACION METEOROLOGICA O HIDROLOGICA

Lugar donde sucede el acontecimiento:
Estado de Oaxaca.

Latitud: 17°3'43" Longitud: 96°43'18" Altitud: 1550

Fecha del acontecimiento:
1844

Acontecimientos meteorológicos e hidrológicos (marque (el) los tipo(s) observado(s))

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Escarcha | <input type="checkbox"/> Lluvia |
| <input type="checkbox"/> Hielo | <input type="checkbox"/> Precipitacion continua |
| <input type="checkbox"/> Frio | <input type="checkbox"/> Derretimiento de nieve |
| <input type="checkbox"/> Nieve | <input type="checkbox"/> Tormenta |
| <input checked="" type="checkbox"/> Calor | <input type="checkbox"/> Granizo |
| <input checked="" type="checkbox"/> Sequia | <input type="checkbox"/> Inundacion |
| <input type="checkbox"/> Nubes | <input type="checkbox"/> Cambio en el regimen del rio |
| <input type="checkbox"/> Niebla | <input type="checkbox"/> Cambio en el nivel del agua |
| <input type="checkbox"/> Viento | <input type="checkbox"/> Cambio en el nivel del pozo |
| <input type="checkbox"/> Borrasca (Viento) | <input type="checkbox"/> Otros, lista: |
| <input type="checkbox"/> Temporal (en el mar) | |

Medida (Profundidad de la nieve, nivel del agua, grosor del hielo, temperatura, etc.):
Referencias del clima del estado.

Resultado del Fenomeno:
Clima de todas las parroquias del Estado.

Impresion sobre la contemporaneidad del fenomeno (si este aparece):
 Muy raro Raro Frecuente Muy frecuente Normal

Fecha del ultimo fenomeno del mismo tipo (si se ha producido):

Transcripcion de texto (si es de interes especial):

INFORMACION DE ARCHIVO

Archivos de:
Gobernación

Documento No:
Legajo 1451, Exp. 3.

Origen del documento (Marque el cuadro apropiado):

<input type="checkbox"/> Municipio
<input type="checkbox"/> Administracion local (provincia, estado, etc.)
<input type="checkbox"/> Administracion central
<input type="checkbox"/> Tribunal de justicia
<input type="checkbox"/> Iglesia
<input type="checkbox"/> Ejercito
<input type="checkbox"/> Armada
<input type="checkbox"/> Familia
<input checked="" type="checkbox"/> Prensa y otros impresos

Autor del documento (nombre y titulo):
Luis Fernández del Campo y Benzanilla.

Destinatario:

Fecha del escrito:
1844.

FICHA PARA SERIES DE DATOS

ANEXO 5

Archivos de: Instrucción Pública y Bellas Artes.

Documento No:

Caja 204, Exp 12.

Título del documento:

Boletín del Ministerio de Fomento.

Autor del documento:

Ministerio de Fomento.

Fechas iniciales y terminales:

23 y 24 de junio

7 y 8 de noviembre

31 de julio y 10. de agosto 1882.

25 y 26 " 1882.

Volumen:

Lugar: Region en cuestion:

Todo el país.

Frecuencia de lecturas:

Diarias

Cada 2/3 semanas

Semanales

Otra Frecuencia (especificar)

Datos de cobertura

Temperatura

Nivel del agua

Precipitacion

Profundidad de la nieve

Grosor del Hielo

Presion y depresion
atmosferica

Regimen del viento

¿son exactas las medidas?

Si

No

Si la respuesta es afirmativa, indique el instrumento utilizado:

Termómetro, psicrometro, barómetro, pluviometro.

Nombre del la persona que rellena la ficha:

CARLOS CONTRERAS.

Fecha: 3-marzo-1995.

APÉNDICE 1

PROMEDIOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DE LOS OBSERVATORIOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA. SIGLO XIX

Debido a la falta de archivos meteorológicos que comprendan los datos de todos los observatorios que existieron en el siglo pasado, se hizo la presente recopilación de los registros anuales de temperatura y precipitación. Las fuentes de consulta fueron principalmente las siguientes: "Las lluvias en México" de Rómulo Escobar, dicho trabajo apareció publicado en las *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (1903, tomo XX) y el "Boletín del Observatorio Meteorológico Central (1903, meses de agosto-p.536-541; septiembre p. 611-613 y octubre p. 670-678). Otro trabajo relevante es el de Rafael Aguilar Santillan intitulado "Apuntes para el estudio de las lluvias en México", publicado también en las mismas memorias (1887, tomo II, p. 97-122). Estos dos trabajos contienen la mayor parte de información sobre los promedios de precipitación anual, que se conservan actualmente.

Los registros de temperatura se obtuvieron de las: *Memorias del Ministerio de Fomento*, años de 1877 a 1900; "Boletín del Ministerio de Fomento", años de 1878 a 1880; *Boletín Mensual del Meteorológico Central, 1888-1910*; Anuarios Estadísticos de la República Mexicana, años de 1895 a 1901. Otros datos, provienen de artículos publicados en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, años de 1850 a 1895; y *Boletín de Agricultura y Minería*, años de 1891 a 1900.

Es importante recalcar que para el estudio del clima de la República Mexicana en el siglo XIX, sólo se tomaron en cuenta los registros de precipitación y lluvia, debido a que son los datos que se conservaron con mayor frecuencia. La información que aparece a continuación, en la mayor de las veces, se confrontó por lo menos con dos fuentes distintas, para asegurar su confiabilidad. Sin embargo, en ocasiones esta tarea no fue posible por la escasez de información que se tenía del observatorio meteorológico; por esta razón, en el cuadro un dato esta acompañado de " ** ", significa que no se cuenta con información de todo el año, y que los datos se tomaron de los reportes del "estado del tiempo" que aparecen en el *Diario Oficial de la República Mexicana*. Debido a que no siempre se publicaron la totalidad de los registros diarios, la información del Diario Oficial se tiene que tomar con las reservas del caso.

Los registros de temperatura máxima y mínima, generalmente se refieren a la sombra, los datos de los observatorios meteorológicos se presentan en orden alfabético, para facilitar su consulta

OBSERVATORIO DE AGUASCALIENTES, AGS.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1879				418.4
1882				675.0
1883				529.6
1884				474.3
1885				762.4
1886	30.0*	0.0*		594.5
1887	28.3*	0.4*		
1889	28.5*			542.2
1895	29.2*	-1.8*		
1897	29.8*	2.0*		
1898	32.2*			

Fuente: Escobar, Rómulo (1903) *Las Lluvias en México*, México, Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", vol. XX, p. 45

Diario Oficial de la Federación, años de 1886, 1887 y 1889

Boletín de Agricultura y Minería, años de 1895, 1897 y 1898

EL CARMEN, HACIENDA (GÜEMES, TAMAULIPAS)

Año	Precipitación (en mm)
1897	866.0
1898	827.0
1899	535.0
1900	373.0
1901	823.0

Fuente: Escobar, Rómulo, op. cit. p. 49

OBSERVATORIO DE COLIMA, COL.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1869				1 453.6
1870				1 109.1
1871				821.5
1872				1 090.4
1873				1 093.2
1874				1 122.5
1875				928.3
1876				833.6
1877				755.4
1878				1 416.5
1879				1 049.9
1880				960.4
1891				1 223.0
1892				892.6
1893	35.5*			
1895	34.5*	18.7*		
1896				749.4
1897	36.0	8.3	24.7	898.7
1898	37.5*	10.0*		1 038.8
1899	33.8*	9.6*		1 207.0
1901				859.1

Fuente: Escobar, Rómulo, op. cit. p. 28

Aguilar Santillán, Rafael (1889), *Apuntes para el estudio de las lluvias en México*, México, MSCAA, tomo II, p. 112

Diario Oficial de la Federación, años de 1893, 1894, 1898 y 1899

OBSERVATORIO DE CÓRDOBA, VER.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (en mm)
1859			2 641.8
1860			2 780.0
1861	27.2	12.2	3 288.0
1862	32.0	14.0	2 628.0
1863	27.6		2 655.0

Fuente: Nieto, José Apolinario, cuadro publicado en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* del año 1863, p. 64

OBSERVATORIO DE GUADALAJARA, JAL.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1874				900.0
1875				844.0
1876				687.0
1877				830.0
1878				1083.0
1879				670.0
1880	34.2	-4.5	18.4	1092.0
1881	34.0	-3.2	18.5	1032.8
1882	35.5	1.0	20.9	828.0
1883	34.4	2.0	20.8	719.2
1884	34.0	3.8	20.1	605.4
1885	31.2	4.0	19.8	1143.0
1886	36.6*	3.2*		853.9
1887	32.4*	4.0*		1013.4
1888				991.0
1889	33.0*	2.3*		792.0
1890	33.3*	6.4*		1076.9
1891				1087.1
1892	36.0*	4.5*		789.7
1893	35.4*	0.3*		728.9
1894	35.7	1.5	19.3	2003.8
1895	34.0*	3.4*		2488.6
1896	31.5*	-1.2*		1426.7
1897	34.1	2.2	20.2	1340.7
1898	33.5*	0.5*		1875.8
1899				1423.3
1901				1323.9

Fuente: Pérez, Lázaro, *Anales del Ministerio de Fomento*. Año 1891. México,

Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, p. 275-289

Escobar, Rómulo, op. cit. p. 16

Diario Oficial de la Federación, años de 1886 a 1898

OBSERVATORIO DE GUANAJUATO, GTO.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1881				893.5
1883				945.2
1884				503.8
1885				1070.7
1886	31.7*	2.7*		756.1
1887	28.5*	5.3*		987.7
1888				789.2
1889	29.0*	3.6*		640.5
1890	30.0*	1.6*		601.1
1891				590.2
1892	33.2*	2.0*		452.0
1893	33.4*	3.0*		532.5
1894	34.0*	3.6*		546.0
1895	33.3	2.2	18.6	578.2
1896		-1.2*		524.2
1897	32.9	3.1	18.2	639.5
1898	33.7	-2.0	18.0	798.4
1899		3.2*		631.3
1900	31.4*	2.4*		651.1

Fuente: *Diario Oficial de la Federación*, años de 1886, 1887, 1889 y 1890
Boletín de Agricultura y Minería, años de 1892-1894, 1896, 1899 y 1900
Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897 y 1898
 Escobar, Rómulo, op. cit. p. 44

OBSERVATORIO DE HUEJUTLA, HGO.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (en mm)
1882			1154.6
1883			1215.0
1884			1247.2
1885			1093.7
1886	35.0*	4.0*	1165.2
1887	33.5*	9.2*	
1889			2109.3
1890	32.5*	13.0*	1121.8
1891		10.0*	1383.3
1892	33.5*	8.0*	

Fuente: Diario Oficial de la Federación, años de 1886, 1887, 1890-1892
Escobar, Rómulo, op. cit. p. 38

OBSERVATORIO DE JALAPA, VER.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1894	31.1	3.9	18.4	917.5
1895	32.0	1.0	17.5	1306.0
1896	32.5*	6.0*		1779.4
1897	35.0	5.0	18.0	1193.3
1898				2156.1
1899				1670.7
1900		2.0*		1611.1

Fuente: Boletín de Agricultura y Minería, años de 1896 y 1900
Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", vol. IX, p. 94
Anuario Estadístico de la República Mexicana. Año de 1897, p. 35
Escobar, Rómulo, op. cit. p. 43

OBSERVATORIO DE LEÓN, GTO.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1878	32.0	3.5	18.8	601.5
1879	32.6	4.3	19.2	709.2
1880	33.3	1.8	19.3	825.4
1881	31.8	2.6	18.6	629.9
1882	35.6	-1.1	19.1	699.3
1883	34.0	1.6	18.6	900.9
1884	33.1	1.1	18.9	613.1
1885	34.5	1.1	19.1	786.2
1886	34.6	0.0	19.4	725.9
1887	34.5	2.5	18.7	781.8
1888	34.0	1.7	18.9	869.6
1889	33.2	3.1	19.0	767.5
1890	33.7	1.1	18.3	867.2
1891	33.7	1.1	18.4	429.8
1892	34.5	0.9	18.8	473.2
1893	33.1	-0.1	18.3	648.5
1894	34.2	1.1	18.7	552.7
1895	33.1	0.0	18.7	531.3
1896	34.7	-2.4	19.1	314.6
1897	32.9	-2.4	18.6	571.7
1898	33.7	-2.8	18.0	747.6
1899	33.8	-0.9	18.0	510.3
1900	33.6	0.2	18.2	560.6
1901	33.9	-1.9	18.4	439.5

Fuente: Leal, Mariano (1907), *El clima y régimen pluviométrico de León, deducido de 29 años de observaciones*. México, Boletín del Observatorio Meteorológico Central, no. 10, mes de septiembre, p. 832-837

OBSERVATORIO DE LINARES, N. L.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1896				796.0
1897	38.8	-4.5	22.1	887.0
1898	39.0	-3.0	22.7	543.0
1899	39.0*	0.3*		789.0
1900	40.0	-2.0		990.0
1901				1014.0

Fuente: Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897, 1898 y 1900, p. 35, 17 y 29

Diario Oficial de la Federación, año de 1899

Escobar, Rómulo, op. cit. p. 45-46

OBSERVATORIO DE MAZATLÁN, SIN.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1880	33.8	9.9	24.3	948.6
1881	34.0	9.7	25.0	1454.2
1882	34.1	10.0	24.1	425.6
1883	35.2	9.6	24.4	748.6
1884	34.9	12.3	25.1	1122.6
1885	34.1	11.0	25.5	1117.5
1886	34.0	10.5	24.4	799.5
1887	33.8	5.3	24.1	1206.4
1888	33.5	12.6	25.6	676.1
1889	32.9	13.8	25.7	834.4
1890	32.1	16.0	25.8	685.8
1891	33.1	10.3	25.3	390.9
1892	34.1	11.9	24.2	326.1
1893	32.3	13.1	24.2	777.4
1894	32.4	11.9	24.5	560.2
1895	32.8	13.8	24.9	1088.5
1896	33.5*	11.7*		594.2
1897	33.3	12.7	25.4	695.3
1898	32.5	13.0	24.4	663.5
1899	31.7*	4.8*		852.1
1900	33.8	9.9	25.4	812.6
1901	33.4	13.3	24.6	948.5

Fuente: Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1894 a 1901

Diario Oficial de la Federación, año de 1899

Escobar, Rómulo, op. cit. p. 29

OBSERVATORIO DE MÉRIDA, YUC.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1875				913.0
1890				864.0
1891				911.0
1892				834.0
1893				560.0
1894	37.4*	8.8*		957.2
1895	39.8	8.8	25.8	744.0
1896	36.8*	12.2*		914.7
1897	39.0	12.0	26.2	875.0
1898	38.5	10.8	25.8	1139.9
1899	38.0*	13.2*		1062.5
1900	38.5*	11.1*		943.6
1901				601.7

Fuente: Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1895, 1897 y 1898.

Diario Oficial de la Federación, años de 1894, 1899 y 1900

Escobar, Rómulo, op. cit. p. 32-33

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE MÉXICO, D.F.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1877	29.5	1.8	16.6	404.0
1878	31.6	-1.0	16.2	892.6
1879	29.0	-0.6	15.3	477.2
1880	30.0	0.6	15.7	552.2
1881	29.5	-1.2	15.5	595.2
1882	30.5	-1.7	15.4	661.0
1883	30.0	0.3	15.2	608.7
1884	28.5	0.6	15.2	468.5
1885	28.9	2.5	15.4	675.8
1886	29.1	1.0	15.4	531.2
1887	28.9	0.0	15.0	812.7
1888	28.5	2.4	15.3	739.9
1889	29.5	2.5	15.6	498.1
1890	28.9	2.5	14.9	638.1
1891	28.9	2.0	15.1	658.3
1892	30.0	-0.1	15.5	444.2
1893	29.0	1.3	15.3	568.6
1894	28.9	0.5	15.5	331.8
1895	29.4	-1.7	15.8	559.1
1896	31.8	1.5	16.1	452.0
1897	29.8	2.0	16.3	652.1
1898	29.0	-2.0	15.5	593.7
1899	30.0	2.0	15.6	581.1
1900	30.0	2.0	16.1	535.9
1901	30.4	-0.6	15.8	527.1

Fuente: La temperatura en la Ciudad de México durante 50 años. México, Boletín del Observatorio Meteorológico Central (1927), tablas XX-XXII

Además de los datos de temperatura y precipitación que se tienen de la Ciudad de México, para los años de 1877-1901, existe información sobre la cantidad de lluvia que cayó, tanto en la capital, como en la hacienda de San Nicolás Buena Vista, Xochimilco (lugar relativamente próximo a la Ciudad de México). Estos promedios abarcan de forma discontinua los años de 1826 a 1875, como se puede apreciar en los siguientes cuadros. La información se tomó de Aguilar Santillán, Rafael (op. cit.) y de Reyes Vicente (1878) "La ley de periodicidad de las lluvias en el Valle de México" (Publicado en el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística)

PRECIPITACIÓN ANUAL DE LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO O SUS ALREDEDORES. SIGLO XIX

Año	Precipitación (en m m)	Ubicación
1826	752.2	Centro de la Ciudad de México.
1827	592.0	

Fuente: periódico "El Sol"

Año	Precipitación (en m m)	Ubicación
1841	451.7	Centro de la Ciudad de México.
1842	541.3	
1843	659.6	
1844	549.0	
1845	677.0	

Fuente: José Gómez de la Cortina

Año	Precipitación (en m m)	Ubicación
1856 (ene-nov)	456.4	Area urbana de la Ciudad de México

Fuente: Prof. L. C. Ervenderberg

Año	Precipitación (en m m)	Ubicación
1865	1 011.0	Observatorio de la Escuela de Minería
1866	568.1	

Fuente: Observador Ignacio Cornejo

Año	Precipitación (en m m)	Ubicación
1868	692.1	Escuela Nacional Preparatoria
1869	718.3	
1870	695.0	
1871	746.4	
1872	758.7	
1873	596.2	
1874	737.1	
1875	668.1	

Fuente: Observador Juan de Mier y Terán

Año	Precipitación (en mm)	
1855	768.6	Hda. de San Nicolás Buena Vista, Xochimilco
1856	585.4	
1857	497.6	
1858	504.8	
1859	637.6	
1860	355.3	
1861	747.8	
1862	639.0	
1863	552.8	
1864	734.4	
1865	924.1	
1866	532.1	
1867	744.9	
1868	504.4	
1869	440.3	
1870	518.7	
1871	690.2	
1872	544.1	
1873	565.7	
1874	674.9	
1875	517.9	

OBSERVATORIO DE LA HACIENDA DEL MIRADOR, VER.

Año	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1858		2335.0
1859		1912.0
1860	20.3	1872.0
1861	19.5	2902.0
1862	19.8	1823.0
1863	19.3	1848.0
1864	19.5	2586.0
1865	19.9	2202.0
1866	19.9	1410.0
1867	20.3	2444.0
1868	19.9	2448.0

Fuente: Sartorius, Carlos (1869), Algunas observaciones adicionales al resumen meteorológico del año pasado. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, p. 367-369

OBSERVATORIO DE MONTERREY, N. L.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1865				744.0
1885				427.0
1886				417.5
1887				449.0
1888				341.3
1889				283.2
1890				338.6
1891				264.2
1892				186.6
1893				137.0
1894	41.2	7.0	23.7	489.9
1895				549.9
1896				628.0
1897	40.0	2.9	22.3	581.0
1898	40.0*	0.0*		488.8
1899				969.4
1900				795.6
1901				729.7

Fuente: Memoria de Sociedad Científica "Antonio Alzate", vol. IX, p. 198
 Anuario Estadístico de la República Mexicana, año de 1897
 Diario Oficial de la Federación, año de 1898
 Escobar, Rómulo, op. cit. p. 30-31

OBSERVATORIO DE MORELIA, MICH.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1882				648.8
1892	30.0*	2.5*		
1893	39.9*	2.0*		
1894	30.3	2.0	16.7	527.6
1895	31.0	3.0	16.6	837.2
1896	29.0*	1.5*		619.9
1897	31.0	3.0	17.7	580.3
1898	31.0	1.2	17.3	707.9
1899	30.5*	3.8*		772.6
1900	30.9	4.4	16.8	626.7
1901	31.0	-1.0	16.3	831.1

Fuente: Diario Oficial de la Federación, años de 1892, 1893, 1896 y 1899

Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", vol. IX, p. 94

Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897, 1898, 1900 y 1901

Escobar, Rómulo, p.4

OBSERVATORIO DE OAXACA, OAX.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1878				578.0
1879				951.0
1880				617.1
1883	33.5	4.2	20.2	858.9
1884	33.4	3.3	20.5	516.5
1885	32.5	3.6	20.4	550.6
1886	34.1	3.7	20.2	940.9
1887	32.9	4.4	19.8	1080.7
1888	33.2	5.6	20.5	1161.0
1889	33.0	6.2	20.4	729.3
1890	35.4	3.5	20.2	714.4
1891	34.4	3.0	19.9	1032.4
1892	34.1	3.2	20.3	849.2
1893	33.3*	1.7*		1098.1
1894	33.1	3.1	20.6	663.7
1895	34.3	4.0	20.8	713.3
1896	33.4*	3.1*		700.2
1897	35.0	4.1	20.9	843.9
1898	34.5	2.3	20.1	880.5
1899	32.2*	1.8*		
1900	36.1*			

Fuente: Domínguez, José Agustín (1894) Memorias que presenta el encargado del Observatorio Meteorológico del Estado de Oaxaca. Oaxaca, Imprenta del Estado, cuadros 1,4 y 5

Diario Oficial de la Federación, años de 1893, 1896 y 1899

Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897 y 1898

Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Álzate", vol. X, p. 80

OBSERVATORIO DE ORIZABA, VER.

Año	Precipitación (en mm)
1860	2487.0
1861	3874.0
1862	2760.0
1873	1756.7
1878	1699.6
1879	2482.8

Fuente: Escobar, Rómulo, op. cit. p.

OBSERVATORIO DE PACHUCA, HGO.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. Máxi media (°C)	Precipitación (en mm)
1891	25.1*	1.0*		
1892	26.3	-1.0		
1893	29.4	-2.0		475.4
1894	24.5	0.0	15.3	146.5
1895	26.8	0.2*	14.4	327.5
1896	25.8*	0.2		226.5
1897	30.4	-0.8	14.6	2749.0
1898	28.0*	0.5*		2952.4
1899	24.0*	0.6*		2504.3
1900	29.4	0.0	14.3	1060.4
1901				2006.0

Fuente: Diario Oficial de la Federación, años de 1891 a 1899

Boletín de Agricultura y Minería, años de 1892-1900

Escobar, Rómulo, op. cit.

OBSERVATORIO DE PABELLÓN, AGS.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1869				610.5
1870				841.5
1871				372.6
1872				350.9
1873				485.0
1874				307.4
1875				358.1
1876				552.9
1877				377.4
1878	24.0	12.2	18.4	467.1
1879	23.6	12.3	18.4	434.4
1880	23.5	12.7	18.5	697.4
1881	22.8	12.4	17.8	602.1
1882	23.7	12.5	18.5	444.2
1883	22.8	12.8	18.0	605.5
1884	23.5	12.5	18.4	262.1
1885	23.0	12.8	18.2	648.5
1886	23.3	12.2	18.1	539.2
1887	23.1	12.4	17.9	669.1
1888				758.2
1889				566.6
1890	29.9*	0.0*		
1891	25.5*	0.0*		
1892	30.5*	4.5*		
1893	29.6*	1.5*		
1894		-1.5*		
1895	29.6*	-5.0*		

Fuente: Diario Oficial de la Federación, años de 1890 a 1895
 Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Álzate", vol. I, p. 362
 Escobar, Rómulo, op. citi. p. 41-42

OBSERVATORIO DE PUEBLA (COLEGIO DEL ESTADO), PUE.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1877	26.1	3.4	15.1	
1878	35.4	-0.8	16.3	1175.5
1879	28.6	-2.2	15.7	846.3
1880	30.3	-0.8	16.4	977.7
1881	27.1	0.1	16.1	912.2
1882	28.6	-0.5	15.1	930.2
1883	27.8	0.6	15.5	974.1
1884	28.4	-0.5	15.2	673.9
1885	25.9	-0.6	15.6	973.2
1886	29.6	-0.3	15.9	750.4
1887	27.3	1.0	15.5	1193.2
1888	28.1	0.7	15.8	984.3
1889	28.4	-1.1	16.1	790.7
1890				853.5
1891				1025.3
1892	28.3*	2.2*		824.2
1893	27.8*	0.4*		1273.8
1894	28.2*	0.5*		719.7
1895	28.0*			603.7
1896				686.1
1897				827.0
1898	30.0*	-3.0*		938.8
1899				787.0
1900	29.4*	5.1*		763.7
1901	31.0	-3.0		737.3

Fuente: Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", 1890, vol. II, p. 287

Diario Oficial de la Federación, años de 1892-1895, 1898 y 1900

Anuario Estadístico de la República Mexicana de 1901

Escobar, Rómulo, op. cit. p. 25

OBSERVATORIO DE PUEBLA (COLEGIO CATÓLICO), PUE.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1877	30.6	-1.7	15.8	925.7
1878	34.7	-1.0	15.7	1281.9
1879	32.2	-1.5	15.4	1016.4
1880	33.3	-0.5	15.6	1568.5
1881	32.9	1.0	15.9	932.0
1882	33.5	-0.6	15.4	1205.1
1883	34.3	0.7	15.3	1498.7
1884	34.5	0.2	16.7	1105.7
1885	31.6	-1.0	16.6	1582.2
1886	31.6	0.2	15.7	902.7
1887	34.0	-0.6	16.6	1848.5
1888				2263.4
1889				1070.8
1890				680.8
1891				1002.4
1892	30.0*	0.0*		983.9
1893	29.5	0.4*		1867.5
1894	29.0*	4.0*		757.4
1895	33.0*	3.1*		644.8
1896	31.5*	1.8*		688.5
1897	29.8*	-0.7*		973.9
1898	28.6*	0.5*		963.0
1899		-0.7*		900.8
1900	29.0*	4.0*		869.3
1901				759.7

Fuente: Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", 1888, vol. I, última página

Boletín de Agricultura y Minería, años de 1892 a 1900

Escobar, Rómulo, op. cit. p. 25

OBSERVATORIO DE QUERÉTARO, QRO.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1870				584.4
1871				532.5
1872				597.7
1873				552.7
1874				546.3
1875				561.0
1877				577.1
1878				675.1
1879				562.9
1880				638.5
1881				665.6
1882				470.0
1883				577.8
1884				295.4
1885				631.8
1886	31.7*	-2.0		606.7
1887				500.0
1888				480.0
1889	32.3	0.0	18.5	440.9
1890	33.0	2.3	18.4	539.9
1891				471.1
1892				374.7
1893		0.4*		641.1
1894	33.4	-0.5	18.3	372.2
1895	32.3	0.5	18.3	252.7
1896				290.0
1897	32.8	-0.3	18.3	518.6
1898	33.4*	0.6*		509.1
1899	34.8*	2.0		563.7
1900	34.0	-1.2	18.1	348.2
1901				214.4

Fuente: Diario Oficial de la Federación, años de 1886, 1898 y 1899
 Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1895, 1896 y 1900
 Aguilar Santillán, Rafael op. cit. p. 116
 Escobar, Rómulo op. cit. p. 48

OBSERVATORIO DE REAL DEL MONTE, HGO.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1889				768.2
1890				828.0
1891				1023.0
1892				853.0
1893				556.0
1894	28.0	0.6	13.0	565.7
1895	26.8	-0.2	13.0	621.1
1896				435.0
1897			12.4	779.9
1898	30.0	-7.0	12.1	917.9
1899				689.0
1900	28.0	-4.8	11.8	955.0

Fuente: Memorias de Sociedad Científica "Antonio Alzate", vol. IX y X, p. 94 y 80
 Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1898 y 1900
 Escobar, Rómulo op. citi. p. 35

OBSERVATORIO DE SALTILLO, COAH.

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1885			17.1	506.5
1886			17.4	493.6
1887			16.7	674.4
1888			16.1	639.9
1889			16.8	776.0
1890			17.6	585.6
1891	34.0	-5.1	16.9	313.0
1892	31.1*	-4.4*	17.1	777.9
1893	32.0*	1.0*	17.8	307.4
1894	31.5	-6.0	17.3	815.5
1895	32.0	-11.0	17.6	596.0
1896	30.3*	-2.3		713.0
1897	36.1	-0.6	18.5	343.0
1898	35.5	-6.0	18.5	405.0
1899	34.8*	-11.5		553.8
1900	31.8	-3.8	16.1	741.5
1901				164.3

Fuente: Boletín del Observatorio Meteorológico Central, 1895, enero, p. 4-48
 Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897, 1898 y 1901
 Escobar, Rómulo, op. cit. p. 18

OBSERVATORIO DE SAN LUIS POTOSÍ

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1878				432.4
1879	31.7	0.4	17.5	380.2
1880	33.9	1.7	17.0	359.2
1881	31.9	1.0	16.7	444.0
1882	32.0	-1.0	18.8	347.5
1883	32.3	-1.8	16.9	404.0
1884	31.7	-1.0	17.2	189.9
1885	31.7	1.1	17.9	484.0
1886	31.5	1.5	17.4	403.3
1887	31.0	0.0	17.3	506.8
1888				504.8
1889	29.0*			331.0
1890	32.5	-0.8	16.5	531.2
1891				257.6
1892	30.2*	-2.2*		244.5
1893	33.1*	1.5*		414.1
1894	30.9	-0.6	17.9	229.1
1895	31.8	-3.3	17.7	235.7
1896	30.3*	-0.4		249.7
1897	30.6	1.7	17.8	367.8
1898	34.1*	0.3*		383.5
1899	32.6*			200.1
1900	33.0	2.8	18.0	264.0

Fuente: Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Alzate", vols. I y X, p. 418 y 80
 Boletín de Agricultura y Minería, años de 1892 a 1900
 Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897 y 1900
 Escobar, Rómulo, op. cit. p. 38-39

OBSERVATORIO DE TACUBAYA

Año	Precipitación (en mm)
1884	492.6
1885	679.6
1886	582.9
1887	846.5
1888	632.2
1889	713.2
1890	792.5
1891	883.0
1892	485.7
1893	726.8
1894	388.5
1895	627.7
1896	440.3
1897	665.4
1898	681.1
1899	626.8
1900	668.8

Fuente: Escobar, Rómulo op. cit. p. 36-37

OBSERVATORIO DE TEPIC

Año	Precipitación (en mm)
1844	1 270.0
1845	1 066.8
1846	1 524.0
1847	1 765.3
1848	1 727.7
1849	1 955.8
1850	1 892.3
1851	1 638.3
1852	1 447.8
1853	1 333.5
1854	1 651.0
1855	1 231.9
1856	774.7
1857	609.6
1858	952.5
1859	1 854.2
1866	1 498.6
1867	1 384.3
1868	1 663.7
1885	1 447.8
1886	1 155.7
1887	1 473.2
1888	1 676.4
1889	1 244.6
1890	1 409.7
1891	1 371.6
1892	1 231.6
1893	1 606.2
1894	1 181.1

Fuente: Escobar, Rómulo op. cit. p. 40-41

OBSERVATORIO DE TEZIUTLAN

Año	Precipitación (en mm)
1878	1 339.2
1879	1 927.2
1881	1 884.2
1882	1 263.2
1884	1 240.6
1888	2 268.2

Fuente: Escobar, Rómulo. op. cit. p. 34-35

OBSEVATORIO DE TOLUCA

Año	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. media	Precipitación (en mm)
1883				729.9
1884				563.1
1892	27.9*	-2.6*		662.9
1893	26.9*	-2.0*		843.7
1894	27.6	-3.8	12.5	572.8
1895	27.5	-4.2	12.7	660.3
1896	28.2*	-3.8*		618.8
1897	27.8	-3.2*	14.3	549.6
1898	29.8*	-2.0		778.5
1899		-1.5		715.1
1900	26.8	2.0	14.7	733.7
1901	28.9	-6.6	12.9	628.2

Fuente: Boletín de Agricultura y Minería, años de 1892, 1893, 1896 y 1898

Memoria de la Secretaría de Fomento, años de 1894, p. 198

Escobar, Rómulo op. cit. p. 21-22

OBSERVATORIO DE TUXPAN

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1879				1592.5
1881				1505.5
1883				1589.0
1884				1109.3
1885				893.0
1886	40.0*	10.0*		
1887	33.0*	8.0*		
1889				1716.1
1890				1199.1
1891	31.0*	14.0*		1839.0
1892	33.8*	8.0*		
1893	33.0*	14.5*		
1898	33.0*	8.0*		
1899	40.8*	8.4*		

Fuente: Diario Oficial de la Federación, años de 1886, 1887 y 1891

Boletín de Agricultura y Minería, años de 1893, 1898 y 1899

Escobar, Rómulo op. cit. p. 33-34

OBSERVATORIO DE ZACATECAS

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitación (en mm)
1874				900.0
1875				844.0
1876				687.0
1878	21.3	-5.2	13.2	560.0
1879	22.5	6.1	12.5	672.0
1880	22.0	5.3	12.7	690.0
1881	21.0	6.4	13.1	700.0
1882	21.1	6.5	12.3	717.0
1883	21.7	7.1	12.8	825.0
1884	22.5	5.3	14.6	990.0
1885	21.7	6.2	14.3	981.0
1886	39.9*	1.2*	12.1	978.0
1887	31.5*	-1.4*	14.4	978.0
1888				1446.8
1889	30.5*	-0.5*		562.9
1890	31.0*	1.0*		658.6
1891	30.0*			412.0
1892	30.0*	2.0*		226.0
1893	32.0*	1.0*		163.0
1894	27.7	-0.5	16.1	368.9
1895	32.2	-7.2	15.6	271.8
1896	27.8*	-4.0*		480.6
1897	29.0	-1.2	15.8	784.9
1898	34.0*	1.0*		516.0
1899		-4.0*		409.0
1900	28.4	-4.0	13.8	805.3
1901				452.9

Fuente: Memoria de la Sociedad Científica "Antonio Álzate", 1888, vol. I, última página

Diario Oficial de la Federación, años de 1886, 1887 y 1889-1891

Boletín de Agricultura y Minería, años de 1892, 1893, 1896, 1898 y 1899

Anuario Estadístico de la República Mexicana, años de 1897 y 1900

Escobar, Romúlo op. cit. p. 14-15

OBSERVATORIO DE ZAPOTLÁN

Año	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (en mm)
1893	32.9*		
1894	31.1*	6.5*	663.0
1895	34.0*	7.8*	836.3
1896	32.5*	6.8*	915.9
1897	33.0*	6.8*	886.5
1898	33.9*	5.4*	1027.7
1899	30.9*	4.1*	963.5
1900	29.5*	7.0*	1008.1
1901	35.0	3.6	1001.8

Fuente: Boletín de Agricultura y Minería, años de 1893 a 1900

APÉNDICE N° 2

COMPORTAMIENTO DE LA LLUVIA EN LA REPÚBLICA MEXICANA
DURANTE EL SIGLO XIX

AÑO	AREA GEOGRÁFICA AFECTADA	CARACTERÍSTICAS	EFFECTOS
1800	Intendencia de Yucatán	Sequía	Pérdida de cosechas (3)
1801	Valle de México	Sequía	Pérdida de cosechas (1)
1802	Nuevo Reino de León Ometepec (Guerrero)	Inundaciones Abundantes lluvias	se cambia de sitio a las villas de Lampazos, Azanza y Reinosa debido a las inundaciones ocurridas en estos lugares (3) Pérdidas de cosechas y destrucción de puentes y caminos (3)
1804	Huatla, Oaxaca Valle de México	Escasez de lluvias Sequía	Pérdida de siembras Pérdida de ganado (1)
1805	Yucatán	Escasez de lluvias	Masas de indígenas emigran a las principales poblaciones buscando comida (1)
1805-07	Coahuila	Sequía prolongada (1)	
1806	Ciudad de México	Inundaciones	El lago de Texcoco alcanza una extensión igual a la del siglo XVI (4)
1807	Yucatán	Escasez de lluvias	Pérdida de las cosechas y falta de cereales para alimentar a la población (1)
1808	Afectada la mayor parte de los cultivos de cereales del Virreinato de la Nueva España (México)	Sequía prolongada en todo el reino	Malas cosechas (1)
1809	Afectada la mayor parte de los cultivos de cereales del Virreinato	Sequía general. Heladas anticipadas	Pérdida de la mayor parte de la cosecha de maíz (1)
1810-11	Todo el Virreinato	Escasez de lluvias	Pérdida de las cosechas (1)
1816	Coahuila	Sequía	Pérdida de ganado (1)
1820	Virreinato de la Nueva	Excesivas lluvias (3)	

	España		
1821	Yucatán	Posible sequía	Bando del gobierno que permite la libre importación de harinas a los puertos de Yucatán (2)
1830	Ciudad de México	Escasez de lluvias	La escasez de agua en la capital afecta la molienda casera de los cereales (2)
1831	Ciudad y Valle de México	Escasez de lluvias	La escasez de lluvias afecta los potreros de los alrededores de la ciudad, con lo que se encarece la carne (2)
1834-35	Yucatán	Escasez de lluvias	Mal año para la agricultura. (2)
1842	Guadalajara, Jalisco	Escasez de lluvias	La escasez de agua en el verano obliga al gobierno del estado a acordar la elaboración de un proyecto de acueducto (2)
1843	Distrito Federal Tuxtla, Veracruz	Abundantes lluvias Posible sequía	Desbordamiento del río Churubusco Se pierde la cosecha de algodón (2)
1844	Meztitlán, Hgc. Papantla, Ver. Acapulco, Gro. Jamiltepec, Oax	Abundantes lluvias	Las autoridades de varios estados solicitan ayuda del Gobierno Federal para atender a las poblaciones afectadas por las inundaciones. (3)
1850	Durango, Dgo.	Escasez de lluvias prolongada	Las siembras y las cosechas fueron escasas (2)
1853	Distrito Federal	Abundantes lluvias	Desbordamiento de los ríos Consulado, Churubusco, La Piedad y Mixcoac (3)
1854	Cadereyta, Qro. Distrito Federal	Escasez de lluvias que afecta la región durante siete años (1848-54) Lluvias abundantes	Durante siete años no se levanta una cosecha regular (2) Desbordamiento del río de La Piedad (3)
1860	Córdoba, Mirador (hda.) y Orizaba, Ver. Hacienda de Buenavista, D.F.	Baja precipitación	Los observatorios meteorológicos de estos lugares, registran un promedio de precipitación anual por debajo de lo normal (4)
1861	Córdoba, Mirador (hda.) y Orizaba, Ver. Hacienda de Buenavista, D.F.	Abundante precipitación	Los observatorios meteorológicos de estos lugares, registran un promedio de precipitación anual, por arriba de

			lo normal (4)
1864	Distrito Federal	Abundante precipitación	inundaciones en Iztapalapa y la Ciudad de México (3)
1865	Tizayuca y Mezquitlán, Hgo. Colima, Col. Tlanepantla, Chalco y Texcoco, Edo. de México	Abundante precipitación	Inundaciones en diversas poblaciones del centro del país (3)
1866	Ciudad de México	Lluvias abundantes	Inundaciones en la capital, el lago de Texcoco aumenta considerablemente su tamaño (4)
1868	Chiapas Coahuila Guerrero Nuevo León Oaxaca Rincón de Ramos, Ags. Valle de México	Sequía severa Escasez de lluvias Sequía general en todo el estado Sequía Sequía general en todo el Estado Escasez de lluvia y calor excesivo Sequía severa	Pérdida de las cosechas. Muerte del ganado. Los granos se encarecen. Se paralizan las labores Los precios del maíz y el zacate se encarecen Para evitar el encarecimiento del maíz el gobierno crea depósitos y vende el grano a bajo precio Cosechas afectadas Siembras afectadas. Pobreza generalizada El arzobispo de México, en vista de la persistente sequía, manda que en todas las iglesias del valle se hagan rogativas durante tres días (2)
1870	Distrito Federal	Abundantes lluvias	Inundaciones en la Villa de Guadalupe y la Ciudad de México (3)
1873	Orizaba, Ver. Hacienda de Pabellón, Ags. Hacienda de Buenavista y Ciudad de México, D.F.	Escasez de lluvia	Los observatorios meteorológicos de estos lugares, registran una precipitación anual por debajo del promedio (4)
1874	Colima, Col. Guadalajara, Jal. Ciudad de México y Hacienda de Buenavista, D.F. Querétaro, Qro. Zacatecas, Zac.	Abundantes lluvias	Los observatorios meteorológicos de estos lugares, registran una precipitación anual por arriba del promedio. Destaca el caso de Querétaro que durante los años de 1870 a 1876, registra promedios de precipitación anual por arriba de la media (4)

1874	Distrito Federal	Abundantes lluvias	Inundaciones en la Villa de Guadalupe, Tlalpán y la Ciudad de México (3)
1875	Colima, Col. Hacienda de Pabellón, Ags. Hacienda de Buenavista y Ciudad de México, D.F.	Escasez de lluvia	Los observatorios de estos lugares registran una precipitación anual por abajo del promedio (4)
1877	Valle de México Tarímbaro, Ario y Zinapécuaro, Mich. Guanajuato Coatepec, Ver. Distrito Federal Parras, Coah., Durango Colima, Col. Guadalajara, Jal. Guanajuato y León, Gto. Ciudad de México Oaxaca, Oax. Pabellón, Ags. Puebla, Pue. Querétaro, Qro. San Luis Potosí Tacubaya, D.F. Teziutlán, Pue. Toluca, Edo. de Méx. Tuxpan, Ver.	Sequía Escasez de lluvia Escasez de lluvia Escasez de lluvias Escasez de lluvias Se registran lluvias por debajo del promedio, de acuerdo a los datos de precipitación que se tienen para el periodo 1877-1901 (4)	El lago de Texcoco se seca (3) Se pierden cosechas Se pierde la tercera parte de las cosechas Casi no hay existencia de maíz, frijol y trigo en los graneros El monto de las cosechas disminuye considerablemente Disminuyen las cosechas a una tercera parte de lo que se acostumbra cosechar (2)
1878	Colima, Col. Ciudad de México Puebla, Pue. Querétaro, Qro. San Luis Potosí, S.L.P.	Se registran lluvias por arriba del promedio, de acuerdo a los datos de precipitación que se tienen para el periodo 1877-1901	Los observatorios meteorológicos de Colima, México y Querétaro, registran la más alta precipitación histórica anual del periodo 1877-1901 (4)
1881-83	Aguascalientes y Pabellón, Ags. Guanajuato y León, Gto. Mazatlán, Sin. Ciudad de México Oaxaca, Oax. Puebla y Teziutlán, Pue. Querétaro, Qro. San Luis Potosí, S.L.P.	Se registran lluvias por arriba del promedio, de acuerdo a los datos de precipitación que se tienen para el periodo 1877-1901	En 1881 el observatorio meteorológico de Mazatlán, registra la más alta precipitación histórica anual del periodo 1877-1901 En 1883 el observatorio meteorológico de León, registra la más alta precipitación histórica

	Toluca, Edo. de Méx. Tuxpan, Ver. Zacatecas, Zac.		anual del periodo 1877-1901 (4)
1882	San Juan del Río, Qro. Litoral del Pacífico, Manzanillo, Col. Centro del país	Falta de lluvias. Heladas tempranas Falta de lluvias. Sequía en localidades tradicionalmente lluviosas	Perdidas las cosechas de maíz casi en su totalidad Se pierden las cosechas en las costas de Manzanillo Malas cosechas en general (2)
1883	Ramos-Arizpe, Coah. Huetamo, Mich.	Sequía Falta de lluvias	Pérdida de las cosechas de maíz y frijol Alza en el precio de los cereales. se exenta de impuestos el maíz que se introduce al distrito de Huetamo (2)
1884	Todo el interior del país Distrito de Monclova Valle de México Aguascalientes y Pabellón, Ags. Guadalajara, Jal. Guanajuato y León, Gto. Huejutla, Hgo. Ciudad de México Oaxaca, Oax. Puebla y Teziutlán, Pue. Querétaro, Qro. San Luis Potosí, S. L. P. Tacubaya, D. F. Toluca, Edo. de Méx. Tuxpan, Ver.	Falta de lluvias en la temporada Sin lluvia y falta de agua Sequía Registran lluvias por debajo del promedio, de acuerdo a los datos de precipitación que se tienen para el periodo 1877-1901. Este acontecimiento, confirma el hecho de que en este año se presenta una de las grandes sequías del siglo XIX.	Pérdida casi total de las cosechas. Carestía de artículos de primera necesidad Grandes pérdidas de grano. Venta de agua potable a la población a precios excesivos (2) El lago de Texcoco disminuye considerablemente su volumen y extensión (3) Los observatorios meteorológicos de Guadalajara, Pabellón, San Luis Potosí y Tuxpan, registran la precipitación mínima histórica anual del periodo 1877-1901. (4)
1885	Querétaro Zacatecas	Lluvia en abril. No llovió desde el 15 de mayo hasta principios de agosto. Escasez de lluvias	Se secaron las sementeras, pero con lo llovido en agosto se recuperó cerca de la mitad de la cosecha. (2). Los datos del observatorio meteorológico de Querétaro reportan que las lluvias se encuentran dentro del promedio (4) No se hicieron siembras. Se perdieron las de temporal

1885	Oaxaca Valle de Tulancingo Aguascalientes, Ags. Guadalajara, Jal. Guanajuato y León, Gto. Mazatlán, Sin. México y Tacubaya, D. F. San Luis Potosí, S.L.P. Tepic, Nay.	Falta de lluvias Escasez de lluvias. Inundaciones en varios lugares por la lluvia caída en septiembre Registran lluvias por arriba del promedio de precipitación que se tiene del periodo 1877-1901	Pérdida de sementeras Se perdieron las cosechas de temporal (2) Los observatorios meteorológicos de Aguascalientes y Guanajuato, registran la precipitación máxima histórica anual del periodo 1877-1901. (4)
1886	Sinaloa	Mala temporada de lluvias	Se levantó la cuarta parte de la cosecha (2)
1886-87	Nuevo León Chihuahua Sonora	Sequía continua desde octubre de 1886 No llueve No llueve desde octubre hasta julio	Campos secos. Pérdida de ganado Algunos ranchos de entre Magdalena y Hermosillo pierden 10 mil reses (2)
1887	Sonora Chiapa de Corzo, Chis. San Pedro, Coah. Guanajuato y León, Gto. Mazatlán, Sin. México y Tacubaya, D.F. Oaxaca, Oax. Pabellón, Ags. Puebla, Pue. Querétaro, Qro. Saltillo, Coah. San Luis Potosí, S.L.P. Tepic, Nay. Zacatecas, Zac.	Deja otra vez de llover Falta de lluvia durante 40 días Lluvias irregulares en la temporada y ninguna en agosto Registran lluvias por arriba del promedio de precipitación de, acuerdo a los datos que se tienen del periodo 1877-1901	Altas temperaturas. Las fuentes disminuyen su caudal Pérdida de cosechas Muerte de ganado. Pérdida de cosechas. Se seca el río Nazas. (2) La información meteorológica de San Luis Potosí y Querétaro, parece no concordar con la que se tiene de archivos (2) y (4)
1888	León, Gto. Ciudad de México Oaxaca, Oax. Pabellón, Ags. Puebla y Teziutlán, Pue. Saltillo, Coah. San Luis Potosí, S.L.P. Tepic, Nay. Zacatecas, Zac.	Registran lluvias por arriba del promedio de precipitación, de acuerdo a los datos que se tienen del periodo 1877-1901	Los observatorios meteorológicos de Oaxaca, Pabellón, Puebla, Tepic, Teziutlán y Zacatecas, registran su máxima precipitación histórica anual, del periodo 1877-1901. (4)
1889	Frontera, Tamaulipas y Nuevo León	Falta de agua	Se secan las norias. Pérdidas de cosechas de maíz y frijol

	La Mariposa, Coah. Pinos, Zac. Mazatlán y Culiacán, Sin. León, Gto. Ciudad de México San Luis Potosí, S.L.P. Huejutla, Hgo. Oaxaca, Oax,	Sequía	Mortandad de ganado. La cosecha de cereales se pierde por doquier. El perjuicio en el ganado es grave en casi todo el país (2)
1893	Oriente de Sonora y Poniente de Chihuahua	Escasez de lluvia	Muere el ganado. La cosecha de trigo se pierde. El pueblo padece por falta de agua (2)
1894	Durango Cerralvo, Nuevo León San Luis Potosí, S.L.P. Distrito de Huauchinango, Pue.	No llovió en todo el año Sequía Retraso de la temporada de lluvias Escasez de lluvias	Mortandad de animales. Siembras perdidas. En muchos lugares no se siembra Campos áridos. Hay hambre entre la población Escasez de cereales. Descontento de la población (2)
1894-95	Choutla, Ver. y toda la Huasteca Veracruzana	Sequía	Se pierden las cosechas de maíz (2)
1895	Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato Tulancingo, Hgo. Distrito de León, Gto. Cd. Victoria, Tamps. Valle de Tehuacán, Pue. Rancho de Tijuana, B.C.	Lluvias insuficientes Falta de lluvias Lluvias escasas Falta de lluvias Nada de lluvias y heladas tempranas Abundante precipitación	Se obtuvo la tercera parte de la cosecha Pérdida de las cosechas Malas cosechas. Se reducen las siembras de trigo porque presas y bordos no están llenos Falta de agua en las norias y también para uso familiar Pérdida de las cosechas de temporal (2) Se desborda el río de Tijuana (3)
1896	Ciudad Juárez, Chih. León, Gto., Michoacán Calpulalpan, Tlaxco y Apizaco, Tlaxcala, Sta. María del Río, S.L.P.	No llueve y el río se seca Falta de lluvias. Empieza a llover en julio Falta de lluvias	Se afecta el rendimiento de las cosechas. Plagas Pérdida de las cosechas de temporal. Se pierden dos terceras partes de la cosecha.
1896	San Luis Potosí, S.L.P.	Falta absoluta de lluvias	Inmigración a la capital del estado en busca de trabajo (2)

1896-97	Río Mayo, Sonora	Fuertes heladas y carencia de lluvias	Se arruinan los cosecheros del río Mayo (2)
1897	Babispe, Baserac, Distrito de Lampazos, Nuevo León	Falta absoluta de lluvias	Malas cosechas de trigo (2)
1898-1900	Colima, Col. Guadalajara y Zapotlán, Jal. Guanajuato y León, Gto. Jalapa, Ver. Linares y Monterrey, N.L. Mazatlán, Sin. Mérida, Yuc. México y Tacubaya, D.F. Morelia, Mich. Oaxaca, Oax. Pachuca y Real del Monte, Hgo. Toluca, Edo. de Méx.	Los observatorios meteorológicos de estos lugares presentan promedios de precipitación anual por arriba de la media del periodo 1877-1901	En 1898 Jalapa, Mérida, Pachuca y Zapotlán, presentan la precipitación anual mas alta del periodo. En 1899 Monterrey registra el promedio de precipitación anual, más alto del periodo. (4)
1898	Tamaulipas Matehuala, S.L.P. Autlán, Jal.	Falta de lluvias Falta de lluvias Falta de lluvias	Se pierden la mayor parte de las cosechas tempranas Mortandad de ganado. No se siembra. Aumento de los precios del maíz y el frijol (2)
1899	Morales, S.L.P. Chiapas	Falta de agua Lluvias escasas e irregulares	 Disminución de la producción agrícola (2)
1900	Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo	Falta de lluvia en temporada	No se sembró y lo poco que se sembró se perdió (2)

FUENTE: 1. Florescano, Enrique y Susan wan (1995). *Breve Historia de la Sequía en México.* , Xalapa, Universidad Veracruzana. Apéndice 3, p. 178 y 179.

2 Guillermo Padilla Ríos y Luis Rodríguez Viqueira (1980). *Análisis histórico de las sequías en México.* México, SARH, p 39-43

3 Información obtenida de los grupos documentales del siglo XIX del Archivo General de la Nación. Ver bibliografía

4 Datos obtenidos de publicaciones del siglo XIX, ver cuadros de precipitación del capítulo II

BIBLIOGRAFÍA

- Atoala, Javier *et al* (1993). *El Sol y la Tierra. Una relación tormentosa*. México, FCE
- Azuela, Luz Fernanda (1995). *La Institucionalización de la Meteorología en México a finales del siglo XIX*. México, UNAM. Instituto de Investigaciones Sociales
- Bassols, Angel (1991). *Recursos naturales de México, teoría, conocimiento y uso*. México, Ed. Nuestro Tiempo, S.A.
- Brown, E. H. (1985), *Geografía pasado y futuro*, México, FCE.
- Burroughs, William J. (1992). *Weather cycles real or imaginary?*. Cambridge, University Press
- Calder, Nigel (1983). *El libro del clima*. Madrid, Novograph, S.A.
- Camarillo Cruz, Enrique (1984). *Climatología estadística diaria y horaria de la precipitación en el Observatorio Meteorológico Central de la Ciudad de México*. México. SARH, Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.
- Capel Sáez, Horacio (1981). *Filosofía y Ciencia en la Geografía Contemporánea*. Barcelona, De. Bucanova
- Dhérent, Cathérine y Petit-Renaud, Gérard (1994). *Using Archival Resources for Climate History Research*. Paris, UNESCO
- Diaz, Henry F. Y Markgraf, Vera (1992). *El Niño. Historical and paleoclimatic aspects of the soothern oscillation*. New York. Cambridge University Press
- Diccionario Porrúa de Historia, Biografía y Geografía de México* (1986). México, Editorial Porrúa, S.A. 2 volúmenes
- Dominguez, José Agustín (1894). *Memorias que presenta el encargado del Observatorio Meteorológico del Estado de Oaxaca*. Oaxaca. Imprenta del Estado.
- Dornbusch, Rudiger y Poterba, James (1994). *El calentamiento de la Tierra*. México, CONACYT
- Enciclopedia de México*. (1987). México. SEP. 12 volúmenes
- Garduño, René (1994). *El veleidoso clima*. México. SEP-FCE-CONACYT.

González García, Isabel (1911). *Los progresos de la Meteorología en México de 1810 a 1910*. México, Tipografía de la Viuda de Francisco Díaz de León.

Gribbin, John (1989). *El clima futuro*. Barcelona, Editorial Salvat

Florescano, Enrique y Espinosa, Lydia (1987). *Fuentes para el estudio de la agricultura colonial en la diócesis de Michoacán*. México, INAH, p. 10-25

Florescano, Enrique y Swan, Susan (1995). *Breve historia de la sequía en México*. Xalapa, Universidad Veracruzana

Forrester, Frank H. (1981) *1001 Questions answered about the weather*. Dover publications, New York

Humboldt, Alejandro (1984). *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. México, Editorial Porrúa S.A.

Iturriga de la Fuente, José (1988). *Anecdotario de viajeros extranjeros en México. Siglos XVI-XX*. México, FCE

Monkhouse, F. J. (1978). *Diccionario de términos geográficos*. Barcelona, Ed. Oikous-Tau

Moreno de los Arcos, Roberto (1980). *José Antonio Alzate Ramírez. Obras*. México, UNAM. Nueva Biblioteca Mexicana.

Organización Meteorológica Mundial (1973). *Cien años de Cooperación Internacional en Meteorología (1873-1973)*. Ginebra, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial.

Organización Meteorológica Mundial (1995), *Climate Change 1995: a report of the intergovernmental panel on climate change*, WMO-PNUE

Organización Meteorológica Mundial, (1966), *Reunión Plenaria del Panel Internacional Sobre el Cambio Climático (PICC)*, México.

Padilla, Guillermo, Rodríguez, Luis y et al, (1980), *Análisis histórico de las sequías en México*. México, SARH

Pastrana, Manuel (1906). *El Servicio Meteorológico de la República Mexicana*. México. Secretaría de Fomento.

Randle, P. H. (1966). *Geografía histórica y planeamiento*. Buenos Aires, De. EUDEBA.

Trabulse, Elías (1985). *Historia de la ciencia en México. Siglos XVI-XVIII*. México, CONACYT-FCE.

Sociedad Científica "Antonio Alzate" (1902). *Actas, Resoluciones y Memorias del Segundo Congreso Meteorológico Nacional*. México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento.

Vivó, Jorge A. (1958), *La conquista de nuestro suelo*. México, Ediciones de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación

Voituriez, Bruno (1994), *La atmósfera y el clima*, Barcelona, RBA Editores.

PUBLICACIONES PERIÓDICAS

Aguilar Santillan, Rafael (1887). "Apuntes para el estudio de las lluvias en México". México. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*. Tomo II. p. 97-122

Alzate Ramírez, José (1789). "Observación Meteorológica". Nueva España. *Gazeta de México* por Antonio Valdés. Martes 24 de marzo, tomo III. nº 28 p. 273-274

Ballester Pérez, Maritza y González Pedroso, Cecilia. (1997). "Relación entre la actividad solar y la ciclogénesis tropical en la región del Atlántico Norte". México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, *Revista de Geofísica* no 43. P. 101-113

Barcena, Mariano (1877). "La inauguración del Observatorio Meteorológico Central de México". México "Anales del Ministerio de Fomento", Imprenta de Francisco Díaz de León, vol. III

Barcena, Mariano (1880). "Informe que el Director del Observatorio Meteorológico Central presenta a la Secretaría de Fomento". México. *Memoria de la Secretaría de Fomento*. Imprenta de Francisco Díaz de León. p. 31

Barcena, Mariano (1882). "Informe del Director del Observatorio Meteorológico Central". México. *Memoria de la Secretaria de Fomento*. 1877-1882, tomo 1. p. 189

Díaz Covarrubias, Francisco (1863). "Dictamen del Sr. Socio D. Francisco Díaz Covarrubias sobre el establecimiento de observatorios meteorológicos". México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 4-5

Gómez de la Cortina, José (1850) "Proyecto de instrucción acerca del barómetro para medir alturas". México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 321-323

Gómez de la Cortina, José (1852). "El termómetro". México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 26

Gómez de la Cortina, José (1852) "Descripción y uso del higrómetro de Daniell". México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 27

Gómez Rojas, Juan Carlos (1991) "El cambio climático global". México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Agroclimatología*, número CLI. P. 59-76

FAO, (1991), "Los cambios climáticos y las actividades agrícolas, forestales y pesqueras", México, *Geografía y Desarrollo*, vol. II, núm. 6. P. 65-75.

Jáuregui Ostos, Ernesto (1978). "Algunos aspectos de las fluctuaciones pluviométricas en México en los últimos cien años". México, UNAM. *Boletín del Instituto de Geografía*. p. 44

Jiménez, Francisco (1859). "Resumen de observaciones meteorológicas hechas en la Ciudad de México, en el año de 1858". México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 492

León, Luis G. (1901). "Historia de la meteorología en México en el siglo XIX". México, *Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico de la Escuela Normal para Profesoras*. nº 1, p.80

León y Gama, Antonio (1787). "Observaciones meteorológicas del próximo año de 1786, hechas en México": Nueva España, *Gazeta de México* por Manuel Antonio Valdés. Martes 13 de febrero, tomo II, nº 28. p. 297-298

Moreno de los Arcos, Roberto (1994). "Científicos mexicanos del siglo XVIII". México, CONACYT, revista de *Ciencia y Desarrollo*, nº 115. p. 66-68

Moreno y Anda, Manuel (1899). "La variación diurna de la declinación magnética en Tacubaya". México, "*Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*", tomo XIV, p. 191-197

Moreno y Anda, Manuel (1901). "La prevención del tiempo y de los temporales". México, *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, tomo XV, p. 129-137.

Pastrana, Manuel (1906). "Informe presentado a la Secretaría de Fomento por el Director del Observatorio Meteorológico Central de México y del Servicio Meteorológico del País". México. *Boletín Mensual del Observatorio Central*. febrero. p. 164

Pérez, Lázaro (1891). *Anales del Ministerio de Fomento*. México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. p. 275-289

Quevedo, Miguel A. de (1921). "La necesaria orientación en los trabajos de la desecación del lago de Texcoco y problemas con que ella se ligan". México, *Memoria de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, tomo XL, p. 234

Riva Palacio, Vicente (1877). "Informe". México, *Anales del Ministerio de Fomento*, Imprenta de Francisco Díaz de León, vol. 1 p. 45

Reyes, Vicente (1878). "La ley de periodicidad de las lluvias en el Valle de México". México. *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*

Reyes, Vicente (1880). "Resumen de las observaciones practicadas en varios lugares de la República durante el año de 1879". México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 171

Rómulo, Escobar (1903). "Las lluvias en México". México, *Memoria de la Sociedad Científica Antonio Alzate*. Tomo XX.

Sánchez Santillán, Norma y Lanza Espino, Guadalupe. (1997). "Fluctuaciones térmicas y pluviométricas al noroeste del Golfo de México y su relación con las manchas solares" México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, *Revista de Geofísica*. p. 87-100

Sartorius, Carlos (1869). "Algunas observaciones adicionales al resumen meteorológico del año pasado". México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. p. 367-369

Tiscareño López, Mario *et. al.* (1998). "Algunos efectos del fenómeno climático El Niño en la agricultura mexicana". México, CONACYT, revista *Ciencia y Desarrollo*, no 139. p. 5-12

Torres, José (1947). "El Observatorio Meteorológico Magnético Central de México". México. *Memoria de la Sociedad Científica Antonio Alzate*. p. 1-13

DOCUMENTOS Y ARCHIVOS

Archivo General de la Nación (AGN). Fondos consultados:

AGN, (1881-1909), *Bosques*, caja 7, exp. 178

AGN, (1893-1896), *Bosques*, caja 1, exp. 19

AGN, (1896), *Bosques*, caja 2, exp. 8

AGN, (1787-1803), *Caminos y Calzadas*, vol. 11, exp. 14

AGN, (1805-1806), *Caminos y Calzadas*, vol. 22, exp. 4

AGN, (1853), *Desagüe del Valle de México*, vol. 20, exp. 4

AGN, (1853), *Desagüe del Valle de México*, vol. 20, exp. 6

AGN, (1853), *Desagüe del Valle de México*, vol. 20, exp. 7

AGN, (1854), *Desagüe del Valle de México*, vol. 20, exp. 10

AGN, (1855), *Desagüe del Valle de México*, vol. 8., exp. 108

AGN, (1864), *Desagüe del Valle de México*, vol., 8 exp. 107

AGN, (1865), *Desagüe del Valle de México*, vol. 8 , exp. 123

AGN, (1865), *Desagüe del Valle de México*, vol. 10, exp. 153

AGN, (1865), *Desagüe del Valle de México*, vol. 10, exp. 156

AGN, (1865), *Desagüe del Valle de México*, caja 70, exp. 48

AGN, (1865), *Desagüe del Valle de México*, caja 70, exp. 70

AGN, (1866), *Desagüe del Valle de México*, vol. 10, exp. 174

AGN, (1872), *Desagüe del Valle de México*, caja 89, exp. 1

AGN, (1873), *Desagüe del Valle de México*, caja 89, exp. 2

- AGN, (1874), *Desagüe del Valle de México*, caja 76, exp. 391
- AGN, (1878), *Desagüe del Valle de México*, caja 36, exp. 690
- AGN, (1878), *Desagüe del Valle de México*, caja 36, exp. 691
- AGN, (1879), *Desagüe del Valle de México*, caja 59, exp. 803
- AGN, (1885), *Desagüe del Valle de México*, caja 62, exp. 1,101
- AGN, (1885), *Desagüe del Valle de México*, caja 66, exp. 1,118
- AGN, (1885), *Desagüe del Valle de México*, caja 66, exp. 1,119
- AGN, (1891), *Fomento y Obras Públicas*, serie *Comisión de Límites entre México y los Estados Unidos*, caja 6, legajo 12, exp. 299
- AGN, (1895), *Fomento y Obras Públicas*, serie *Comisión de Límites entre México y los Estados Unidos*, caja 43, legajo 9, exp. 210
- AGN, (1841), *Gobernación*, legajo 142, exp.2
- AGN, (1843), *Gobernación*, sin sección, caja 259, exp. 3
- AGN, (1844), *Gobernación*, legajo 1451, exp. 3
- AGN, (1844), *Gobernación*, sin sección, caja 281, exp. 2
- AGN, (1772), *Impresos Oficiales*, vol. 48, exp. 3
- AGN, (1772), *Impresos Oficiales*, vol. 48, exp. 4
- AGN, (1901-1903), *Instrucción Pública y Bellas Artes*, caja 128, exp. 8
- AGN, (1800), *Intendencias*, vol. 75
- AGN, (1802-1808), *Provincias Internas*, vol. 208, exp. 1
- AGN, (1820), *Reales Cédulas originales*, vol. 222, exp. 112
- AGN, (1870), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 1, exp. 22
- AGN, (1870), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 1, exp. 24

AGN, (1874), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 8, exp. 8

AGN, (1874), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 8, exp. 56

AGN, (1875), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 8, exp. 67

AGN, (1876), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 8, exp. 76

AGN, (1877), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 8, exp. 86

AGN, (1883), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 4, exp. 152

AGN, (1886), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 4, exp. 178

AGN, (1886), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 4, exp. 179

AGN, (1889), *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*, serie *Canales y Ríos*, caja 5, exp. 284

AGN, (1894), *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*, serie *Lago de Chalco*, exp. 546/1

AGN, (1895), *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*, serie *Lago de Chalco*, exp. 546/4

AGN, (1895), *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*, serie *Lago de Chalco*, exp. 546/5