

00361



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

29 Reje.

FACULTAD DE CIENCIAS

"Influencia cualitativa y cuantitativa de los factores climáticos que inciden en la salinidad y temperatura del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. (1979-1986)".

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A : BIOL. NORMA LETICIA SANCHEZ SANTILLAN

DIRECTOR DE TESIS: DRA. GUADALUPE DE LA LANZA ESPINO M. EN G. ENRIQUETA GARCIA AMARO

MEXICO, D.F.

1994

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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.

**INFLUENCIA CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE  
LOS FACTORES CLIMATICOS QUE INCIDEN EN LA  
SALINIDAD Y TEMPERATURA DEL AGUA DE LA LAGUNA  
DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ (1979-1986).**

A mi compañero y esposo:

Eduardo Reyna Pacheco  
por su apoyo permanente.

A mis hijos:

Daniela y Emilio  
por el tiempo robado.

No os aconsejo la paz, sino la victoria.  
Que vuestro trabajo sea una guerra,  
que vuestra paz sea una victoria.

Nietzsche.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente la desinteresada co-dirección de esta tesis a la Dra. Guadalupe de la Lanza Espino y la Dra. Enriqueta García de Miranda, no solo por la profunda amistad que me han brindado a lo largo de todos estos años, sino también por el amor y el profesionalismo con los cuales se entregan al trabajo y a la loable tarea de ser maestras.

Al Dr. José Luis Castro Aguirre, el M. en C. Hermilo Santoyo, la M. en C. Claudina Berlanga y la Dra. Martha Signoret por las facilidades otorgadas en el campo y el laboratorio, sin las cuales no se hubiera podido desarrollar este trabajo.

A los miembros del jurado: M. en C. Arturo Aguirre-León, M. en C. José Luis García Calderón, M. en C. Andrea Raz-Guzmán Macbeth, Dr. Alberto Sánchez Martínez y al Dr. Alfonso Vázquez Botello por sus valiosas correcciones y sugerencias, que me permitieron mejorar este trabajo.

De manera muy particular al M. en C. Alfonso Esquivel Herrera, por su amistad y colaboración en el campo, en el laboratorio y en las sugerencias del tratamiento estadístico de la tesis.

Finalmente, agradezco a todos los colegas, amigos y profesores que contribuyeron a mi formación personal y como investigador. En especial al Dr. Guillermo Villarreal, al Dr. Ignacio Méndez Ramírez, al Dr. Artemio Gallegos y a la Dra. Silvia Bravo por sus aportaciones y comentarios.

## INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	5
AREA DE ESTUDIO.....	7
OBJETIVOS.....	9
MATERIAL Y METODOS.....	10
RESULTADOS Y DISCUSION	
* Caracterización climática de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.....	13
* Fluctuaciones térmicas y pluviométricas anuales durante un período secular en la planicie costera de la Cuenca Tamiahua- Poza Rica y su relación con el número de manchas solares.....	29
* Caracterización hidrológica de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz (1979-1986).....	35
CONCLUSIONES.....	49
LITERATURA CITADA.....	53
ANEXO 1 Gráficas de temperatura promedio mensual de la Cuenca Tamiahua- Poza Rica durante el período secular de 1922 a 1990.	
ANEXO 2 Interpretación meteorológica de las cartas diarias del tiempo para la Cuenca Tamiahua- Poza Rica durante el período secular de 1922 a 1990.	
ANEXO 3 Gráficas de precipitación total mensual promedio de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica durante el período secular de 1922 a 1990.	
ANEXO 4 Gráficas de sequía de medio verano o "canícula" promedio en la Cuenca Tamiahua- Poza Rica durante el período secular de 1922 a 1990.	
ANEXO 5 Gráficas ombrotérmicas a nivel mensual de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica durante el período secular de 1922 a 1990.	
ANEXO 6 Gráficas de precipitación pluvial total mensual y sequía de medio verano de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz en el período de 1979-1986.	

## RESUMEN

En este trabajo se establece la importancia cualitativa y cuantitativa de los factores macro, meso y microclimáticos que inciden en la Laguna Costera de Tampamachoco, Ver. durante el período de 1979-1986. En función del origen y cantidad de precipitación se delimitan tres temporadas: 1) Nortes de noviembre a febrero con 222 mm, 2) Secas en marzo y abril con 92 mm y 3) Lluvias de mayo a octubre con 1071 mm.

La Cuenca Tamiahua-Poza Rica presenta tres tipos climáticos del tipo  $BS_1$ ,  $Aw_1$  y  $Aw_2$  consecuencia de su orografía, ubicación geográfica y la incidencia de los vientos dominantes; el tipo  $Aw_1$  abarca toda la planicie costera, el  $Aw_2$  se ubica en toda la porción de sotavento de la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Tantima y el  $BS_1$  en la porción de la Sierra de Tantima.

Se caracterizan climáticamente los años de acuerdo con el volumen de precipitación y la temperatura del aire, basado en una observación de 1922 a 1990 y se establece la existencia de ciclos: para la precipitación de 1922 a 1939 (17 años), de 1940 a 1960 (20 años) y de 1961 a 1982 (21 años), en el inicio y final de cada ciclo se presentaron años muy secos que fueron 1938, 1940, 1961 y 1977. En el centro del ciclo aproximadamente se registraron años muy húmedos como 1929, 1952 y 1981. En la temperatura los ciclos abarcan de 1924 a 1941 (17 años), de 1942 a 1958 (17 años) y de 1959 a 1982 (23 años); se observa un período frío que abarca de 1922 a 1961 y de 1978 a 1981; en la serie secular se observaron dos años muy cálidos que fueron 1965 y 1966.

La cuenca registra una frecuencia de períodos climáticos de 20.67, 31 y 62 años, vinculados con los ciclos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 correspondientes a manchas solares. Los ciclos seculares de precipitación y temperatura, muestran un desfazamiento gradual: el máximo de 13 meses en la zona de la Laguna de Tampamachoco y la Isla Lobos; de 4 meses en las porciones de sotavento de la Sierra de Tantima y la Sierra Madre Oriental, y sin desfase en la zona de barlovento de la Sierra de Tantima.

La salinidad y temperatura del agua, delimitan cinco áreas hidrológicamente distintas dentro de la laguna: (I) En el Estero de la Mata que abarca 6% del área total, con promedios durante los nortes de  $21.7^{\circ}C$  y de  $31.35^{\circ}/\infty$ ; en secas de  $25.1^{\circ}C$  y de  $27.77^{\circ}/\infty$ ; en lluvias de  $22.8^{\circ}C$  y de  $25.25^{\circ}/\infty$ . (II) Constituye el 24 % del cuerpo principal de la laguna con promedios en nortes de  $22.2^{\circ}C$  y de  $33.26^{\circ}/\infty$ ; en secas de  $27.1^{\circ}C$  y de  $30.60^{\circ}/\infty$ ; en lluvias de  $28.7^{\circ}C$  y de  $25.80^{\circ}/\infty$ . (III) SO del cuerpo principal que abarca un 20% los promedios en nortes son de  $23.8^{\circ}/\infty$  y de  $30.87^{\circ}/\infty$ ; en secas de  $27.8^{\circ}C$  y de  $31.98^{\circ}/\infty$  en lluvias de  $30.2^{\circ}C$  y de  $23^{\circ}/\infty$ . (IV) Oeste del cuerpo principal

de la laguna que abarca un 20%, durante los nortes los valores promedio son de 23.6 °C y de 29.57 ‰, en secas de 27.8 °C y de 32.26 ‰; en lluvias de 29.2 °C y de 27.76 ‰. (V) Al SO de la laguna, constituida por lagunetas que abarcan un 30% del área total; los promedios durante los nortes de 23.6 °C y de 25.87 ‰ en secas de 26.2 °C y de 31.38 ‰ y en lluvias de 29.3 °C y de 26.10 ‰.

La salinidad del agua en las cinco áreas en las tres temporadas es consecuencia de la evaporación en un 16 % y en un 63 % de la precipitación; la temperatura del agua dependió en un 50 % de la temperatura del aire.

Las corrientes generadas por viento casionan la mezcla de toda la columna de agua durante las tres temporadas, con velocidades en nortes de 8.1 m/seg, en secas de 6.5 m/seg y en lluvias de 7.5 m/seg.

Se establece una distribución espacial y temporal en la laguna de acuerdo a las concentraciones de clorofila *a* del fitoplancton, semejante a las V áreas caracterizadas hidrológicamente; la distribución temporal es más amplia que la espacial, los intervalos de variación entre las áreas son: en nortes de 5.25 mg/m<sup>3</sup>, en secas de 22.6 mg/m<sup>3</sup> y en lluvias de 24.43 mg/m<sup>3</sup>. Se atribuye a las corrientes de viento la responsabilidad en la distribución espacial y la temporal respondió a las variaciones de salinidad ocasionadas por los aportes fluvial y pluvial.

## INTRODUCCION

Las lagunas costeras se caracterizan por su elevado nivel de exportación de materia y energía a los sistemas adyacentes, en virtud de la dinámica particular de sus aguas y de la interacción con la zona terrestre, que conlleva el acarreo de diversos materiales tanto orgánicos como inorgánicos, debidos principalmente a los escurrimientos derivados de las precipitaciones y al drenaje de aguas epicontinentales (Thom, 1967; de la Lanza, 1993).

A pesar de la diversidad que presentan estos ecosistemas, de acuerdo con su origen geológico, la variabilidad de sus condiciones ambientales y a la elevada hidrodinámica de cada una de las partes que los conforman, comparten características comunes (Fleming, 1948) como: alta productividad biológica, niveles elevados de materia y energía como resultado de la complejidad entre los diferentes niveles tróficos, (Margalef, 1969, 1978, 1980a y b; Margalef et al., 1979 y Steven et al., 1981).

Aún cuando los ecosistemas costeros son ecológicamente complejos, están básicamente regidos por factores físicos tales como las mareas, las corrientes, la luz y las variables climáticas que determinan las condiciones geológicas, hidrológicas, climáticas y biológicas (Yañez-Arancibia, 1987).

Las características hidrológicas y, de manera particular los patrones de distribución de salinidad y temperatura en las lagunas costeras, son el resultado de la interacción compleja de un conjunto de factores, (Fleming, 1948; de la Lanza, 1993) entre los que se cuentan:

- a) la influencia de las aguas marinas adyacentes durante la pleamar.
- b) la entrada de agua epicontinental proveniente de los estuarios, los escurrimientos y la precipitación pluvial, y
- c) la batimetría, forma y tamaño del cuerpo costero.

La salinidad y la temperatura del agua también se ven afectadas por otros factores tales como la temperatura ambiental, el viento dominante, el grado de insolación aunado a la nubosidad, la precipitación y la evaporación diferencial en diversos puntos de un cuerpo de agua resultante de sus características batimétricas particulares, que también influyen sobre el patrón de circulación. Estos en conjunto constituyen el microclima, el cual repercute en la escala temporal de las fluctuaciones meteorológicas en horas, días y semanas, y en la escala espacial está confinada al área de dicho ecosistema (Wyatt, 1973).

Es determinante la influencia directa del microclima sobre el comportamiento hidrológico de un cuerpo costero, y de manera indirecta en las escalas meso y macroclimáticas.

El mesoclima influye de manera indirecta en el microclima en una escala mensual, y se refiere al comportamiento de la circulación, los vientos, la temperatura ambiental, la evaporación y la precipitación pluvial. El área de influencia se limita espacialmente a las cuencas hidrológicas en donde se encuentran las lagunas costeras (Harris, 1980; de la Lanza, 1993).

El macroclima globaliza al comportamiento del Sol reflejado en el ciclo de las manchas solares, como una fuente generadora de calor, la cual modifica la posición geográfica, tamaño e intensidad de las celdas anticiclónicas. Son las celdas de alta presión Bermuda-Azores en el Atlántico Norte y la Celda del Pacífico en la parte norte de dicho océano, en donde se generan los Vientos Alisios y los Vientos del Oeste que junto con las masas de aire polar modificado, influyen de manera particular en México y, por ende en sus ecosistemas costeros (Mosíño, 1964b, Mosíño, 1966; García, 1967; García 1974; Herman y Golberg, 1978). La temporalidad de este efecto se refleja en la escala anual y secular (Herman y Golberg, 1978).

## ANTECEDENTES

Entre los trabajos que se tienen sobre la Laguna de Tampamachoco y el Estuario de Tuxpam, la mayoría versa sobre aspectos biológicos. Chávez (1969) agrupó la ictiofauna en categorías ecológicas de acuerdo con su comportamiento ante las variaciones de temperatura y salinidad. Castro Aguirre et al., (1980) analizaron las categorías poblacionales, desarrollaron un trabajo de taxonomía sistemática del estuario y la laguna en relación con mediciones de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto. Kobelkowsky (1981, 1989) abordó aspectos ecológicos ictiofaunísticos y consideró la temperatura y la salinidad. Campos-Verduzco et al., (1989) e Ibarra et al., (1989) registraron los valores de captura de mugílidos, los primeros asociaron el decaimiento de sus pesquerías durante los nortes y los últimos caracterizaron sus ciclos de vida. Ordóñez (1989) analizó la composición y estructura de la ictiofauna como resultado de la influencia de la localidad, los parámetros físicos y la época del año. Sánchez-Rueda (1989) recopiló y analizó la información taxonómica íctica de la laguna. Guzmán del Prío (1989) evaluó el impacto de la descarga térmica sobre peces, moluscos y crustáceos. López et al., (1989) refieren la ictiofauna de acuerdo con su origen marino, estuarino y epicontinental y analizaron sus hábitos alimenticios.

Se han estudiado también las poblaciones bentónicas de moluscos asociadas a los diferentes tipos de sustrato (Quintana y Mulia 1981). Villalpando (1989) analizó el estado de los bancos ostrícolas. Martínez y Villaseñor (1989) determinaron el efecto del cloro y la temperatura en organismos incrustantes a partir de bioensayos. Méndez (1989) analizó la influencia del dragado en la abundancia poblacional de poliquetos. Villarreal (1989) abordó el impacto de la depredación del caracol *Melongena melongena* sobre las poblaciones de ostión.

La composición florística del manglar fue analizada por Bonilla et al., (1989). Cruz-Abrego (1989) reportó la composición específica del plancton, necton y bentos durante los nortes. Sánchez Rodríguez y Valenzuela (1989) asociaron los registros florísticos asociados a la salinidad y la temperatura. García (1989) zonificó la laguna en cuatro áreas de acuerdo con la estimación de la producción primaria fitoplanctónica. Buit (1989) registró dos zonas diferentes de producción primaria. Existen otros trabajos cuyo aporte sobre los aspectos físico-químicos es más amplio, como es el caso de Arregoitia (1980) sobre la variación estacional de la clorofila *a* en el fitoplancton, el cual se apoyó en datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Signoret et al., (1986) evaluaron la productividad primaria fitoplanctónica y complementaron sus registros con algunos parámetros físico-químicos. Esquivel et al., (1980) analizaron datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el estudio del zooplancton de la laguna, como puntos de reforzamiento para conocer la distribución espacial y temporal, así como el comportamiento de dicha comunidad. De la Campa et al., (1989) desarrolló un estudio ecológico del zooplancton de acuerdo a la variación estacional.

Sánchez-Santillán (1980) analizó aspectos físico-químicos, y propuso áreas con diferentes niveles hidrodinámicos, en función de los resultados.

Entre los estudios climáticos existe una cantidad importante de trabajos efectuados a nivel de la tropósfera inferior, que se han desarrollado sobre México, con temas generales de climatología. Entre los principales aspectos que se han abordado se tienen la circulación general de los vientos (Mosiño, 1959; García, 1967), la precipitación y sus causas (Mosiño, 1969; García, 1970, 1974), los ciclones, tormentas tropicales y nortes (Mosiño, 1959, 1964a, 1964b, 1966; Jauregui, 1967, 1968 y 1989; Gray, 1979), la asociación de los tipos climáticos con la vegetación (Mosiño, 1966; García, 1970), y las temporadas de sequía y sus posibles causas (García y Mosiño, 1966). Se cuenta sólo con un trabajo sobre la variación climática y su influencia en el patrón de distribución de la temperatura y salinidad de la Laguna de Huizache y Caimanero, Sinaloa, así como de las variaciones batimétricas ocasionadas durante la época de estiaje en la cual la laguna pierde un 60% de su volumen total (Sánchez-Santillán y de la Lanza 1994).

## AREA DE ESTUDIO

La laguna costera de Tampamachoco se ubica al norte del Estado de Veracruz, a 8 kms al oeste de la Ciudad de Tuxpam de Rodríguez Cano, en la desembocadura del río de mismo nombre entre las coordenadas: 21°00' Norte y 97°30' Oeste (Fig. 1). Forma parte del complejo Laguna de Tamiahua y con el Río Tuxpam constituye el límite meridional de dicho sistema. Se ubica dentro de la Cuenca Hidrológica Tamiahua-Poza Rica en las coordenadas: 98°00'---96°45' Norte y 22°30'---22°00' Oeste

El Río Tuxpam tiene una profundidad de 7 a 8 m y la distancia en su desembocadura es de 112 kms (Jiménez, 1979). Se comunica con la Laguna de Tampamachoco por un canal corto en el extremo sur, lo que hace que ésta esté dominada hidrodinámicamente por el Estuario de Tuxpam. Tampamachoco presenta salinidades entre 19 y 30‰ y la temperatura del agua se ubica entre 15 y 33°C (Chávez, 1969). El cuerpo principal de la laguna tiene una longitud de 6.7 km y una anchura de 2.8 km. En la porción noroccidental se continúa con otros cuerpos más pequeños como la Ensenada de Camacho, La Laguna de Enmedio, Boquerón, El Tochón y la Laguna de Martínez. Estos cuerpos, junto con el principal, cubren un área total de alrededor de 1500 hectáreas (Fig. 2).

La profundidad media de la laguna es de 0.6 a 0.8 m, con un canal de navegación hacia la parte oriental del cuerpo principal, cuya profundidad es de 2.5 a 3.0 m. Paralela al canal, corre una barra formada por el material extraído en dragados. Dicha barrera tiene varios islotes que, al igual que los márgenes de la laguna, están cubiertos por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y algunas matas ocasionales de botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Esquivel, 1981).

El fondo de la laguna es arcilloso en la región suroeste, limoso y limo-arcilloso en las regiones norte, central y este, y limoso con gran proporción de fragmentos de concha (grava de conchas o conchilla) en los canales (Gutiérrez, 1977; Villarreal, 1989).

Los bancos de ostión en explotación se localizan en la región suroeste de la laguna, además de otros no explotados en una región amplia al oeste.

El clima en la laguna es  $Aw_2''(e)$ , es decir, cálido subhúmedo, con régimen de lluvias en verano. Su temperatura media anual es de 25°C la temperatura mínima es de 19.8°C en enero, en tanto que la máxima es de 28.2°C en junio. La precipitación anual es de 1358.6 mm, siendo enero el mes más seco con 14.8 mm y septiembre el más lluvioso con 310.6 mm. Presenta canícula con una estimación relativa del 14.85% y la oscilación térmica es de 8.1°C, por lo que se considera una localidad extremosa con marcha de temperatura intertropical, ésta última característica la presentan localidades ubicadas entre los Trópicos de Cáncer y de Capricornio, se refiere a la presencia de dos máximos térmicos en el año ocasionados por el doble paso del sol por el cenit, los cuales se registrarán más juntos conforme más cercano se

encuentre el Ecuador (García, 1967).

Por su posición geográfica, la laguna queda bajo la influencia de los vientos Alisios, así como por las masas de aire polar modificado ó "nortes" (Mosíño, 1964b; Mosíño, 1966; García, 1967).

La Laguna costera de Tampamachoco se considera del tipo II-B, con una sedimentación diferencial de terrígenos, asociada a un sistema deltáico con una sedimentación irregular y/o hundimientos de la superficie dada por efectos de compactación. Su boca se ha formado y modificado en los últimos 5 000 años. Presenta barreras arenosas de formación rápida, con zonas marginales someras y/o depresiones intradeltáicas; los sedimentos llenan estos deltas someros produciendo lagunas a menudo de tipo elongado y efímeras. Presentan barreras de tipo arenoso con manglares localizados en éstas y en los ríos o distributarios, los cuanles presentan una forma y batimetría cambiante, lo que genera modificaciones en la profundidad y cobertura de la laguna, en un proceso que vá de manera muy lenta a muy rápida; la energía en generada en estos casos es típicamente baja y varía con la descarga de los ríos (Lankford, 1977).

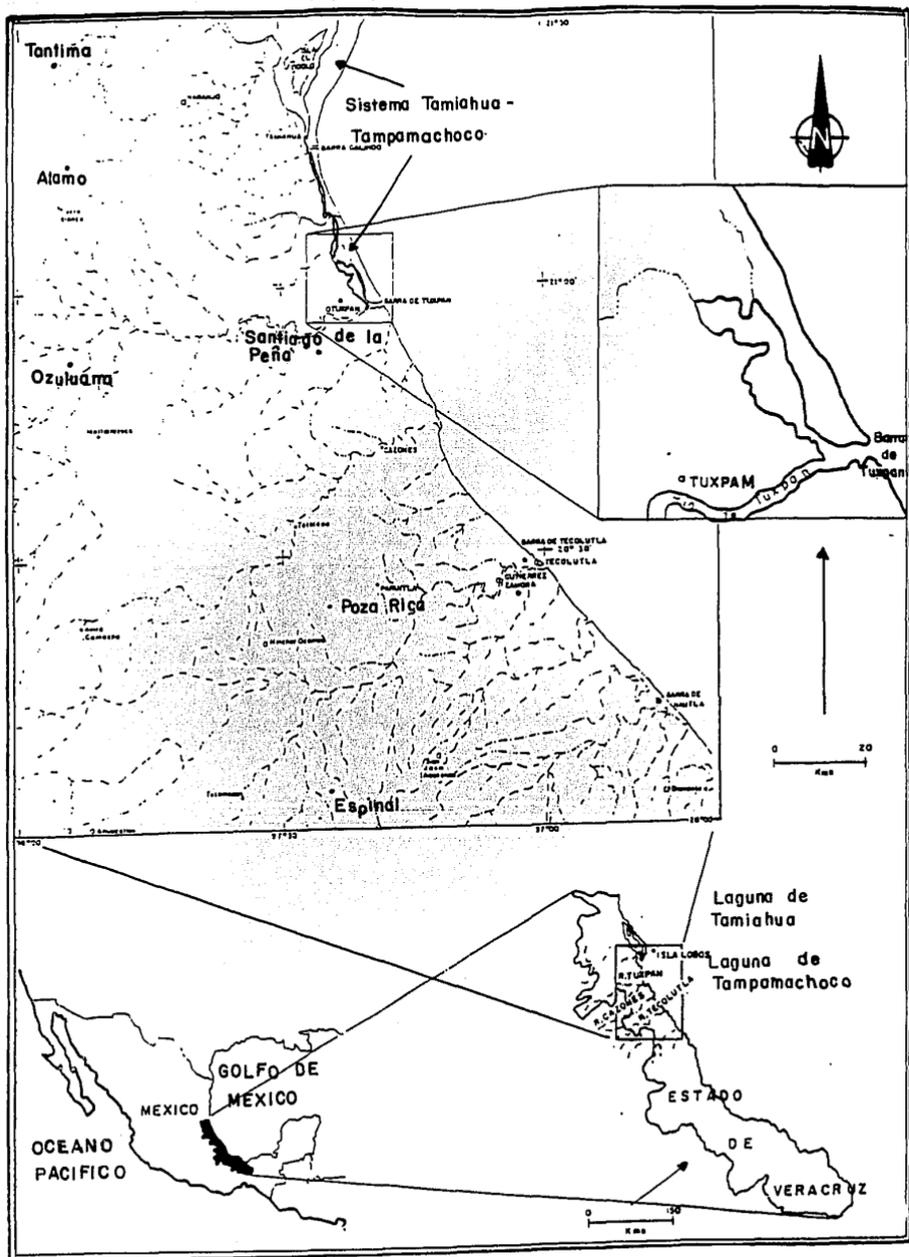


Figura 1. Localización geográfica de la Cuenca Tamiahua Poza Rica

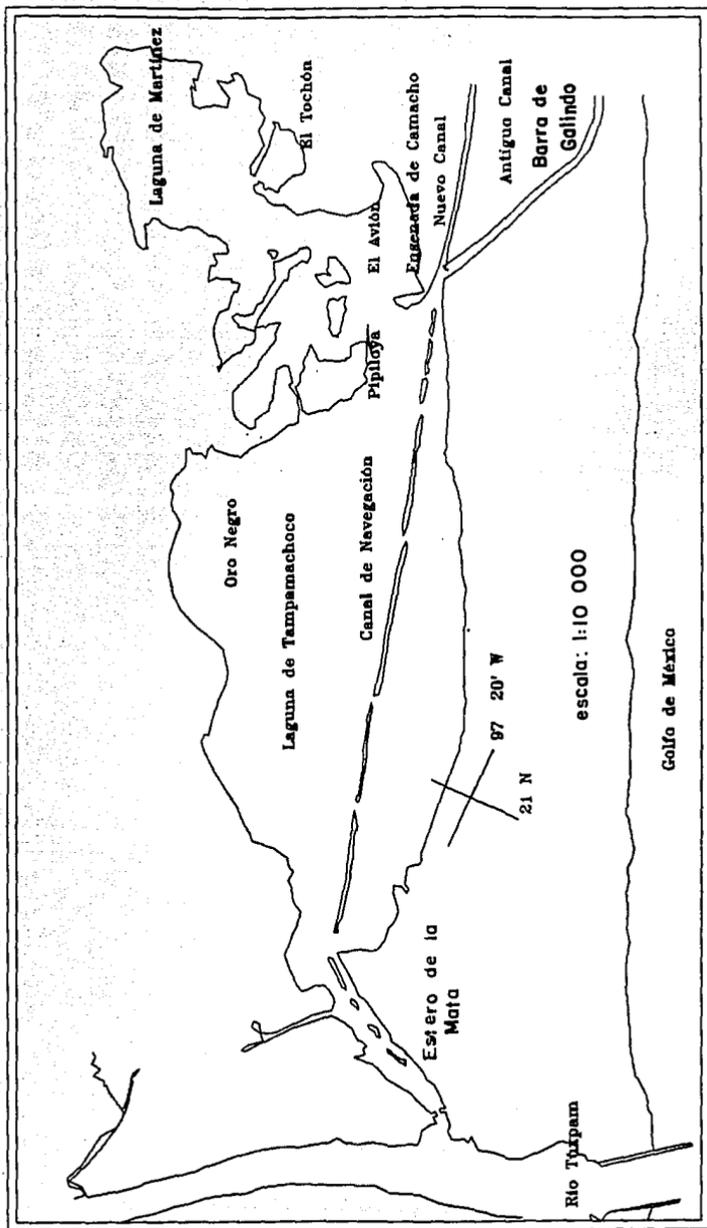


Figura 2: Laguna de Tampamachoco. Toponimia

## OBJETIVO GENERAL

Establecer cuali y cuantitativamente la influencia del micro, meso y macroclima sobre la salinidad y temperatura del agua para la Laguna de Tampamachoco, Veracruz.

## OBJETIVOS PARTICULARES

1. Caracterizar climáticamente la Cuenca Tamiahua-Poza Rica en función de la precipitación pluvial, la sequía intraestival, la temperatura y el viento dominante como respuesta a la orografía e hidrografía, así como del establecimiento de las temporadas climáticas.
2. Analizar las fluctuaciones térmicas y pluviométricas en la laguna en un período secular, y su relación con los tres ciclos de las manchas solares.
5. Caracterizar hidrológicamente la laguna durante el período 1979-1986, en función de la salinidad y la temperatura del agua, y relacionar los resultados con los factores microclimáticos: temperatura del aire, precipitación pluvial, sequía intraestival, evaporación y vientos dominantes.

### A) METODOS CLIMATICOS.

Para delimitar la cuenca hidrológica Tamiahua-Poza Rica se tomaron como base las cartas topográficas y del uso del suelo y vegetación (escala 1:250 000) (INEGI, SPP 1983a, 1983b, 1983e y 1983f), se definió ésta a partir del parteaguas de la Sierra Madre Oriental hasta la planicie costera, donde se ubica la laguna.

El análisis de las condicionantes climáticas de la cuenca (orografía e hidrografía) se desarrolló a partir de las cartas hidrográficas, topográficas y edafológicas a escala 1: 250 000 (INEGI, 1982a, 1982b, 1983c, 1983d, 1983e, 1983f).

La caracterización climática de la cuenca se llevó a cabo de acuerdo con los criterios propuestos por García (1964), para lo cual se utilizaron los valores de precipitación y temperatura ambiental registrados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), de 1922 a 1990. La información corresponde a las 12 estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca Tamiahua-Poza Rica (Fig.3), las cuales se consideran de largo período por tener más de 30 años de registro. Estos datos se sometieron a la prueba de homogeneidad con el objeto de llenar huecos pequeños y tener así las series continuas para facilitar el análisis estadístico, esta prueba consiste en sacar la media estadística de los tres valores superiores e inferiores al faltante y promediarlos.

De manera complementaria a la regionalización climática, se desarrollaron diagramas ombrotérmicos y climogramas. En las primeras, se superpuso la curva ómbrica (curva de lluvias) a la curva térmica, con una escala de  $2t + 28/2$  según correspondió a los climas determinados. A partir de estos diagramas se detectaron los meses cuya curva ómbrica quedó situada por encima de la curva térmica, a los que se consideró húmedos, y aquellos cuya curva ómbrica quedó por debajo de la curva térmica, los meses secos (Pagney, 1982). En los climogramas se mostró la relación entre la temperatura media y la precipitación total y se corroboró la regionalización climática determinada en la cuenca.

A partir de la función gamma para los datos de precipitación, de acuerdo con García (1964) se estableció el régimen de lluvias y la sequía intraestival o canícula, que se refiere a la reducción en el número de días con precipitaciones superiores a 0.1 mm durante la temporada de lluvias; ambos se calcularon tanto para los años del muestreo hidrológico de 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986, como durante el período secular de 1922 a 1990.

El déficit de la lluvia se estimó tomando como representativa del receso, al área del polígono funicular formado por los puntos extremos de las alturas medias mensuales de la lluvia, entre los

dos máximos de precipitación y la recta que une a los puntos extremos (García y Mosiño, 1966). La fracción expresada en porcentaje, que resultó de dividir el área representativa del "déficit" entre la precipitación pluvial total de mayo a octubre, se eligió como cifra indicativa de la intensidad de la sequía intraestival o relativa (García y Mosiño, 1966)

La frecuencia mensual absoluta y relativa de la velocidad, intensidad y dirección del viento se calculó a partir de los registros de las estaciones meteorológicas de la cuenca Tamiahua-Poza Rica del (SMN). La frecuencia e intensidad del viento se esquematizaron en barras cuya longitud fue proporcional a la frecuencia del viento y se colocaron de acuerdo a la dirección sobre un octágono de rosa de vientos, y la intensidad se calculó a partir de la escala de Beaufort, misma que se esquematizó con plumas sobre las barras. El porcentaje de calmas se representó en el centro de la rosa de vientos de acuerdo con los criterios de García (1992).

El comportamiento climático de la cuenca Tamiahua-Poza Rica se ilustró de manera gráfica a escala 1: 250 000 en cartas de distribución de isoyetas, isotermas, vientos dominantes, orografía, hidrografía y regionalización climática, de acuerdo con los métodos y criterios derivados del sistema modificado de clasificación climática de Köppen (García, 1964).

La fluctuación anual de precipitación y temperatura del período secular 1922-1990 se calculó con base en las diferencias con respecto a la media del período considerado. Se incluyeron los valores límites de más/menos una, dos y tres desviaciones patrón, de modo que se identificaron los años con tendencias mayores tanto positivas como negativas, cualificando los años para el caso de la lluvia como: húmedos en extremo, muy húmedos, húmedos, normales, secos, muy secos y secos en extremo, y para el caso de la temperatura como: cálidos en extremo, muy cálidos, cálidos, normales, fríos, muy fríos y fríos en extremo.

Para explicar el origen de las anomalías o variaciones anuales tanto térmicas como pluviométricas durante el período de muestreo hidrológico (1979-1986), y establecer si dichas anomalías fueron locales o respondían a un efecto global del macroclima, se consultaron las cartas del tiempo atmosférico interpretadas por el SMN para los mismos años, así como también los registros históricos de otros autores cuyos trabajos hacen referencia a otros puntos geográficos del Atlántico (Wagner, 1940; Sherag, 1950; Cushing, 1982; Defant, 1985).

La tendencia del comportamiento de las series seculares, tanto de temperatura como de precipitación, fue definida, mediante una recta de tendencia de orden cinco (Yamane, 1979). A partir de este cálculo se construyeron los periodogramas para ambos fenómenos. Los armónicos principales de estos periodogramas se relacionaron con el número de manchas solares relativas de Zurich y a los tres ciclos solares, de Wolf y Schwabe de 11 años, de Hale de 22 años y el de 90 años (Herman y Golberg, 1978).

## B) METODOS HIDROLOGICOS.

La salinidad y temperatura del agua superficial fueron registradas mensualmente durante 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986, en 18 estaciones distribuidas en la Laguna de Tampamachoco (Fig.3). La salinidad se determinó en el campo con un refractómetro American Optical (precisión  $\pm 1^{\circ}/\infty$ ), y se tomaron muestras de agua para su cuantificación con mayor precisión con un salinómetro de inducción Beckman en el laboratorio ( $0.001^{\circ}/\infty$ ). La temperatura se midió con un termómetro de cubeta (precisión  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ).

Todas las determinaciones comenzaron a las 7:00 am y el intervalo de tiempo entre cada una de ellas fue de aproximadamente 45 minutos, para concluir los muestreos en promedio a las 4:00 pm.

Para establecer el grado de influencia de los diferentes parámetros ambientales sobre la salinidad y temperatura del agua, se hizo un tratamiento estadístico de los datos de salinidad y temperatura del agua en tres grupos. Primero, se promediaron los valores hidrológicos a nivel mensual para cada estación hidrológica, asimismo los parámetros ambientales de la estación meteorológica de Tuxpam también se promediaron a nivel mensual durante los mismos años de muestreo hidrológico y a ambos grupos de variables se les aplicaron las pruebas de Kruskal-Wallis y el análisis de varianza de una vía (Yamane, 1979), con la finalidad de establecer un comportamiento global a través del tiempo; se aplicaron ambas pruebas tanto para salinidad como para temperatura del agua considerando que en el primer caso resulta más veraz la prueba de tipo no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis) para comprobar si el comportamiento heterogéneo de la salinidad a través del año era ocasionado por el efecto climático de las precipitaciones, las cuales no siguen un comportamiento de tipo gaussiano y la prueba de análisis de varianza tuvo un nivel de confianza mayor, ya que tanto la temperatura del agua como la del aire presentan un comportamiento más homogéneo a lo largo del año. Posteriormente se agruparon los valores de los promedios mensuales durante el mismo período (1979-1986) por temporadas climáticas durante el mismo y se aplicaron las mismas pruebas estadísticas utilizando el mismo criterio de validez anterior. Por último los valores de salinidad y temperatura se agruparon por regiones con hidrodinámica diferente dentro de la laguna y a lo largo de cada temporada climática con valores promedio de salinidad y temperatura así como de manera individual para cada uno de los años de muestreo hidrológico, con la finalidad de confirmar un patrón de comportamiento hidrológico de definido, independientemente de las variaciones climáticas anuales; se aplicaron regresiones múltiples con las variables ambientales: temperatura, evaporación y precipitación, para establecer la dependencia cuantitativa de la salinidad y la temperatura del agua con la evaporación, la temperatura del aire y la precipitación pluvial.

Las temporadas climáticas se establecieron de acuerdo con el origen (en verano: derivaciones de la corriente Alisia, ciclones

y tormentas tropicales; en invierno: por "nortes" y en época de secas por los desprendimientos nubosos ocasionales del sistema de la corriente Alisia, la cual inicia su desplazamiento hacia el norte en esta temporada) fecha y volumen de la precipitación, siguiendo los criterios de temporadas de lluvias de García (1964).

La estimación de la concentración de clorofila a en fitoplancton se hizo en las 20 estaciones hidrológicas mencionadas anteriormente a partir del método propuesto por SCOR-UNESCO (1966).

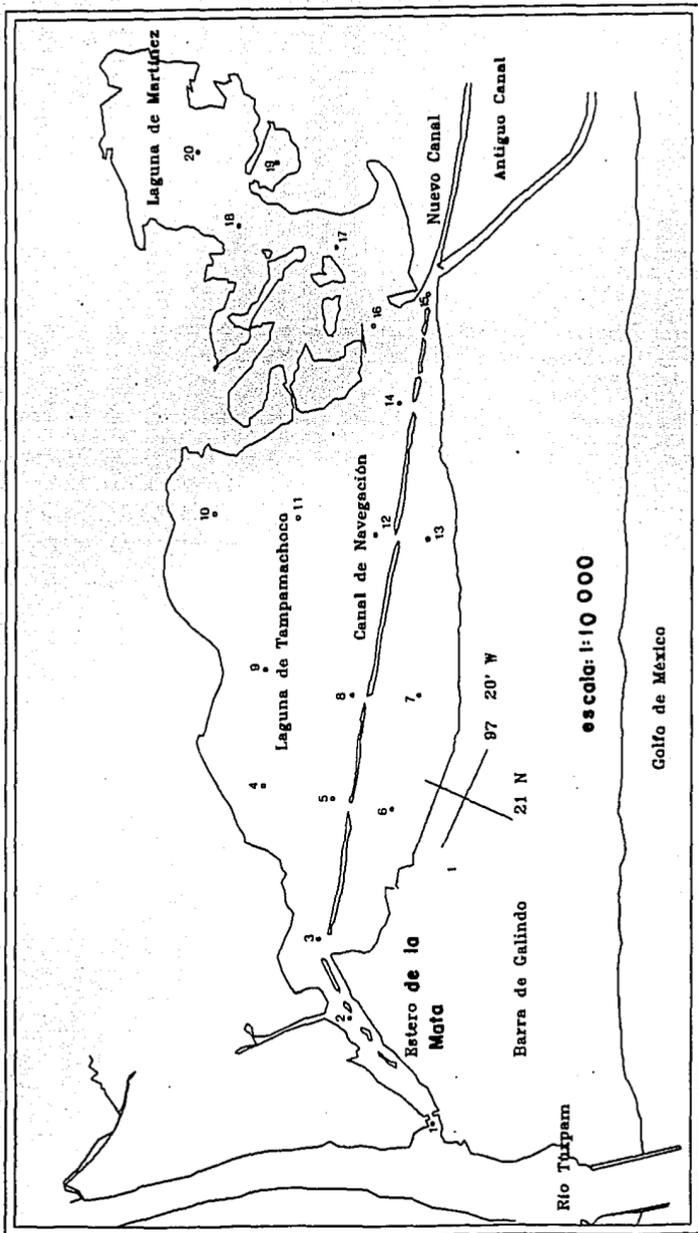


Figura 3: Estaciones de muestreo hidrológico.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

### Caracterización climática de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

#### 1) Temperatura Ambiental.

El comportamiento térmico de la cuenca exorreica Tamiahua-Poza Rica, se estableció de acuerdo con la altitud (Fig. 4) y la ubicación geográfica de nueve estaciones meteorológicas localizadas dentro de ésta. Los promedios anuales de temperatura ambiental tanto para la cuenca como para cada una de las estaciones durante el período 1922 a 1990 se muestran en la tabla 1 (Anexo 1):

Tabla 1. Promedio de temperatura media anual del período 1922-1990 de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	t (°C)	altitud(msnm)
Tecolutla	23.8	3
Tuxpam de Rodríguez Cano	25.0	4
Santiago de la Peña	24.1	14
Alamo	27.8	19
Poza Rica	24.5	150
Martínez de la Torre	24.0	151
Ozuluama	23.4	229
Tantima	24.3	282
Papantla	24.0	298
Cuenca Tamiahua-Poza Rica	24.5	0 a 1400

Se delimitaron cinco áreas con diferente temperatura media anual, a partir del gradiente térmico local este último se calculó con la ecuación:

$$x = \frac{\text{Diferencia en temperatura}}{\text{Diferencia en altitud}} \times 100$$

Se empleó el criterio orográfico, para establecer los pares de estaciones que se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Gradientes térmicos calculados con criterio orográfico

Estación	Gradiente
Entre Tantima y Tuxpam	0.2
Entre Ozuluama y Santiago de la Peña	0.3
Entre Poza Rica y Papantla	0.3
Entre Papantla y Gutiérrez Zamora	0.4
Entre Espinal y Nautla	0.4
Entre Espinal y Papantla	0.5

El gradiente promedio para la cuenca fue de 0.35 y difiere en

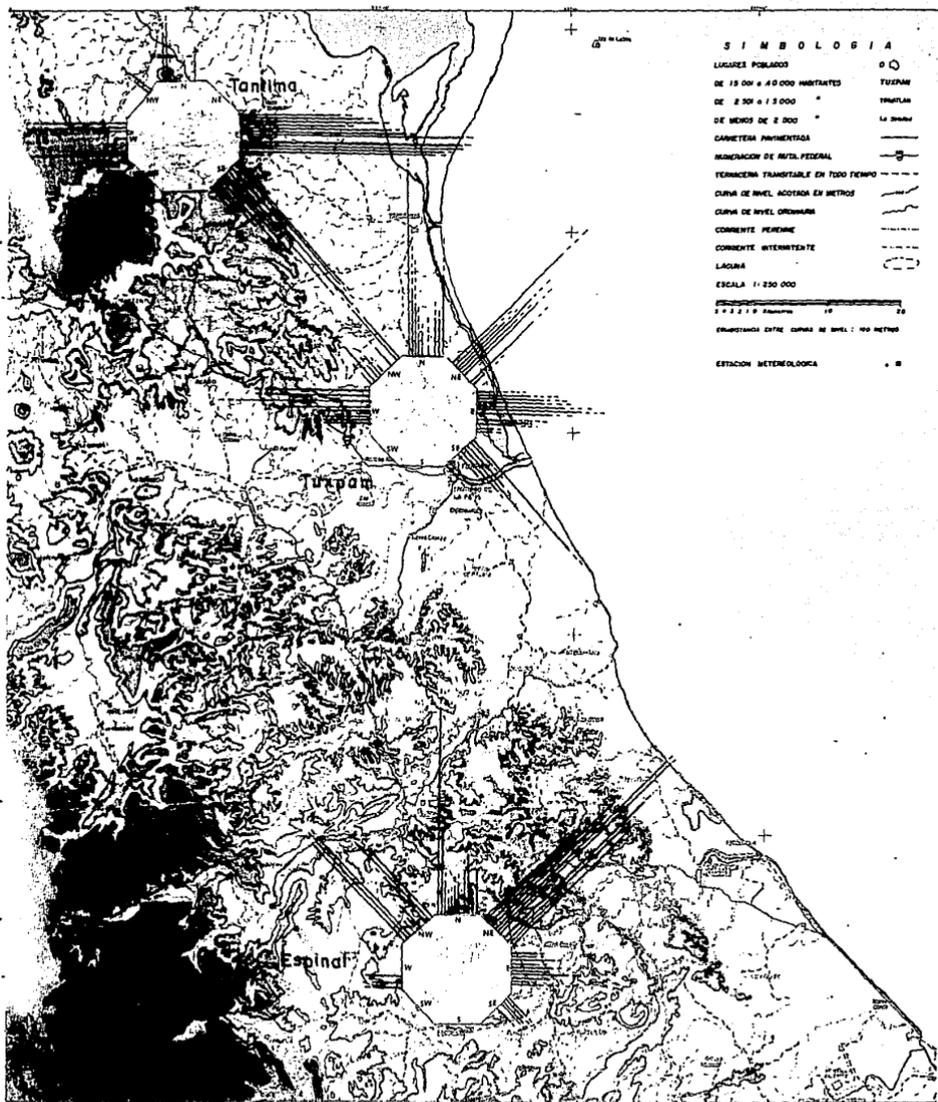


Figura 4: Orografía Y Vientos Dominantes.

0.30 con el gradiente mundial, que es de 0.65; lo cual significa que en la cuenca la temperatura varía 0.35°C cada 100 msnm.

Köppen (1948) propuso una zonación térmica mundial, a partir de registros térmicos en diferentes localidades del mundo; estableció un gradiente mundial en el que no se consideraron los efectos de la orografía local, sobre la tropósfera inferior. García (1967) sugirió una fórmula para establecer un gradiente para cada localidad, en función de la orografía y la pendiente para explicar la presencia de climas fríos o templados en áreas tropicales. La Cuenca de Tamiahua-Poza Rica está ubicada en una zona subtropical desde el punto de vista geográfico, sin embargo casi todas las estaciones meteorológicas, presentaron valores térmicos que las ubican dentro de los climas templados; razón por la cual el criterio seguido en este trabajo fue el orográfico y el gradiente específico calculado para la cuenca, difirió casi en 50 % menos que el mundial en el cual no se considera las particularidades orográficas.

En el área de la planicie costera donde se localiza la Laguna de Tampamachoco, se calculó el gradiente más bajo que correspondió a 0.2. Este difirió del de las localidades con mayor altitud en donde fue de 0.5; porque la planicie costera es amplia y con poca pendiente; en contraste con las áreas de mayor altitud, las cuales son menores y la pendiente es más abrupta.

No existen registros de temperatura ambiental de la región SO de la cuenca, donde se localiza Xicotepec a 1282 msnm, por lo cual se calcularon a partir la ecuación:

$$\text{Temp. lugar alto} = \text{Temp. lugar bajo} - \text{dif. en altitud} \times \frac{\text{gradiente}}{100}$$

al sustituir los valores para Xicotepec se obtuvo:

$$\text{Xicotepec} = 25.1 \text{ } ^\circ\text{C} - (1500 - 111) \times \frac{0.35}{100} = 20.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En la porción más alta de la Sierra de Xicotepec, donde la altitud varía de 1280 a 1400 msnm, la temperatura calculada fue de 20.3 °C.

El trazo de las isoterma correspondientes a los 21°C, 22 °C, 23°C, 24°C y 25°C para delimitar las cinco áreas, se calculó a partir de la ecuación:

(La dif.en temp)(entre la isoterma por calcular y la temp del lugar mas bajo x 100) entre el gradiente térmico local

Así, para establecer la isoterma de los 22 °C se sustituyó:

$$\frac{25.1 - 22}{0.35} \times 100 = 885.7 \text{ msnm}$$

Se sumó la altitud (885.7) a los 111 msnm correspondiente con la altitud de la localidad de Espinal y se estableció la isoterma de los 22 °C a los 996.7 msnm; para las isoterma subsecuentes se

sustituyó en la fórmula:

$$\frac{1^{\circ} \text{C} \times 100}{\text{gradiente}} = 285.7 \text{ m}$$

Este factor de incremento altitudinal se sumó o restó según el caso y se obtuvieron las isotermas restantes como se observa en la tabla 3:

Tabla 3. Isotermas calculadas con criterio orográfico para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

<u>Isoterma</u>	<u>altitud</u>
25°C	425.3 - 285.7 = 139.6 m
24°C	711.0 - 285.7 = 425.3 m
23°C	996.7 - 285.7 = 711.0 m
22°C	996.7 m
21°C	996.7 + 285.7 = 1282.4 m

Con la altitud de cada isoterma se establecieron las cinco franjas o regiones y el área porcentual aproximada de cobertura (Fig.5) y se delimita dentro de los intervalos de altitud acotados en la tabla 4:

Tabla 4. Areas térmicas en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica

<u>Isoterma</u>	<u>franja altitudinal</u>	<u>cobertura</u>	<u>localización</u>
25°C	0 a 139.6 m	50%	planicie costera
24°C	139.6 a 425.3 m	35%	de S a NO
23°C	425.3 a 711.0 m	6%	SO y NO
22°C	711.0 a 996.7 m	5%	SO y NO
21°C	996.7 a 1282.4 m	4%	SO

La oscilación térmica entre el mes más frío y el más cálido varió de acuerdo con la ubicación geográfica, la altitud y el tipo de clima, calculándose los siguientes promedios de 70 años para cada una de las localidades dentro de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, los cuales se observan en la tabla 5:

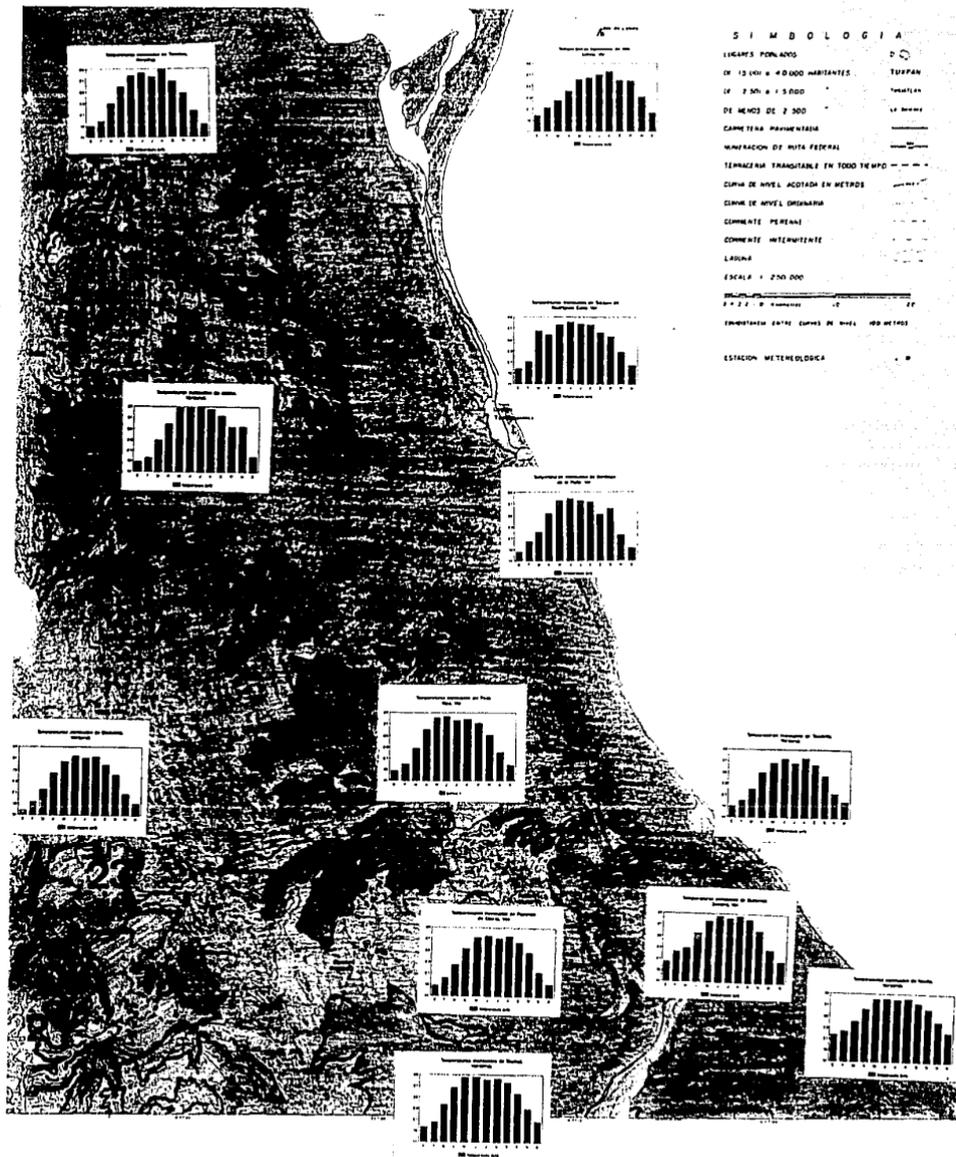


Figura 5: ISOTERMAS.

Tabla 5. Oscilación térmica anual de acuerdo con la altitud y localización en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	Altitud (msnm)	Oscilación (°C)	Denominación climática
Papantla de O.	298	8.7	extremoso
Tantima	282	9.3	extremoso
Ozuluama	229	9.5	extremoso
Poza Rica	150	6.0	con poca oscil.
Espinal	111	8.9	extremoso
Santiago de la P.	14	9.3	extremoso
Alamo	19	10.1	extremoso
Nautla	8	6.4	con poca oscil.
Isla Lobos	4	7.7	extremoso
Tuxpam de R.C.	4	8.1	extremoso
G. Zamora	4	8.0	extremoso

La oscilación térmica fue extremosa para el 90% del área, la cual se debe a las diferencias orográficas de la parte de la Sierra Madre Oriental en que se localiza la zona de estudio, y que generan en el viento un efecto de embalse, el cual fue más notorio durante el invierno (noviembre a marzo), cuando las masas de aire polar modificadas fueron detenidas por dicha sierra y contribuyeron al enfriamiento de la zona; los "nortes" o masas de aire polar modificadas de las que se mencionó incluyeron a los cuatro tipos propuestos por Mosiño (1988) que corresponden con: 1) Profundos y Húmedos, 2) Profundos y Secos, 3) Someros y Húmedos y 4) Someros y Secos; la oscilación estuvo en proporción directa con la altitud, ya que a mayor altitud mayor oscilación térmica.

No se apreció el efecto amortiguador de las aguas, tanto de la Laguna de Tampamachoco como del Golfo de México, sobre las oscilaciones térmicas en la cuenca de Tamiahua-Poza Rica y en el área de la laguna, en virtud de las bajas temperaturas ambientales ocasionadas por las masas de aire polar modificadas, con trayectorias de NE a SO, en las cuatro variantes propuestas por Mosiño (1988), que incluyen nortes secos profundos, nortes secos someros, nortes húmedos profundos y nortes húmedos someros. La frecuencia promedio observada en las cartas diarias del tiempo (Anexo 1) de "nortes" que incluyó las cuatro variantes fué de 26 eventos anuales, es decir, cada año en promedio se registraron dicho número de estos meteoros, los cuales presentaron una duración de 2 a 7 días a lo largo de cuatro meses.

A partir de los registros de temperatura mensual se estableció la condición térmica para cada localidad dentro de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, en esta tal situación, se consideró la temperatura media anual, la del mes más frío y la del más cálido. Los límites establecidos en el Sistema Modificado para los climas de tipo A establecen: que la temperatura media anual debe estar por encima de los 22°C; la del mes más frío sobre o bajo 18°C, y para el mes más cálido no se dá límite, en la tabla 6 se presentan los valores promedio anuales y mensuales de cada condición térmica.

Tabla 6. Condiciones de temperatura anual y la del mes más frío en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	Temp. anual (°C)	Temp. del mes más frío (°C)
Alamo	27.8	18.8
Espinal	25.1	19.7
Gutiérrez Zamora	25.2	20.6
Isla Lobos	24.3	19.9
Nautla	25.6	21.8
Martínez de la T.	24.0	18.8
Ozuluama	23.4	17.9
Papantla de O.	24.0	18.9
Poza Rica	24.5	18.8
Santiago de la P.	24.1	18.6
Tantima	24.3	19.0
Tecolutla	23.8	19.0
Tuxpam de R.C.	25.0	19.8

De acuerdo con las condiciones de temperatura todas las localidades dentro de la cuenca Tamiahua-Poza Rica resultaron de tipo Cálido excepto Ozuluama.

## 2) Vientos Dominantes.

La frecuencia e intensidad de los vientos dominantes en la Cuenca de Tamiahua-Poza Rica, constituyó una herramienta para establecer el origen de la precipitación a través del año, así como la influencia térmica de las masas de aire sobre el área. Dicha influencia se calculó para las localidades correspondientes a la Sierra de Tantima, la planicie costera en Tuxpam y en Espinal las cuales constituyeron un transecto cuya dirección fue de NO a SE (Tabla 7) (Fig. 4)

Tabla 7. Vientos Dominantes en la Sierra de Tantima

Dirección	Frecuencia relativa	Intensidad	No. Beaufort
E	52.3%	2 a 4 m/seg	2
SE	30.9%	2 a 4 m/seg	2
O	10.8%	2 a 4 m/seg	2
N	4.6%	2 a 4 m/seg	2
NO	0.8%	2 a 4 m/seg	2
S	0.4%	2 a 4 m/seg	2

En la Sierra de Tantima hubo una componente dominante a lo largo de todo el año, con dirección E (Vientos Alisios) y con una frecuencia del 52.3% y con una intensidad promedio de 2 a 4 m/seg (Vientos Alisios); la segunda componente fue de dirección SE con una velocidad promedio de 2 a 4 m/seg. Durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero fueron vientos con dirección N, O y NO ("nortes"), que en conjunto representaron el 5.8%, con una intensidad de 2 a 4 m/seg como se muestra en la (Tabla 8) (Fig.4).

Tabla 8. Vientos dominantes en la Planicie Costera (Tuxpam-Tampamachoco)

Dirección	Frecuencia relativa	Intensidad	No. Beaufort
E	22.4%	más de 8 m/seg	5
NE	21.3%	6 a 8 m/seg	4
N	19.7%	más de 8 m/seg	5
O	16.0%	4 a 6 m/seg	3
SE	10.0%	4 a 6 m/seg	3
NO	7.4%	4 a 8 m/seg	4
NE	2.1%	6 a 8 m/seg	4

En la planicie costera donde se ubica la Laguna de Tampamachoco, fueron tres componentes dominantes a lo largo del año, con dirección E, NE y N, con una frecuencia acumulada del 63.4% y con intensidades de 6 a 8 m/seg de marzo a octubre y mayores a 8 m/seg durante los meses invernales. En lo que corresponde a las direcciones O, SE, NO y NE la frecuencia total representó el 35.5% a lo largo del año, con una intensidad de 4 a 6 m/seg en los meses de verano y se incrementó de 6 a 8 m/seg en los meses de invierno (Tabla 9) (Fig.4).

Tabla 9. Vientos dominantes en ESPINAL

Dirección	Frecuencia relativa	Intensidad	No. Beaufort
NE	58.9%	2 a 4 m/seg	2
NO	16.7%	2 a 4 m/seg	2
N	11.7%	2 a 4 m/seg	2
E	8.7%	2 a 4 m/seg	2
SE	2.5%	2 a 4 m/seg	2
O	1.2%	2 a 4 m/seg	2

Al sur de la cuenca en el área de Espinal, donde se inicia el ascenso orográfico, la componente de mayor frecuencia (58.9%) fue de dirección NE (Vientos Alisios), con una intensidad promedio de 2 a 4 m/seg a lo largo de todo el año. En segundo término se agruparon las frecuencias con dirección N y NO (Nortes) con una sumatoria de 28%, su ocurrencia fue mayor de noviembre a marzo y decreció de abril a octubre. En dirección E la frecuencia e intensidad fue de 8.7% y de 2 a 4 m/seg respectivamente, además fue homogénea a lo largo del año. En conjunto el viento con dirección SE y O representó un 3.7% y su ocurrencia fue solo de enero a abril.

La desviación de las trayectorias del viento que se registraron en Espinal y Tantima, fueron en dirección SE y NW respectivamente y se debió a la ubicación y altitud de los macizos montañosos, los cuales ejercieron una influencia en la tropósfera inferior y modificaron el flujo aéreo que afectó los procesos físicos del aire referidos por Mosiño (1966) y García y Mosiño (1969), ocasionando un represamiento de las corrientes aéreas, la subsiguiente desviación y el encañonamiento de los vientos, el levantamiento forzado del aire y el calentamiento adiabático por descenso. Sin embargo en la Laguna de Tampamachoco, no se apreciaron desviaciones del viento, ya que queda fuera del área de los efectos orográficos de la Sierra de Tantima.

El origen de los vientos que se registraron para el transecto, con dirección E, NE y E, durante la temporada de verano que abarcó de abril a octubre, fueron los Vientos Alisios, cuya dirección es de NE a SO y de origen en la celda semipermanente de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en el Océano Atlántico sobre la zona de las Bermudas. El viento que se registró con dirección NO se debió a los efectos deflectivos ocasionados por la orografía. Durante la temporada invernal que incluye los meses de noviembre a marzo, se registraron vientos de dirección N provenientes de las masas de aire polar modificado que se originan al sur de Canadá y Estados Unidos. El resto de los vientos se debió a efectos de represamiento por la orografía local.

Ambas celdas de alta presión son desplazadas como consecuencia del ángulo de inclinación de los rayos solares a través del año, por la Zona Intertropical de Convergencia en dos épocas del año: en el hemisferio norte en el verano (de mayo a octubre) se desplazan hacia el norte y en el invierno (de noviembre a abril) hacia el sur.

### 3) Precipitación Pluvial.

La precipitación total anual promedio de 1922 a 1990 en la cuenca, se agrupó en cuatro intervalos de acuerdo al volumen de lluvia: 1) el área que corresponde a la planicie costera en la franja de los 0 m a los 100 msnm fue inferior a los 1400 mm, e incluyó las estaciones meteorológicas de Tuxpam e Isla Lobos con 1213.3 mm, Santiago de la Peña con 1390.5, Poza Rica con 1103.7 y Papantla de Olarte con 1169.9 mm, 2) en la Zona SO, de orografía más accidentada, que abarca desde los 200 m hasta los 2400 msnm, las precipitaciones fueron mayores de 1400 mm, se registraron para Espinal 1426 mm, y para Ozuluama 1407.6 mm, 3) en la Sierra de Tantima al NO de la cuenca, se localizó una pequeña área con precipitaciones de 1800 mm, 4) al sur de esta sierra se determinó una zona donde se localizó la estación del Alamo cuya precipitación fue de 687.6 mm (Figs. 4 y 6; Anexo 3).

Las diferencias registradas en el volumen de la precipitación dentro de la cuenca se debieron al efecto de sombra orográfica ocasionada por la Sierra de Tantima; en la porción de sotavento de dicha sierra, se registraron los mayores volúmenes de lluvia derivados de la corriente Alisia, cuyos vientos son cálidos y húmedos, los cuales se enfrían por ascenso orográfico y descargan su humedad. Al traspasar la sierra en la porción de barlovento, tienen trayectorias descendentes y por lo tanto son de carácter seco. Este efecto ocasionó que los riachuelos que se originan en el parteaguas de la Sierra de Tantima en la porción de barlovento, sean efímeros y de escaso caudal, por lo que no constituyen un aporte de agua epicontinental a la Laguna de Tampamachoco en el área de la Boca de Galindo.

En la parte central y SO de la cuenca, que constituye el inicio de la Sierra Madre Oriental, se presentó el efecto de ascenso orográfico y ello explica el incremento tanto en la humedad con respecto a la planicie costera como en el caudal del Río Tuxpam, que aporta aguas epicontinentales de manera permanente a la

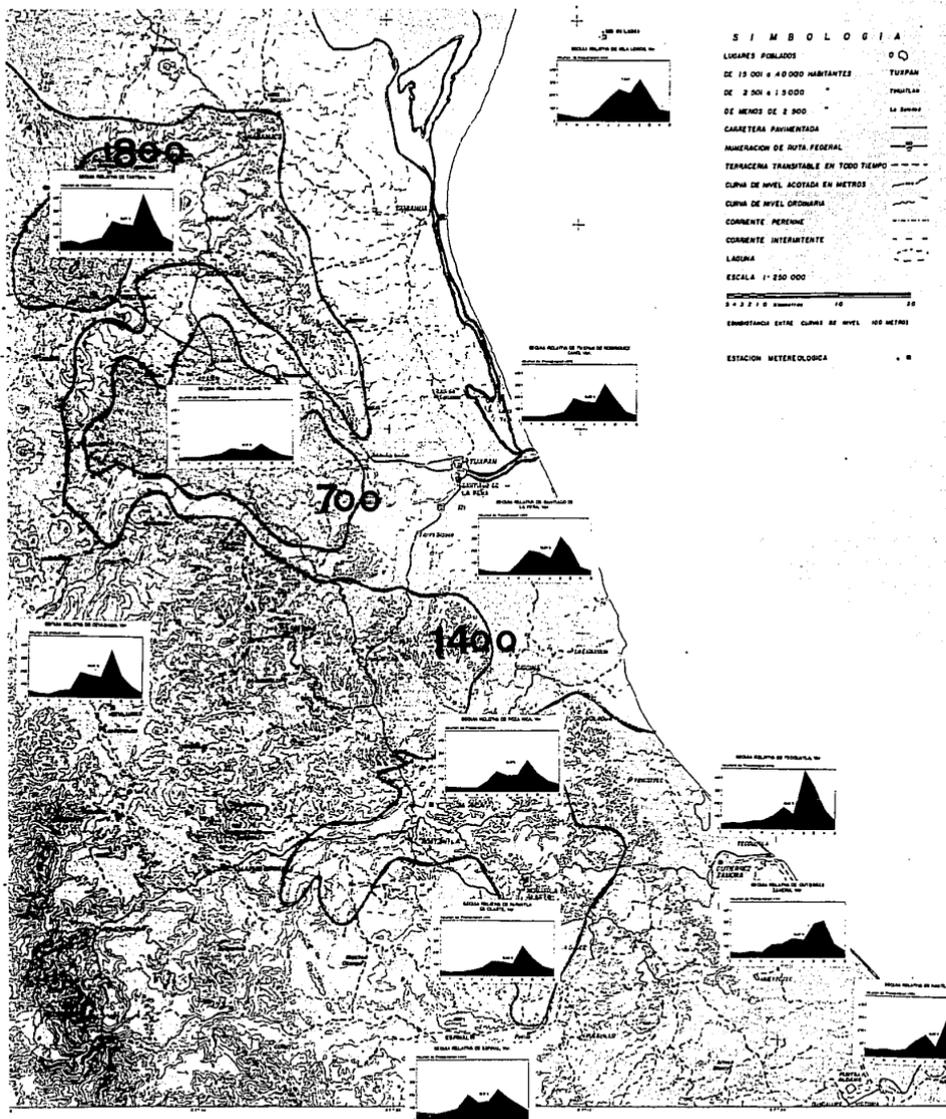


Figura 6: ISOYETAS Y CANICULA.

Laguna de Tampamachoco, a través del Estero de la Mata.

La delimitación de las tres áreas se hizo a partir del trazo de las isoyetas, las cuales se calcularon a partir del cociente  $P/T$ , en el que se emplearon la precipitación total anual y la temperatura media anual. En ambos casos se hizo el promedio del período 1922-1990 para todas las estaciones meteorológicas (Tabla 10).

Tabla 10. Volúmenes de precipitación y su distribución en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

<u>Volumen(mm)</u>	<u>cociente P/T</u>	<u>área de cobertura</u>	<u>localización</u>
Menor de 1400	43.2	35%	NO a SE
Mayor de 1400	53.0	50%	NO a SE
700 o menos	24.3	8%	NO
1800 o más	55.3	7%	NO

El límite de las isoyetas se trazó empleando los valores de los cocientes  $P/T$  establecidos en el Sistema Modificado, y sustituyéndolos en la ecuación:

$$P = (P/T) \times T \text{ medio anual}$$

Los valores límite marcados por el Sistema Modificado son: 55.3, 43.2 y 22.9, sin embargo para cada estación se calculó su  $P/T$  de tal manera que al sustituir dichos valores en la ecuación se obtuvo: para la isoyeta de los 700 mm:

$$P = 24.7 \times 27.8 = 687 \text{ mm}$$

para la isoyeta de los 1400 mm:

$$P = 55.3 \times 25.0 = 1382.5 \text{ mm}$$

(esta isoyeta se calculó para delimitar entre el clima  $A_w$  y el  $A_{w_1}$ )

En este caso se empleó el  $P/T$  establecido de 43.2, al sustituir:

$$P = 43.2 \times 24.3 = 1049 \text{ mm}$$

y la isoyeta de los 1800 mm delimitó a la zona de la Sierra de Tantima.

La lluvia que se registró durante el régimen de verano de acuerdo al Sistema Modificado de Clasificación Climática, fue por lo menos 10 veces mayor con respecto a la del mes más seco y se ubicó en la mitad caliente del año (de mayo a octubre), se debió a la entrada de los Vientos Alisios, los cuales son húmedos y descargan en la zona por efecto de ascenso orográfico, y por ciclones y tormentas tropicales. Durante el invierno los responsables de la precipitación resultaron ser los nortes

de tipo húmedo, los cuales incluyen a dos de los cuatro tipos propuestos por Mosiño (1988). Los que ocasionaron la precipitación invernal fueron los del tipo húmedo y profundo y los húmedos someros. Las diferencias en el volumen registrado dentro de la misma zona se explican por el efecto orográfico, ya que las masas de aire húmedo al enfriarse adiabáticamente pierden su humedad, de tal manera que son ligeramente más secas las planicies costeras que las áreas comprendidas entre 200 y 1400 m. El área de Alamo donde se registró una precipitación menor, aproximadamente en un 50% al de las laderas montañosas, se explica por el efecto de sombra pluviométrica.

La distribución de la precipitación durante la temporada de lluvias (de mayo a octubre) fue bimodal (Anexo 4), y presentó un decremento en el número de días con lluvias registrados para cada una de las estaciones de la cuenca, la cual se denomina "canícula", sequía de medio verano o sequía intraestival. La duración de la sequía o período canicular fue de uno y dos meses en todas las estaciones de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

El déficit fluvial se estimó tomando como representativa del receso al área del polígono funicular formado por los puntos extremos de las alturas medias mensuales de la lluvia, entre los dos máximos de precipitación y la recta que une a los puntos extremos de éstos. La estimación de la sequía relativa promedio de 30 años, para las diferentes localidades se calculó con las ecuaciones (Tabla 11):

Para un mes de sequía intraestival

$$A_{1,2,3} = (1/2) Y_1 - Y_2 + (1/2) Y_3$$

Para dos meses de sequía intraestival

$$A_{1,2,3,4} = Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4$$

Tabla 11. Sequías relativas calculadas para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	% Sequía	Duración
Alamo	13.17	julio y agosto
Espinal	16.17	julio y agosto
Gutiérrez Z.	6.47	agosto
Isla Lobos	7.6	agosto
Martínez de la T.	18.3	julio y agosto
Nautla	15.59	agosto
Ozuluama	20.84	julio y agosto
Papantla de O.	18.82	julio y agosto
Poza Rica	18.07	julio y agosto
Santiago de la P.	16.31	julio y agosto
Tantima	19.07	julio y agosto
Tecolutla	15.63	agosto
Tuxpam de R.C.	16.95	julio y agosto

La sequía intraestival en la cuenca se presenta durante los meses de julio y agosto; sin embargo, no se encontró ninguna relación

entre el grado de sequía, su ubicación respecto a la orografía y el tipo climático. La sequía intraestival o "canícula" está en relación directa con la altitud y con el volumen de precipitación alcanzado. Dicho fenómeno también se presenta con regularidad en otras regiones intertropicales del globo como: Ragún (India), Bogotá y Cartagena (Colombia), Mwobaye (región de las Guayanas hoy Guyana, Surinam y Guayana Francesa) y Timbuctú (Africa). (Köppen, 1948; Richards, 1957; Miller, 1982).

García y Mosiño (1966) proponen como explicación a este fenómeno los cambios ocurridos en la circulación aérea superficial que, año con año, tiene lugar sobre el Golfo de México, mismos que denominan retorno al invierno, es decir, que durante la estación veraniega, lluviosa en gran parte del país, predomina la influencia de masas de aire tropical cálidas, con capacidad de absorber grandes cantidades de humedad.

Dichas masas de aire caliente y húmedo, que tienen su origen en los mares tropicales del Atlántico Septentrional, ingresan al Golfo de México bajo la influencia del gran anticiclón Bermuda-Azores y son transportadas por los vientos Alisios, los cuales describen una amplia curva alrededor de este centro de alta presión, hacia una faja térmica localizada hacia el SO de los Estados Unidos.

Así la mitad caliente del año se caracteriza por el predominio del anticiclón oceánico o centro de acción del Atlántico Norte (López, 1922). La invasión de aire tropical adopta la forma de una "lengua de humedad" que penetra al territorio mexicano bajo la influencia de la corriente Alisia que en esta época del año adquiere un espesor considerable. Así, entre el anticiclón de las Azores y del Pacífico Septentrional existe, en verano, una vaguada superior que se ubica aproximadamente a lo largo de las costas occidentales de Norteamérica. Lo anterior genera entonces una interrupción temporal de la corriente Alisia, y por lo tanto de su aporte de humedad, que restablece a la precipitación normal al desvanecimiento de la vaguada (Mosiño y García, 1966).

#### 4) Registros Fluviales.

El área de la Cuenca hidrológica Tamiahua-Poza Rica, está comprendida dentro de las regiones hidrológicas 26 y 27 de acuerdo al criterio propuesto por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1954, en el cual dividieron al país en 37 regiones, basándose en la ubicación de las presas, las cuencas fluviales y los cultivos agrícolas. La zona costera forma parte de la descarga al Golfo de México de varios escurrimientos importantes, los cuales nacen en las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental, con características permanentes y entre los que se encuentra el Río Tuxpam y en cuya desembocadura se conforma el Estuario de la Mata. El Río Tuxpam incrementa su volumen con los Ríos Blanco, Pahuatlán, Rancho Nuevo y Beltrán. El volumen promedio de los gastos máximos registrados en tres fechas para el Río Tuxpam se muestra en la tabla 12:

Tabla 12. Registros fluviales promedio en las tres temporadas del año (nortes, secas y lluvias) para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

695.3	m <sup>3</sup> /seg	30	marzo
965.0	m <sup>3</sup> /seg	31	julio
1825.0	m <sup>3</sup> /seg	28	septiembre

Las diferencias en los volúmenes de los registros fluviales del Río Tuxpam, reflejan el incremento del volumen de la precipitación fluvial durante el invierno, al inicio de la temporada de verano y al final de la misma.

Las variaciones estacionales en el volumen/m<sup>3</sup> que registró el Río Tuxpam, se reflejaron en el nivel batimétrico de la laguna dicha influencia se dió a través del Estero de la Mata y las máximas profundidades se registraron en la porción interior de la laguna durante la época de lluvias; y fueron menos apreciables en la porción de la laguna que interactúa con el Estero lo que se atribuyó al efecto de las mareas semidiurnas que imperan en la zona.

#### 5) Climas.

Los diferentes tipos climáticos de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica se calcularon a partir de los registros térmicos y pluviométricos de 12 estaciones meteorológicas (Fig.7). Los límites en el volumen de la lluvia para cada clima se establecieron a partir del factor  $r_h$  y  $r_s$ , que para los climas A y C con régimen de lluvias de verano y con un porcentaje de lluvia invernal (Tabla 13) menor de 5 y hasta 10.2 se aplica la ecuación propuesta por el Sistema Modificado:

$$r_h = 2t + 28 \qquad r_s = 2t + 28/2$$

Para aquellos que tuvieron un porcentaje mayor a 10.2, se empleó la ecuación:

$$r_h = 2t + 21 \qquad r_s = 2t + 21/2$$

Previamente se calcularon los porcentajes de lluvia invernal para cada estación a partir de la ecuación:

$$\% \text{ de lluvia invernal} = \frac{\text{Prec. de E + F + H}}{\text{Prec total anual}} \times 100$$

En todos los casos se emplearon las medias del período 1922-1990, los resultados se muestran en la tabla 13:

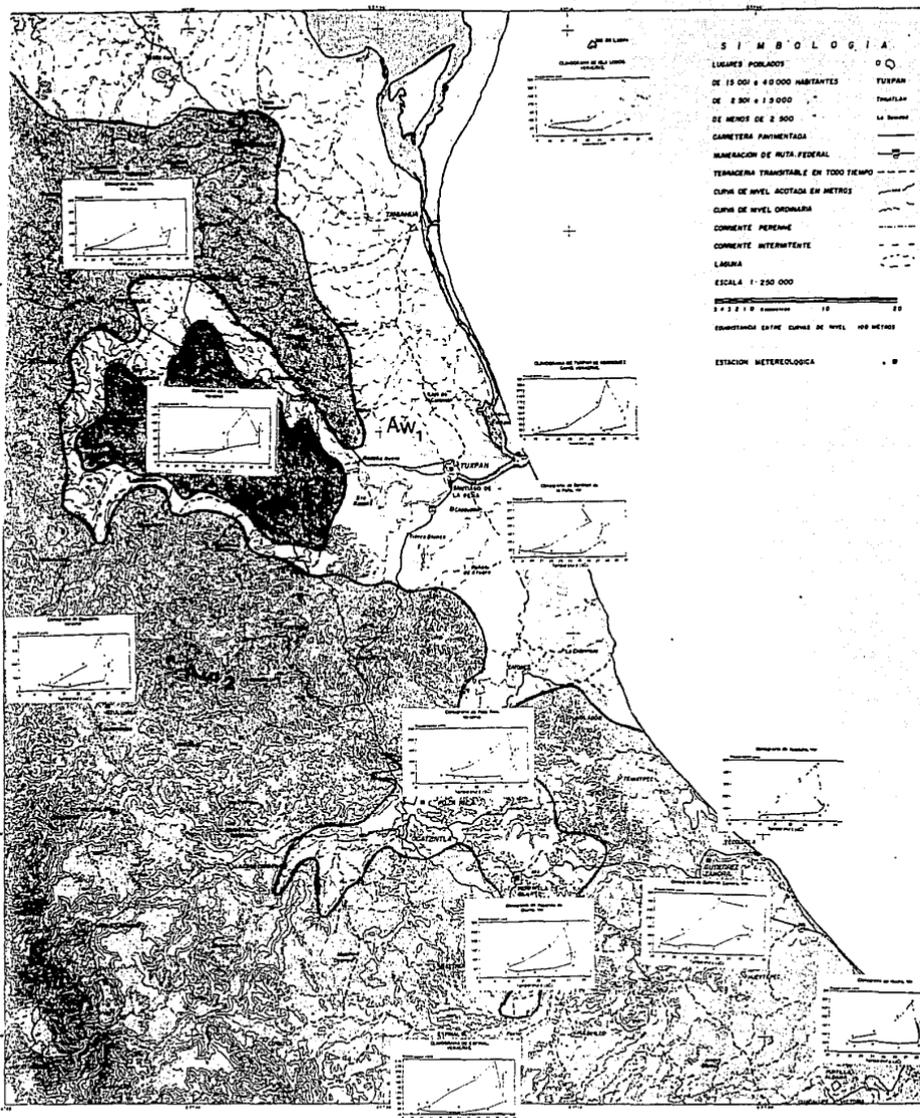


FIG.7 CLIMAS Y CLIMOGRAMAS

Tabla 13. Porcentaje de lluvia invernal registrado en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica

Estación	de lluvia invernal (%)
Alamo	9.9
Espinal	11.9
Gutiérrez Zamora	9.7
Isla Lobos	8.3
Nautla	13.4
Martínez de la Torre	14.5
Ozuluama	7.3
Papantla de Olarte	9.7
Poza Rica	9.0
Santiago de la Peña	7.5
Tantima	9.6
Tecolutla	7.6
Tuxpam de Rodríguez Cano	8.1

El factor  $r_h$  se empleó para delimitar el grado de humedad en cada una de las estaciones y establecer si eran secos o nó. Esta delimitación se hizo comparando el resultado de este factor y la precipitación total anual expresada en cm. El criterio empleado fue: si la precipitación total anual era mayor al  $r_h$ , el clima se descartaba como seco y si por el contrario era menor se consideraba como seco en este caso, se calculó su  $r_s$  que sirvió para delimitar su grado de sequía (Tabla 14).

Tabla 14. Factores  $r_h$  y  $r_s$  y la lluvia anual en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	$r_h$	$r_s$	Lluvia anual (mm)
Alamo	83.6	41.8	68.76
Espinal	71.2		142.6
Gutiérrez Zamora	78.4		150.30
Isla Lobos	76.6		161.33
Nautl	79.2		140.15
Ozuluma	74.8		140.76
Papantla de Olarte	76.0		116.99
Poza Rica	77.0		110.36
Santiago de la P.	76.2		139.05
Tantima	76.6		182.02
Tuxpam de R.C.	78.0		135.86

El único clima que resultó seco fue el de la zona del Alamo. Se estableció la diferencia entre húmedos y subhúmedos de aquellos cuyo  $r_h$  fue menor a la precipitación total anual a partir de los

límites dados por el Sistema Modificado en el cual el límite para el mes más seco no supera los 60 mm y la precipitación total anual no es mayor de 2500 mm todos los demás climas resultaron subhúmedos. El grado de subhúmedad se estableció entre la

relación que guardan el cociente P/T y el porcentaje de lluvia invernal definida en el Sistema Modificado, el cual señala tres tipos:  $w_0$ ,  $w_1$  y  $w_2$ . En la cuenca se determinaron los dos últimos, de los cuales el  $w_2$  se considera el más húmedo de los subhúmedos.

En la planicie costera, el clima es de tipo  $Aw_1$  es decir, cálido subhúmedo, abarcando aproximadamente un 35% del área de estudio. Las características climáticas particulares de las estaciones localizadas dentro de esta franja fueron (Tabla 15) (Fig. 7):

Tabla 15. Clima tipo  $Aw_1$  y su localización en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	Latitud y longitud	altitud	clima
Nautla	20°13'N y 96°46'O	8 msnm	$Aw_1''(x')(i')$
Papantla de O.	20°27'N y 97°19'O	298 msnm	$Aw_1''(e)$
Tuxpam de R.C.	20°57'N y 94°24'O	4 msnm	$Aw_1''(e)$

De sur a norte dentro de la cuenca, donde la orografía alcanza los 2400 m y hasta el inicio de la planicie costera a los 100 m, se delimitó el clima  $Aw_2$  que correspondió al más húmedo de los subhúmedos y abarcó un 55% del total del área las estaciones meteorológicas localizadas en ésta y presentaron las siguientes características (Tabla 16):

Tabla 16. Climas tipo  $Aw_2$  y  $BS_1$  y su localización en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Estación	Latitud y Longitud	Altitud	Clima
Espinal	20°45'N y 97°25'O	111 msnm	$Aw_2''(x')(e)g$
Gutiérrez Z.	20°29'N y 97°06'O	3 msnm	$Aw_2''(e)$
Ozuluama	21°40'N y 97°51'O	229 msnm	$Aw_2''(e)$
Santiago P.	20°57'N y 97°24'O	14 msnm	$Aw_2''(e)$
Tantima	21°20'N y 97°50'O	282 msnm	$Aw_2''(e)$
Tecolutla	20°30'N y 97°01'O	3 msnm	$Aw_2''(e)$

En la parte sur de la Sierra de Tantima se delimitó una pequeña área con clima  $BS_1$ , es decir, y seco corresponde a la estación meteorológica del Alamo; los tres tipos de clima calculados para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, influyen en el clima de la Laguna de Tampamachoco; en la zona que corresponde al Clima  $Aw_2$  se localiza el Río Tuxpam, el cual, debido a las altas

precipitaciones registradas en dicha área coadyuvan al volumen del caudal del mismo, el clima  $A_w$ , es un reflejo del efecto amortiguador que otorgan las aguas de la misma laguna y del Golfo de México, con respecto al clima seco registrado en la porción de barlovento de la Sierra de Tantima, en la localidad denominada Alamo, determina que los afluentes originados en el parteaguas de la misma, sean de carácter efímero y de escaso caudal, lo que ocasiona que la boca de Galindo, localizada en la porción NO de la laguna donde ésta presenta las menores profundidades y se conecta con la Laguna de Tamiahua a través de un canal localizado en dicha boca sea pequeña y el canal pierda más del 50% de su volumen de agua, lo cual lo hace intransitable.

La caracterización y delimitación climática respondió a las diferencias térmicas y pluviométricas ocasionadas por la combinación de los vientos dominantes, la orografía, tipo de suelo y cubierta vegetal; los cuales coexisten estrechamente y explican las diferencias climáticas (García, 1964; Pennington y Sarukan, 1968; García, 1974; Lugo, 1974; Gómez-Pompa, 1978).

#### 6) Límites de las temporadas climáticas en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

La delimitación de las temporadas climáticas para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, se hizo en función del origen y distribución mensual de la precipitación y se consideraron los límites propuestos por el Sistema Modificado. El comportamiento de la lluvia fue heterogéneo a lo largo del año, aunque incrementó su volumen de mayo a octubre. El criterio establecido en todas las estaciones meteorológicas fue que el volumen de la lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año (considerada de abril a septiembre), fuera superior al menos en 10 veces al del mes más seco; por lo tanto se respetaron los límites establecidos por el régimen de lluvias de verano en donde se considera al porcentaje de lluvia invernal, el cual debe oscilar entre menos del 5% y más del 10.2%, lo cual se cumplió para todas las estaciones de la Cuenca.

Al analizar las cartas diarias del tiempo atmosférico, interpretadas por el Servicio Meteorológico Nacional, y el comportamiento mensual del viento, se determinó el origen de la precipitación (Anexo 2), la cual durante el verano (de mayo a octubre) se debe a la mayor incidencia de los Vientos Alisios, que son de carácter húmedo e inciden directamente sobre la llanura costera de Veracruz y a la nubosidad proveniente de la Zona Intertropical de Convergencia. El volumen de la lluvia se incrementó en septiembre y octubre, como resultado de ciclones y tormentas tropicales formados en el Caribe Mexicano y en el Golfo de México. Durante noviembre, diciembre, enero y febrero, la precipitación se debió a la presencia de masas de aire polar modificadas o nortes de tipo húmedo. El volumen de la precipitación decreció durante marzo y abril; este decremento se atribuyó al doble desplazamiento que la Zona Intertropical de Convergencia efectúa durante el invierno y el verano en el hemisferio norte, como consecuencia de la translación de la

Tierra y por ende a la verticalidad de los rayos solares sobre los diferentes puntos geográficos; en esta fase decrece la incidencia de los Vientos Alisios, ya que la Celda de Alta Presión Bermuda-Azores, se desplaza como consecuencia del movimiento de la Zona Intertropical de Convergencia.

En el área de la Laguna de Tampamachoco no se apreciaron diferencias en el volumen de la precipitación en las tres temporadas, las cuales confirieron la misma variación en la profundidad del sistema acuático.

A partir de lo anterior se establecieron tres temporadas que corresponden a (Tabla 17):

Tabla 17. Temporadas climáticas de acuerdo al volumen de lluvia en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

Temporada	meses	volumen de lluvia(mm)
Nortes	noviembre a febrero	222
Secas	marzo y abril	92
Lluvias	mayo a octubre	1071

El comportamiento ombrotérmico calculado a partir del factor  $r_h$

para todas las estaciones meteorológicas, marcó un incremento de la precipitación en mayo y concluyó en octubre con un aumento en septiembre y octubre; en este período la curva pluviométrica superó en todos los casos a la curva térmica, entre 150 mm en Alamo 500 mm y en Tecolutla. Este comportamiento decayó drásticamente a partir de noviembre y hasta abril, meses en los cuales la curva de precipitación no superó al de la de temperatura en ninguno de los casos. (Figs. 5 y 6). Las curvas ombrotérmicas reflejan de manera gráfica el punto de inicio de la temporada de lluvias, que se establece cuando la curva de lluvia supera a la de temperatura, y el período de secas cuando la curva pluviométrica no supera a la térmica (Anexo 5).

Fluctuaciones térmicas y pluviométricas anuales durante un período secular en la planicie costera de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica y su relación con el número de manchas solares.

De manera particular, para el área de la Laguna de Tampamachoco, se establecieron los límites de variación máximos y mínimos para el volumen de precipitación total anual y la temperatura media anual durante el período de 1922 a 1990, a partir de los límites descritos en las tablas 18 y 19.

Tabla 18. Límites para la precipitación pluvial en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica.

-----Precipitación pluvial-----		
Nomenclatura	Intervalos	Límite
Húmedo en extremo	de 2150.7 a 1886.7	$\bar{x} + 3d. std.$
Muy húmedo	de 1886.7 a 1622.7	$\bar{x} + 2d. std.$
Húmedo	de 1622.7 a 1358.6	$\bar{x} + 1d. std.$
Normal	1350.6	$\bar{x}$
Seco	de 1358.6 a 1094.7	$\bar{x} - 1d. std.$
Muy seco	de 1094.7 a 830.7	$\bar{x} - 2d. std.$
Seco en extremo	de 830.7 a 566.7	$\bar{x} - 3d. std.$

Tabla 19. Límites para la temperatura ambiental en la Cuenca Tamiahua-Poza Rica:

-----Temperatura media anual-----		
Nomenclatura	Intervalos (°C)	Límite
Muy cálido	de 32.76 a 28.90	$\bar{x} + 2d. std.$
Cálido	de 28.90 a 25.04	$\bar{x} + 1d. std.$
Normal	25.05	$\bar{x}$
Frío	de 25.04 a 21.18	$\bar{x} - 1d. std.$

La precipitación pluvial registró años particularmente anómalos que se señalan en la tabla 21 y figura 8:

Tabla 20. Caracterización pluviométrica del período 1922-1990

- 1) Húmedo en extremo: 1952
- 2) Muy húmedo: 1929, 1981 y 1984
- 3) Húmedo 1935, 1941, 1942, 1946, 1954, 1958, 1967, 1969, 1972, 1973, 1974, 1976 y 1980
- 4) Normales: 1922, 1924, 1925, 1926, 1928, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1936, 1944, 1945, 1947, 1949, 1950, 1951, 1955, 1956, 1959, 1960, 1962, 1965, 1966, 1968, 1970, 1971, 1975, 1979, 1983, 1985, 1987, 1988, 1989 y 1990
- 5) Secos a 1922, 1927, 1937, 1939, 1948, 1953, 1957, 1964, 1970, 1982 y 1986

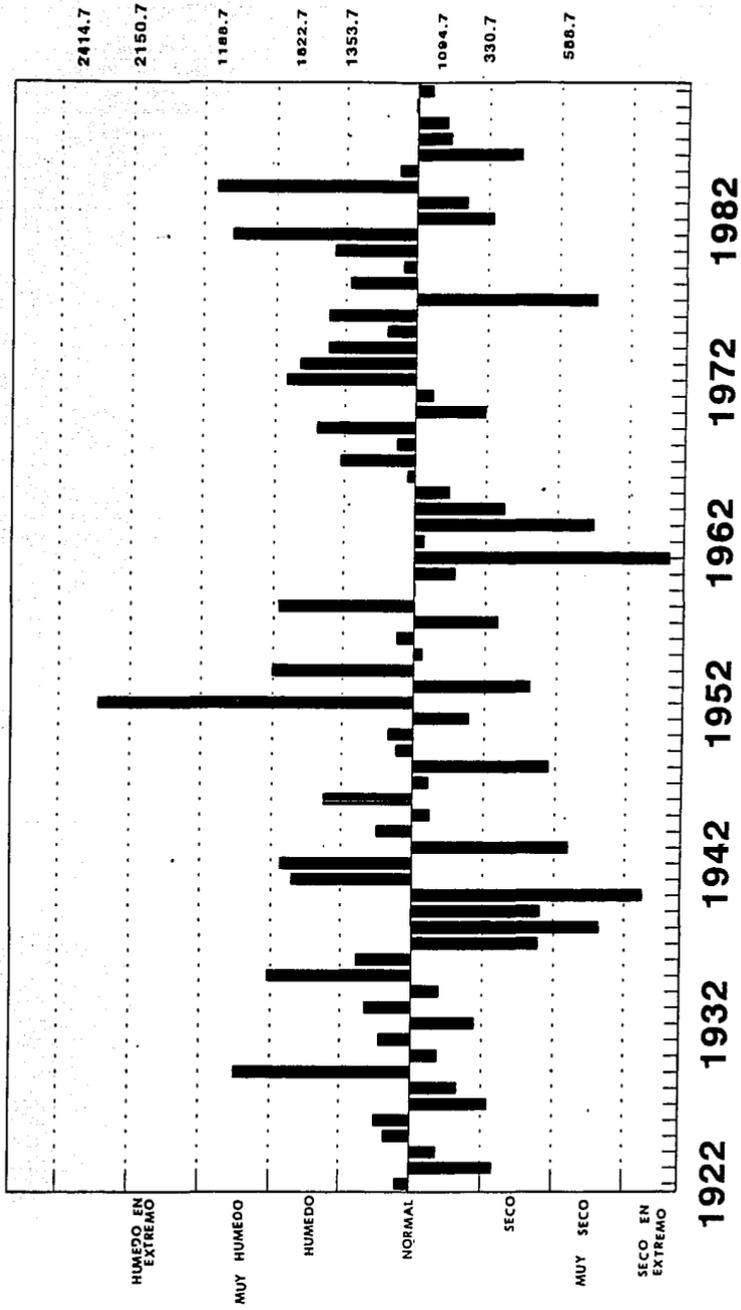


Figura 8: ANOMALIAS PLUVIOMETRICAS PARA LA REGION DE TUXPAM-TAMPAMACHOCO, VER.

- 6) Muy seco a 1938, 1943, 1963 y 1977
- 7) Seco en extremo a 1940 y 1961

Respecto a la temperatura, se observaron variaciones en los registros térmicos anuales que se muestran en la tabla 22 y figura 9:

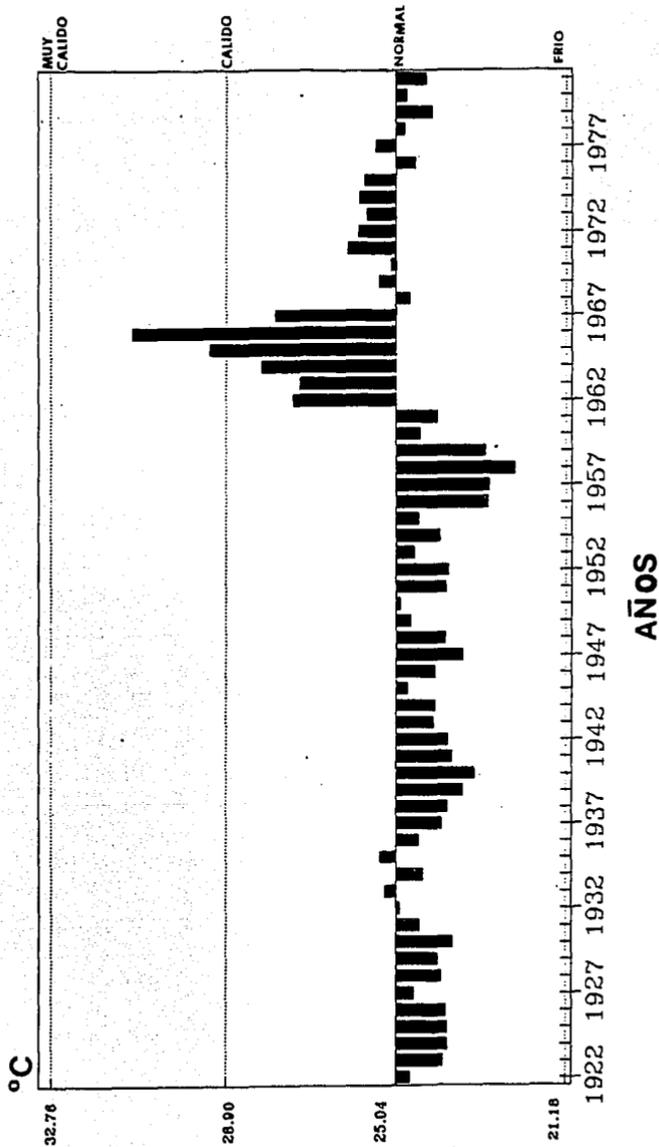
Tabla 21. Caracterización térmica durante el período 1922-1990

- 1) Fríos: el período que abarcó de 1922 a 1961, 1968, 1976 y de 1978 a 1981.
- 2) Cálidos: 1962, 1963, 1964, 1967, de 1969 a 1975 y 1977
- 3) Muy cálidos: 1965 y 1966

Para establecer una tendencia de comportamiento en los dos parámetros anteriores, se suavizaron los valores de las series a partir de medias móviles de orden cinco (Fig. 10). Se observaron comportamientos similares entre ambas durante ciertos años y en otros dicho comportamiento fue contrario, esto es, la tendencia fue paralela durante 20 años (1922 a 1942); antagónico en 9 años (1943 a 1952), durante los siguientes cinco años (1952 a 1956) fue paralelo y en descenso; de 1957 a 1972 nuevamente fue contrario y de 1972 a 1982 fue paralelo y en descenso.

Se observó un desfaseamiento gradual entre los ciclos de temperatura y precipitación en diversos puntos de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, así como comportamientos diferentes en sus tendencias. El mayor desfaseamiento se presentó en: el área de la Laguna de Tampamachoco y la Isla Lobos con el máximo retardo de 13 meses aproximadamente, calculado a partir de un periodograma y de un análisis de tendencia de orden 2; en menor grado, para las porciones de sotavento de la Sierra de Tantima y la Sierra Madre Oriental, en donde el retardo fue de 3 a 4 meses. En la zona de barlovento de la Sierra de Tantima no se encontró ningún desfase en ambos parámetros, aunque es importante resaltar que el comportamiento fue antagónico.

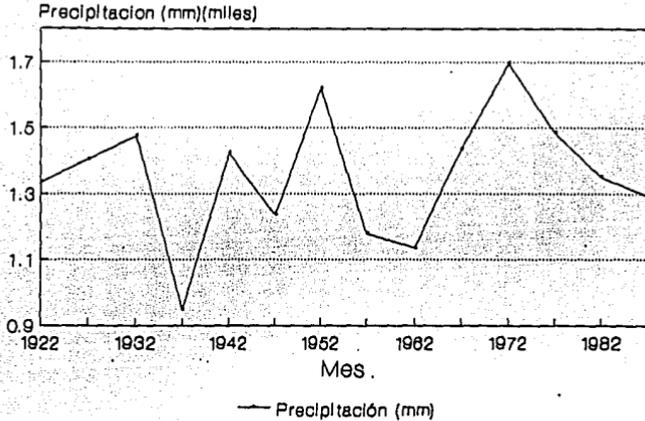
A diferencia de las anomalías registradas en otros puntos geográficos de la República, como el trabajo desarrollado para todo el país por García y Hernández (1988) en donde se concluye que las anomalías pluviométricas se deben a la ocurrencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos que generan la lluvia. Sánchez-Santillán et al., (1992) presentaron un análisis de anomalías termoplumiométricas en la Península de Baja California y las relacionaron con el fenómeno de El Niño (ENSO); Salinas et al., (1992) analizaron la Península de Baja California y atribuyeron dicho comportamiento anómalo a que los mecanismos que generan dichas diferencias son distintos a lo largo de toda la Península y con variaciones en el tiempo; ninguno de los autores mencionó la existencia de desfaseamientos en el comportamiento de la temperatura o la precipitación.



**ANOMALIAS TERMICAS PARA LA REGION DE  
TUXPAM - TAMPAMACHOCO, VER.**

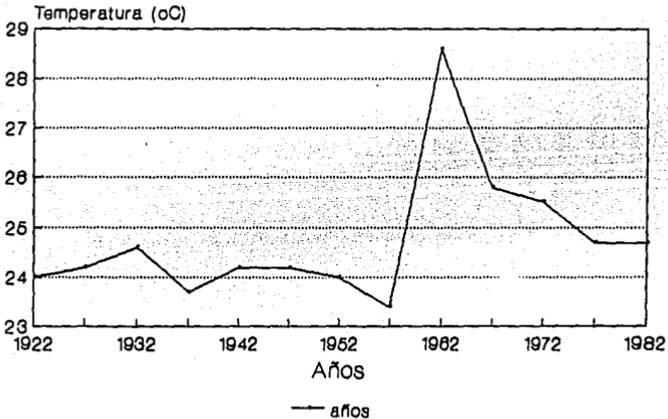
**Fig. 9**

### TENDENCIA DE LA PRECIPITACION EN TUXPAM DE RODRIGUEZ CANO.



Periodo de Observación: 68 años.

### TENDENCIA DE LA TEMPERATURA EN TUXPAM DE RODRIGUEZ CANO, VER.



Periodo de Observación: 60 años

Figura 10: Tendencia de comportamiento suavizado.

En el caso de las diferencias registradas en el comportamiento de las anomalías térmicas y pluviométricas en la cuenca exorreica de Tamiahua-Poza Rica, indica que fueron los mismos mecanismos generadores para toda el área, los que dieron lugar a dichos variaciones. De acuerdo al análisis de las cartas diarias del tiempo en el verano, son consecuencia de: los Vientos Alisios, ciclones, tormentas tropicales, Ondas del Este, Depresiones tropicales y sequías; y en invierno de: los sistemas fríos, los nortes (en sus cuatro tipos) y las vaguadas entre otros. Estos tuvieron un impacto diferente durante un período secular dentro de la cuenca, debido a los efectos locales de posición geográfica, orografía, tipo de clima, suelo y vegetación (Wallen, 1955; García y Hernández, 1988; Salinas-Zavala, et al. 1992). Lo anterior resulta de la absorción de calor por las diversas superficies, donde se calculó el desfaseamiento son: 1) en el área de máximo desfaseamiento de 13 meses aproximadamente, fue el espejo de agua de la Laguna de Tampamachoco y el circundante a la Isla Lobos. Ambas zonas están entre 0 y 4 msnm; dichas superficies generan una inercia térmica, debida a la alta capacidad calórica del agua, la cual es equivalente a dos veces la capacidad calórica que tiene la tierra (Pagney, 1982). 2) en el área de menor desfaseamiento, de 4 meses aproximadamente, la superficie del suelo está cubierta por selva y la humedad registrada en todas sus formas fue la más alta; la altitud en estas zonas es entre 400 y 800 msnm, 3) donde no se observó desfaseamiento correspondió al área con clima seco, donde la vegetación es escasa y además los vientos presentan desviación por la presencia de la Sierra y son de carácter descendente y seco; de 300 a 800 msnm.

En la Laguna de Tampamachoco y las áreas circundantes a ésta, así como la Isla de Lobos, el desfaseamiento fue mayor que en las laderas de sotavento de las Sierras Madre Oriental y de Tantima. En la primera, la vegetación está constituida por áreas de pastizal cultivado, y en las márgenes de la laguna hay manglares asociados a tulares y popales (INEGI, 1983a y b; Leigre, 1983). En la segunda, la vegetación está conformada por manchones de selva alta subperennifolia en donde se encuentran las especies más abundantes de *Brosomum alicastrum*, *Manilkaza zapota*, *Aplelocera nottlei*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Bomabax ellipticum*, *Bursera simaruba* y *Cordia allidora* (Pennington y Sarukan, 1968; Gómez Pompa, 1978).

En lo que respecta a la zona de barlovento de la Sierra de Tantima, área donde no se detectó desfaseamiento en el comportamiento térmico y pluviométrico, la vegetación está constituida por pastizales halófitos (Gómez-Pompa, 1978). Todas las áreas de la Cuenca, son consideradas como megatermas por García (1967). De acuerdo a los climas delimitados, la zona de mayor desfaseamiento es del tipo  $A_{w_1}$ , mientras que el área donde se localizó el menor desfase correspondió al tipo  $A_{w_2}$ ; el área donde ambos parámetros se ubican en fase es de tipo BS o seco.

Las anomalías térmicas no resultaron extremas como las pluviométricas, por la estrecha relación que existe entre el

(X 1000)

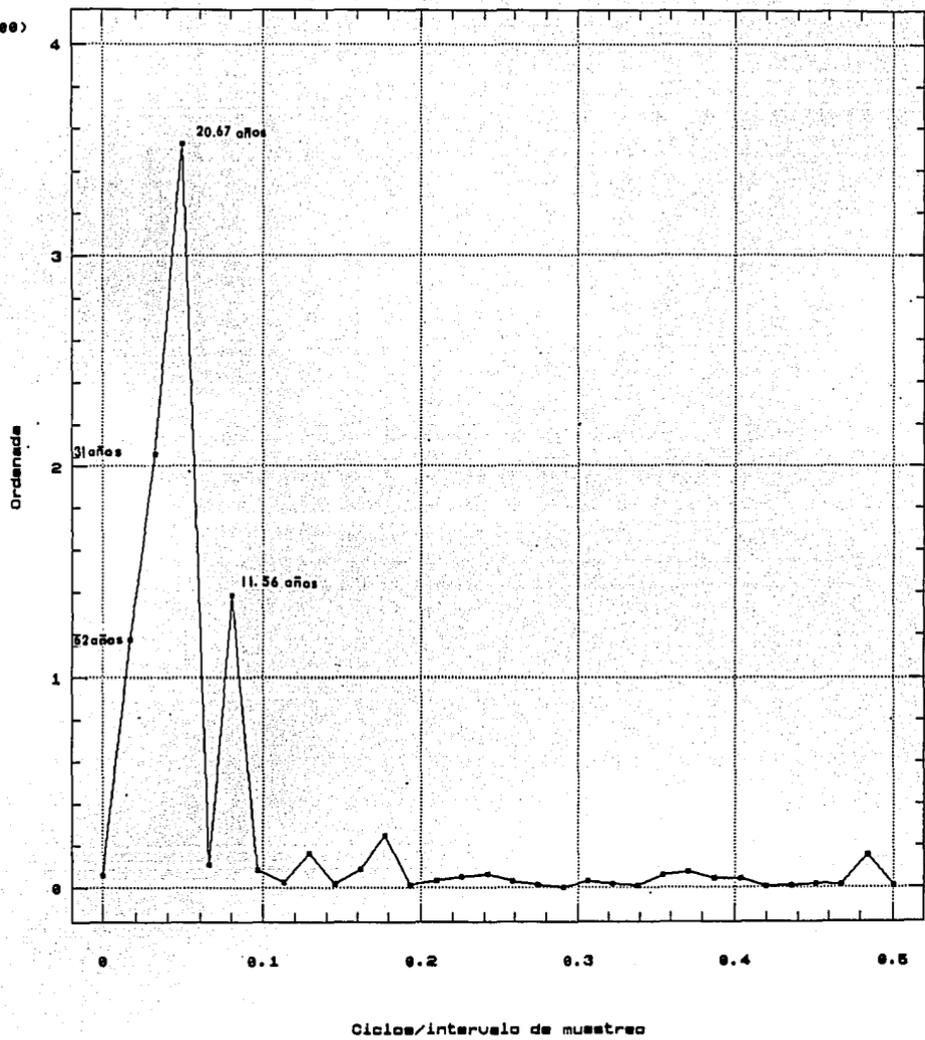


Figura 11: Periodograma de la precipitación pluvial de Tuxpan-Tampamachoco, Veracruz.

calor transmitido por el Sol y que es absorbida en parte por el tipo de suelo. Esto se puede explicar en parte por la Ley de Stefan-Boltzman (Miller, 1982), basada en que el calor radiante de la energía total emitida por una superficie, es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta; si esto se asocia a las propiedades del agua, como la de la Laguna de Tampamachoco y el Golfo de México por sus altos valores de calor específico y de evaporación, se explica que en la zona de la laguna, el desfaseamiento calculado sea mucho más amplio que en la zona de sotavento que está más alejada de la laguna, y por último el área de barlovento de la Sierra de Tantima, la cual es una zona seca, con poca incidencia de precipitación. Esto explica también que aunque no se desfaseó el comportamiento termopluviométrico, si fue antagónico, es decir, mientras se iniciaba el ciclo ascendente de precipitación la temperatura tuvo una dirección descendente, debido a la pérdida de calor requerida para enfriar y la humedad que conllevan las corrientes descendentes y generar la subsecuente precipitación.

Este comportamiento en la temperatura y en la precipitación se puede explicar por las variaciones en la intensidad, la localización geográfica y las dimensiones que alcanza durante el verano la celda de alta presión Bermuda-Azores, razón por lo cual se le denomina como semipermanente, ya que de acuerdo al ángulo de inclinación de los rayos solares a través del año, ocurrirá un movimiento de la Zona Intertropical de Convergencia, será la posición de dicha celda.

Para establecer la periodicidad de los años anómalos, tanto para precipitación como para temperatura, se construyeron periodogramas a partir de los valores de la recta de tendencia de orden cinco, con la finalidad de convertir los valores lineales en valores de senos y cosenos para calcular la amplitud de la periodicidad en ambos parámetros.

En el caso de la lluvia se determinaron dos armónicos principales. En orden de frecuencia el mayor fue de 20.67 años y el siguiente de 11.56 años; dentro del primer armónico principal se localizaron dos de carácter secundario que corresponden en orden de frecuencia al de 31 años y al de 62 años. En la figura 11 se observa el armónico principal de 20.67 años  $\pm$  3 y en el período de 1922 a 1939 el ciclo fue de 17 años; de 1940 a 1960 fue de 20 años y de 1961 a 1982 el ciclo fue de 21 años; los ciclos de la lluvia calculados se superponen a los ciclos solares 16 y 17.

En la temperatura ambiental se definieron tres armónicos principales que en orden de frecuencia correspondieron a: 62 años, 20.67 años y 11.56 años; dentro del primer armónico principal se encontró un armónico secundario correspondiente a 31 años. En la figura 12 se observa el armónico principal de 20.67 años  $\pm$  2. Durante los períodos de 1924 a 1942 el ciclo fue de 18 años; de 1942 a 1960 el ciclo abarcó 16, años y de 1960 a 1982 el ciclo fue de 24 años. Al igual que en el caso de la lluvia, los ciclos térmicos calculados se superponen a los ciclos solares 16 y 17. Para explicar la periodicidad en los armónicos de temperatura

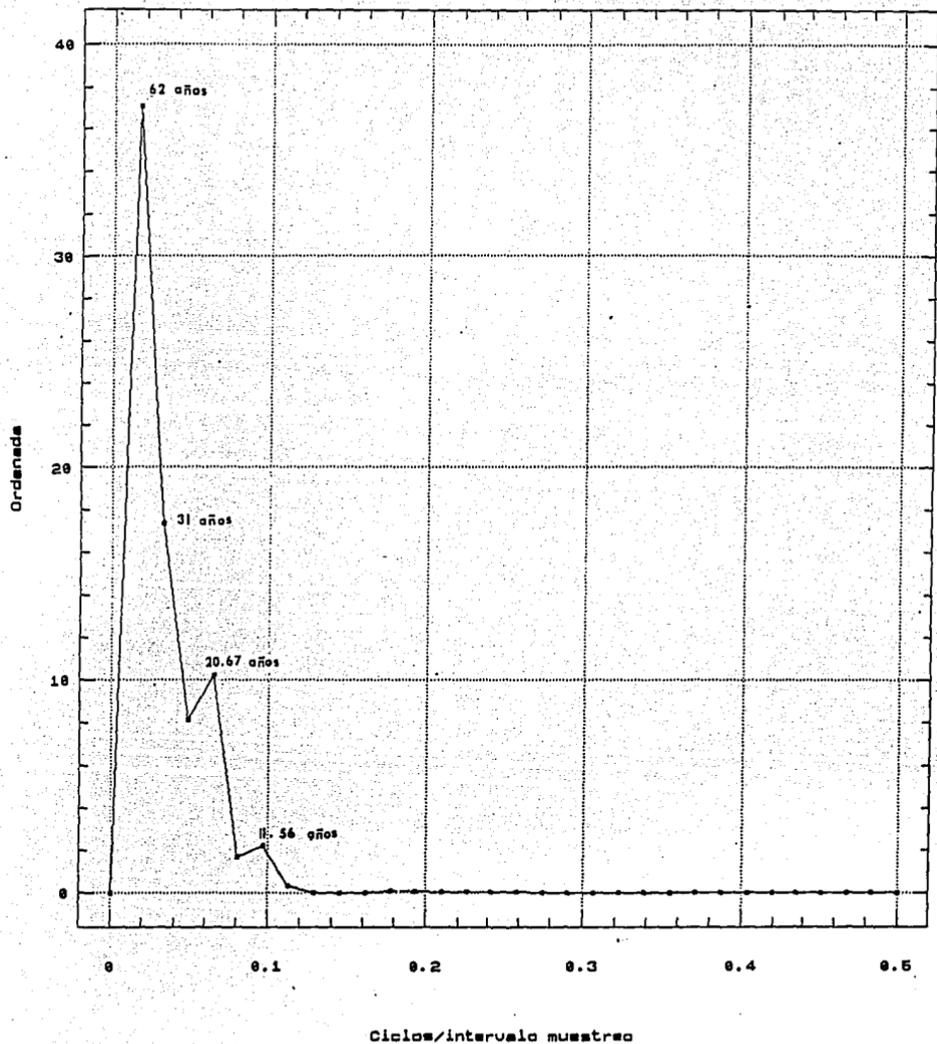


Figura 12: Periodograma de la Temperatura Ambiental en Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz.

ambiental y precipitación se relacionaron éstos, con los ciclos de manchas solares (Anónimo, 1990; 1994), que son dos principalmente: el de 11 años denominado de ciclo de Wolf o de Schwabe y el de 22 años llamado doble ciclo solar; ambos se utilizan básicamente para medir la actividad solar durante un tiempo dado, para lo cual existe una relación directamente proporcional entre el número de manchas solares y la actividad solar (Gerety et al., 1979). Se calculó la correlación entre el número de manchas solares y los valores de precipitación y temperatura; el primer término es conocido como, número de manchas solares de Wolf ó "R" (Número relativo de manchas solares de Zurich) que se estima mediante la ecuación:

$$R = k (10g + f)$$

k = cálculo normalizado de varios observatorios  
g = número de grupos de manchas solares  
f = número de manchas solares sin importar su talla

Los resultados para la precipitación señalaron dos correlaciones positivas, la primera con el armónico de 20.67 años y una  $r = 0.7$  (nivel de confianza del 99%) y la otra con una  $r = 0.6$  (nivel de confianza del 84%). Para la temperatura del aire se determinaron dos correlaciones positivas: con el armónico de 20.67 años y una  $r = 0.6$  (nivel de confianza del 82.5%) y con el armónico de 11.56 años y una  $r = 0.5$  (nivel de confianza del 70%).

Mediante las cartas diarias del tiempo atmosférico, se observó la relación que guardan las anomalías térmicas y pluviométricas con la celda anticiclónica Bermuda-Azores durante el verano, así como también la incidencia variable de ciclones y tormentas tropicales, mientras más cercana al Golfo de México y de mayor dimensión sea la celda, los Vientos Alisios serán más intensos y generarán mayores precipitaciones ocasionando años más húmedos, y cuando el Alisio sea débil y la celda esté lejos del Golfo habrá años más secos. Estas variaciones en la celda podrían deberse a la variabilidad en la actividad solar, cuantificada a través del número de las manchas solares, como puede observarse en los valores de correlación calculados. Se desconoce el mecanismo termodinámico que se desencadena entre ambos eventos.

Diversos autores han sugerido la relación entre diversos fenómenos meteorológicos y la actividad solar (Bates, 1981; Cole, 1984; Lundsetdt, 1984). Pérez et al., (1989) señalan que dicha actividad medida a través de diversos patrones, entre ellos los ciclos de manchas solares, la actividad del viento solar o la actividad geomagnética, ocasiona en la tropósfera incrementos de temperatura de 2 a 10°C y de presión al nivel de los 500 mb. Lo anterior podría constituir un disparador en el mecanismo de las alteraciones climáticas, como el fenómeno de las auroras o el del ENSO; se ha sugerido que ambos eventos están enlazados a través de la interfase de ondas planetarias (Herman y Golberg, 1978; Heath, 1980; Mustel et al., 1980; Scherer, 1981; Wu et al., 1984; Labitzke y Loon, 1989).

Aunque se han determinado relaciones significativas entre la variación en la actividad solar y los fenómenos ocurridos en la tropósfera, la cantidad de energía involucrada es pequeña como para afectar los procesos atmosféricos de manera significativa (Pérez-Enríquez et al., 1989). Por su parte Mitchell (1965), Fröhlich (1977), y Herman y Golberg (1978) entre otros autores, han mencionado que basta un cambio del 1% en la constante solar que equivale a  $1.353 (10^8) \text{ W m}^2$  (Thekaekara 1974), para desencadenar alteraciones en los climas terrestres esto ha ocasionado una controversia, aunada al desconocimiento del mecanismo desencadenador de dichas modificaciones.

A lo anterior se añade otro factor de incertidumbre constituido por el desfaseamiento que existe entre la actividad solar y las alteraciones meteorológicas como el fenómeno ENSO al respecto, Mendoza et al., (1991) calcularon que el 63% de los fenómenos atmosféricos denominados Niños, ocurrieron en fase de descenso del ciclo de las manchas solares y el 37% en fase ascendente y calcularon una inercia del *momentum* de hasta 4 años.

Existen pocos trabajos en los que se mencione la existencia de desfaseamientos termopluviométricos y su relación con los ciclos de las manchas solares. García et al. (1982) mencionan un desfaseamiento en fase de retraso de la precipitación ocurrida en Tacubaya, localidad de la Ciudad de México, sin mencionar el valor de la inercia en el mismo así como su posible origen. En el caso de la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, se encontró una relación importante entre los ciclos de la lluvia y la temperatura con los ciclos de las manchas solares, basados en la relación de ocho ciclos solares, que correspondieron al 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22; sin embargo se estima que los desfaseamientos calculados obedecen a condiciones geográficas locales, y se sugiere posteriormente desarrollar análisis estadístico de series de tiempo para corroborar el grado de desfaseamiento de manera más precisa.

## Caracterización Hidrológica de la laguna de Tampamachoco, Ver.

La caracterización hidrológica de la laguna se hizo a nivel superficial con las variables de temperatura y salinidad del agua, en 19 estaciones distribuidas aleatoriamente (Fig.3) durante el período de 1979 a 1986 y el efecto que ocasionaron sobre estas variables, la precipitación, la sequía de medio verano, la temperatura ambiental, la evaporación y el viento dominante.

### 1) Temperatura del Agua.

La temperatura promedio del agua superficial se determinó a partir de los registros mensuales efectuados de 1979 a 1986; se apreciaron variaciones térmicas en toda la laguna de acuerdo a las épocas climáticas delimitadas (nortes, secas y lluvias) (Tabla 22).

Tabla: 22 Temperatura del agua superficial de la Laguna de Tampamachoco de acuerdo a las temporadas

<u>Nortes</u>	<u>Secas</u>	<u>Lluvias</u>
(nov. a feb)	(marzo y abril)	(mayo a octubre)
22.4 °C	26.4 °C	29.1 °C

Sánchez-Santillán (1982) sugiere la existencia de áreas con diferentes ambientes aunque no llega a delimitarlas, como consecuencia: de las distintas profundidades, la presencia de un canal de navegación y su localización con respecto a la boca de comunicación con el estuario. Para establecer el número de áreas dentro de la laguna, en el presente trabajo se utilizaron dos pruebas estadísticas: el análisis de varianza de una vía y la prueba de Kruskal-Wallis y se consideraron la batimetría y la temperatura del agua; en ambas pruebas se determinó un nivel de significancia de 0.004 y 0.000 respectivamente, que delimitó la existencia de cinco áreas agrupadas de la siguiente forma (Fig. 13):

Area I: El estero que comunica a la laguna con el Estuario del Río Tuxpam; se localiza al sur de la laguna y cubre un 5.6% de su superficie (estaciones 1,2 y 3).

Area II: Porción sur de la laguna desde el este al oeste del cuerpo principal y el canal de navegación, que la atraviesa en su parte media; cubre 24.3 % del área total (estaciones 4,5,6,7 y 8).

Area III: Porción oeste del cuerpo principal que constituye el 19.5% (estaciones 9,10 y 11)

Area IV: Este de la laguna, que constituye parte del cuerpo principal y el canal de navegación que la atraviesa de sur a norte. El área cubre un 20.3% (estaciones 12,13,14,15 y 16)

Area V: Pequeñas lagunetas que se localizan al noroeste del cuerpo unidas por un angostamiento. Constituyen el 29.2% de la laguna (estaciones 17,18,19 y 20).

La variación de la temperatura promedio del agua durante el periodo 1979-1986 se encontró dentro de los siguientes límites (Tabla 23):

Tabla 23. Promedio de temperatura del agua (°C) de la laguna por áreas y por temporadas

	Nortes	Secas	Lluvias
Area I	21.4	25.8	28.0
Area II	21.6	25.7	28.6
Area III	22.8	26.5	30.1
Area IV	23.1	27.3	29.8
Area V	23.4	26.9	29.1

Delimitadas las áreas dentro de la laguna, se agruparon por temporadas y se les aplicaron las pruebas no paramétricas de análisis de varianza de una vía y de Kruskal-Wallis, con la finalidad de comprobar si dichas áreas se mantenían de acuerdo a las temporadas climáticas de nortes, secas y lluvias; el nivel de significancia fue de 0.609 y 0.476, lo que comprobó las diferencias existentes. Este comportamiento se caracterizó de la siguiente forma (Tabla 24):

Tabla 24. Temperatura promedio del agua superficial de la laguna, por áreas, profundidad y por temporadas durante el periodo 1979-1986.

Areas	Epocas	Profundidad (m)	Temp. del agua (°C)	Temp. del aire (°C)
Area I	Nortes	2.4	21.4	19.4
	Secas	2.1	25.8	23.7
	Lluvias	1.2	28.0	27.0
Area II	Nortes	0.66	21.6	19.4
	Secas	1.0	25.7	23.7
	Lluvias	1.28	28.6	27.0
Area III	Nortes	0.5	22.8	19.4
	Secas	0.68	26.5	23.7
	Lluvias	0.86	30.1	27.0
Area IV	Nortes	0.9	23.1	19.4
	Secas	1.0	27.3	23.7
	Lluvias	0.9	29.8	27.0

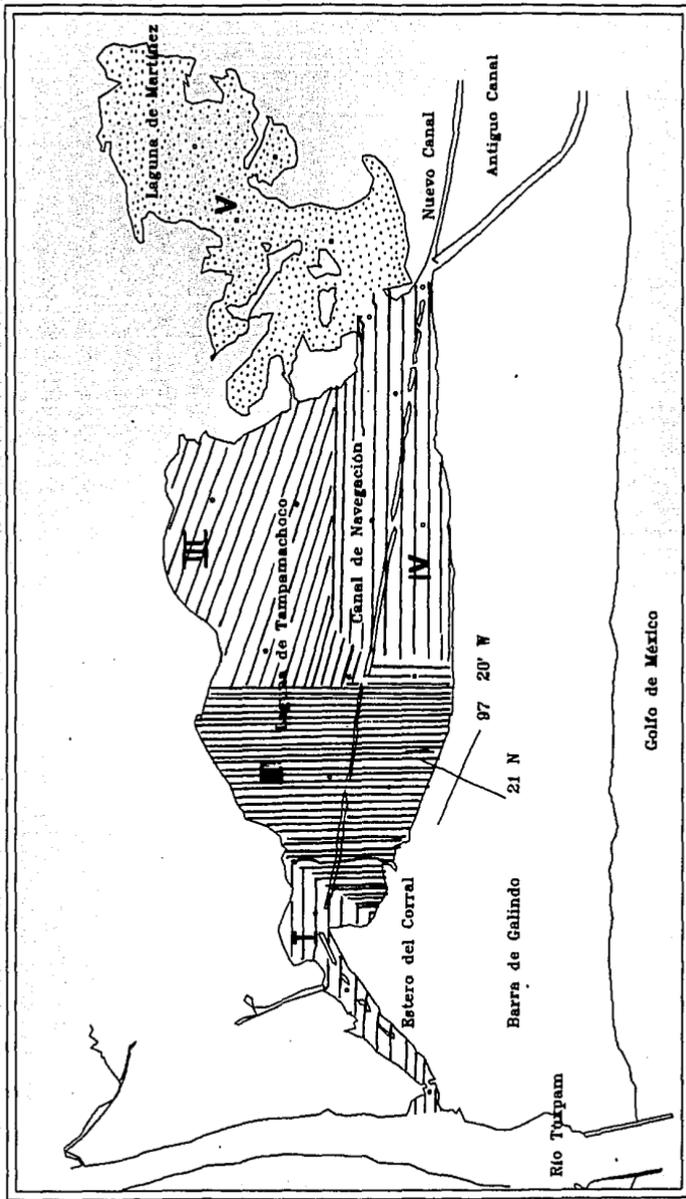


Figura 13: Areas hidrológicas encontradas en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz.

Area V	Nortes	0.6	23.4	19.4
	Secas	0.4	26.9	23.7
	Lluvias	0.85	29.1	27.0

Los resultados de la tabla anterior, indican que la batimetría constituye un rasgo fundamental en las variaciones térmicas de la laguna de manera inversamente proporcional, es decir, a menor profundidad mayor fue la temperatura del agua y viceversa. Las variaciones máximas registradas por profundidades, ocurrieron en las tres temporadas, de las áreas I a V; estas variaciones fueron de 2.0 °C durante los nortes, de 1.1 °C en secas y 1.9 °C en lluvias. Lo anterior se explica porque durante los meses de noviembre a febrero, que corresponden a la época de nortes, la oscilación térmica diaria fue mayor (8 °C), debido a las bajas temperaturas que se registran por la entrada de las masas de aire polar continental; a diferencia de lo que ocurrió durante los meses de marzo y abril, cuando inciden los Vientos Alisios de carácter cálido con una oscilación de 3 °C. En la temporada de lluvias se incrementaron las diferencias en la temperatura del agua porque la oscilación térmica alcanzó 6 °C, por la incidencia del viento proveniente de ciclones y huracanes y la misma lluvia que contribuye al descenso de la temperatura ambiental. Asimismo, los incrementos batimétricos de la laguna durante la temporada de lluvias, se deben en gran medida al incremento del caudal del Río Tuxpam, que durante esta época alcanza sus máximos volúmenes.

Para establecer el grado de influencia de la temperatura ambiental de manera cuantitativa sobre la temperatura del agua en las cinco áreas durante las tres temporadas climáticas, se aplicó un análisis de regresión múltiple, donde se consideró la temperatura ambiental, la temperatura del agua y la batimetría, y se obtuvo una  $r$  múltiple de 0.69033, la cual explica que la influencia de la temperatura ambiental sobre la temperatura del agua fue en un 47.65%, con una  $r^2$  de ajuste de 0.46753 y un error estándar de 2.91290.

Con el objeto de corroborar la presencia de áreas dentro de la laguna, se hicieron las mismas pruebas estadísticas para cada una de las temporadas, durante el período de 1979 a 1986 de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1) Durante la época de nortes, los niveles de significancia calculados fueron: para el análisis de varianza de una vía de 0.0010 y para la prueba de Kruskal-Wallis de 0.1111 lo que confirma la presencia de las cinco áreas durante esta temporada.
- 2) En la temporada de lluvias, la más larga de ellas, las cinco áreas se mantuvieron bien definidas como lo confirman los valores de 0.031 para el análisis de varianza de una vía y de 0.0164854 para la prueba de Kruskal-Wallis.
- 3) En el período de secas, la laguna no presentó áreas definidas, sino que se mantuvo homogeneizada; lo anterior se afirma por los valores de significancia calculados en el análisis de varianza de 0.2107 para una vía y 0.113889 para la prueba de Kruskal-Wallis. Durante el período de 1979 a 1986 el análisis de la temperatura

atmosférica media anual permitió apreciar diferencias climáticas entre un año y otro. En virtud de la influencia de ésta sobre la temperatura del agua, se realizó un análisis de varianza para observar si estos cambios atmosféricos se reflejaban sobre la temperatura de la laguna y los resultados fueron: 0.8227 de nivel de significancia por regiones y 0.0251 por años, lo que señaló que las cinco regiones delimitadas se mantuvieron a través de los cinco años, en las temporadas de nortes y lluvias pero el intervalo de la temperatura del agua fue diferente entre un año y otro como se muestra en la tablas 25, 26 y 27:

Tabla 25. Temperatura promedio del agua superficial durante los años 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 en las cinco áreas durante la temporada de nortes.

Areas	1979	1980	1984	1985	1986
Area I	22.2	15.8	22.7	22.9	23.6
Area II	23.3	16.4	21.7	23.0	23.6
Area III	23.6	16.7	24.3	25.8	23.7
Area IV	23.2	16.6	25.1	25.3	25.5
Area V	23.1	17.7	24.6	24.5	27.1

Tabla 26. Temperatura del agua superficial durante los años 1979 1980, 1984, 1985 y 1986 durante la temporada de secas.

Areas	1979	1980	1984	1985	1986
Area I	30.7	22.7	30.3	23.5	26.6
Area II	31.4	21.5	31.0	24.0	26.1
Area III	31.6	24.2	31.2	24.1	26.2
Area IV	31.8	25.2	31.4	24.0	28.0
Area V	32.2	24.6	31.8	23.0	28.1

Tabla 27. Temperatura del agua superficial durante los años 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 durante la temporada de lluvias.

Areas	1979	1980	1984	1985	1986
Area I	28.9	27.7	26.5	27.4	26.6
Area II	29.4	27.8	27.0	28.7	27.1
Area III	30.8	28.3	28.3	31.4	28.4
Area IV	30.7	28.3	28.2	30.4	28.3
Area V	29.8	27.8	27.3	29.7	27.4

Las variaciones observadas en las temperaturas del agua son resultado de las temperaturas atmosféricas, ya que explican en un 47.65% con una proporcionalidad de cambio para las áreas, y en las temporadas a través de los años, es decir, las temperaturas más altas en toda la laguna se registraron durante 1979 y 1980 los cuales se consideraron años cálidos desde el punto de vista atmosférico, y para 1984, 1985 y 1986 considerados como normales, la temperatura del agua fue más homogénea. Los registros se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Temperatura ambiental de los años 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 durante las temporadas de nortes, secas y lluvias.

	Nortes	Secas	Lluvias
1979	19.3	25.3	27.2
1980	19.9	23.9	28.3
1984	20.0	25.0	27.0
1985	18.5	22.3	27.5
1986	18.9	22.2	25.1

Al analizar los resultados de las pruebas estadísticas, se observó que la laguna mantuvo las cinco áreas delimitadas durante la temporada de lluvias y de nortes; en la época secas fue homogénea. Sin embargo, en todos los casos la temperatura del agua se explicó en un 47.65% por la temperatura ambiental.

## 2) Salinidad.

La salinidad promedio de la laguna se evaluó a partir de los registros mensuales efectuados en 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986, y de su análisis se apreciaron variaciones en la concentración en en las tres temporadas climáticas (Tabla 29).

Tabla 29. Salinidad del agua superficial de la laguna durante las tres temporadas

Nortes (de nov. a febrero)	Secas (marzo y abril)	Lluvias (de mayo a octubre)
28.62°/oo	31.59°/oo	27.30°/oo

De manera semejante a la temperatura, se registraron diferencias en salinidad en toda la laguna que, junto con las temporadas climáticas, se aplicaron las pruebas de análisis de varianza de una vía y la prueba de Kruskal-Wallis (Everit, 1974; Pielou, 1985) para definir el comportamiento y establecer si existía una correspondencia entre las áreas definidas por la temperatura del agua. El nivel de significancia en la prueba de Kruskal-Wallis fue de 0.1411069 y el del análisis de varianza de una vía de 0.01. La diferencia en los resultados de las dos pruebas estadísticas se explica con base en que la salinidad no tiene un comportamiento de distribución normal, como la temperatura, por lo que los tres resultados con mayor veracidad se obtuvieron con las pruebas estadísticas de tipo no paramétrico. La prueba de Kruskal-Wallis confirma la existencia de las mismas cinco áreas delimitadas para la temperatura del agua.

Se calcularon los límites de variación de la salinidad promedio en las cinco áreas en las tres temporadas y se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Salinidad promedio del agua (‰) durante el período 1979-1986 por áreas y por temporadas.

	Nortes	Secas	Lluvias
Area I	28.45	28.66	26.26
Area II	30.97	30.99	26.73
Area III	30.04	32.44	27.73
Area IV	25.52	32.92	27.84
Area V	28.12	32.96	27.95

Las cinco áreas dentro de la laguna, durante las tres temporadas presentaron las siguientes significancias:

- 1) Durante los nortes se calculó un valor de 0.0411069, que corrobora la presencia de las cinco áreas.
- 2) En la temporada de secas se mantuvo la diferenciación por áreas, con un valor de 0.0000.
- 3) En lluvias no se registró el patrón de distribución de la salinidad por áreas y la laguna se mantuvo homogeneizada, dado que el valor del nivel de significancia fue de 0.260517.

Las variaciones en la concentración de la salinidad presentadas en las tablas 31, 32 y 33 se relacionaron con el volumen de la precipitación.

Tabla 31. Salinidad promedio del agua superficial (‰) durante los años: 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 durante la temporada de nortes.

Areas	1979	1980	1984	1985	1986
Area I	32.23	28.91	19.25	32.62	29.75
Area II	30.17	31.24	25.00	36.22	32.25
Area III	28.49	32.47	26.50	29.45	33.30
Area IV	27.32	31.90	29.00	30.75	30.50
Area V	25.18	31.50	24.60	28.20	33.16

Tabla 32. Salinidad promedio del agua superficial (‰) durante los años: 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 en la temporada de secas.

Areas	1979	1980	1984	1985	1986
Area I	25.07	27.82	33.24	27.75	34.00
Area II	30.45	31.27	34.25	29.25	35.00
Area III	32.31	31.49	34.83	30.66	35.30
Area IV	32.12	31.57	35.09	32.00	36.00
Area V	32.42	30.96	39.01	29.83	38.66

Tabla 33. Salinidad promedio del agua superficial (°/∞) durante los años: 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 en la temporada de lluvias.

Áreas	1979	1980	1984	1985	1986
Area I	24.81	30.00	22.01	23.97	23.40
Area II	30.16	28.00	21.00	22.05	21.16
Area III	30.68	31.42	20.00	21.10	22.43
Area IV	32.52	29.00	19.40	22.00	22.11
Area V	31.64	33.08	15.03	19.13	20.17

Las variaciones entre un año y otro tanto por áreas como por temporadas se correlacionaron con la precipitación, la evaporación, la temperatura ambiental y el porcentaje de sequía relativa de verano, cuyo comportamiento se expresa en las tablas 34, 35, 28 y 36 respectivamente:

Tabla 34 Volumen de precipitación (mm) en los períodos 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986 durante las tres temporadas climáticas.

Temporadas	1979	1980	1984	1985	1986
Nortes	175.4	235.2	126.8	258.9	158.1
Secas	78.0	90.3	8.5	117.8	32.4
Lluvias	1153.8	1336.7	1831.2	988.6	760.7

Tabla 35. Volumen de evaporación (mm) en el período 1979-1986 durante las tres temporadas climáticas.

Temporadas	1979	1980	1984	1985	1986
Nortes	233.5	284.8	309.7	355.7	350.8
Secas	180.2	216.8	200.4	206.7	201.3
Lluvias	788.8	815.3	663.9	672.6	707.6

Tabla 36. Porcentaje de sequía relativa de medio verano en el período de 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986.

	1979	1980	1984	1985	1986
% de sequía	46.4	35.5	0.0	20.81	28.26

El resultado de las correlaciones entre las variables mencionadas, explicó que durante todas las temporadas, la concentración de la salinidad dependió en un 63% de la precipitación y en un 16% por la evaporación; el comportamiento de la temperatura del agua dependió en un 47.65% de la temperatura ambiental. Dichas correlaciones no solo se establecieron para los valores promedio del período 1979-1986, sino también para los registros climáticos e hidrológicos de cada año (Anexo 6); en ambos casos se mantuvieron los mismos resultados, con lo cual se determinó la variabilidad climática reportada en la temperatura ambiental, la precipitación, la sequía intraestival y la evaporación, así como el número variable

de eventos meteorológicos que incrementaron el volumen de la lluvia como se muestra en las tablas 28, 34, 36 y 37 respectivamente.

Tabla 37. Eventos meteorológicos ocurridos en el período 1979-1986.

----- Número de veces que ocurrió en el año: -----					
Evento:	1979	1980	1984	1985	1986
Nortes	19	32	20	18	21
Huracanes	4	2	0	3	2
Tormentas Trop.	4	12	3	4	13

Tabla 38. Condiciones Climáticas durante el período 1979-1986:

Año	Precipitación (mm)	Sequía (%)	Evaporación (mm)	Temperatura (°C)
1979	1407.2	46.4	1203	24.3
1980	1662.2	35.5	1316.9	24.8
1984	2101.7	0.0	1174	24.4
1985	1426.3	20.81	1235	23.6
1986	974.3	28.26	1259.7	22.6

Al analizar los resultados en conjunto, se observó que en la laguna se mantuvieron las mismas cinco áreas delimitadas por diferencias tanto en salinidad como en temperatura.

La ruptura de las áreas térmicas durante la época de secas señaló que la profundidad, el grado de insolación y la evaporación no constituyeron un efecto determinante en conjunto, sino otros factores como la incidencia de los vientos dominantes cuyas intensidades oscilaron entre 5 y 9 m/seg, el intercambio de agua con el estuario y las mezclas por las mareas semidiurnas que pudieron ocasionar una homogeneización dentro de la laguna. Contreras (1983) calcula que el desplazamiento de agua por las corrientes de marea es del orden de 3.2 millones de m<sup>3</sup> lo cual es significativo de acuerdo al volumen aproximado de la laguna que es de 20.5 millones de m<sup>3</sup>.

La evaporación no fue significativa, aún con la variabilidad registrada entre un año y otro (Tabla 40), debido a que ocurre fundamentalmente durante el verano y se compensa con la precipitación.

En la temporada de lluvias no se definieron las áreas lo cual se atribuyó al efecto de la precipitación de manera homogénea en toda la laguna y de los escurrimientos que llegan a través de la ribera, así como también al efecto que el viento tiene sobre las corrientes.

Con base en la distribución de la temperatura del agua y la salinidad fue posible determinar que la presencia del canal de navegación es un rasgo fisiográfico determinante para los patrones espaciales de las variables hidrológicas. La razón es que divide a la laguna en ambientes con diferencias en cuanto a la energía aportada por las mareas (Valiela et al., 1978, 1980; Contreras, 1983; Casillas, 1988) y a la influencia del Estuario de Tuxpam a través del Estero de la Mata por lo tanto, la movilidad de las masas de agua en las partes interiores de la laguna resultó mucho menor que la que se dió en el canal de navegación y en la porción de influencia con el Estero de la Mata.

Es evidente que las variaciones en las condiciones hidrológicas de un cuerpo costero, no se manifiestan de manera simple, sino que involucran cambios importantes en las variables físicas, químicas y biológicas, como por ejemplo el desplazamiento de las masas de agua por las mareas, cuyos niveles de fluctuación oscilan entre 15 y 20 cm en El Estero de la Mata, y por el viento, además de las corrientes intrínsecas de la laguna generadas con la entrada del agua epicontinental del Estuario Tuxpam y el efecto que estas variables ocasionan sobre las comunidades fitoplanctónicas.

### 3) Viento.

El viento genera una energía y un *momentum* que ocasiona un desfazamiento en las capas de agua, que se transfiere mediante un componente horizontal a través del movimiento orbital de las ondas la forma que asume la órbita en la superficie por el efecto de la gravedad es elíptica y circular en las aguas profundas (Sverdrup, 1970).

La transferencia directa de la energía del *momentum* del viento genera corrientes en la superficie del océano sin embargo se desconocen los mecanismos particulares de transferencia en los sistemas lagunares, debido a la complejidad que presentan dichos ecosistemas, en los que se conjugan la fuerza de Coriolis, la transferencia de Ekman, las corrientes de marea, la fricción en los canales y la dinámica propia del cuerpo costero, consecuencia de su morfometría, batimetría y las entradas de agua epicontinental provenientes de los estuarios (Perry y Walker, 1976).

Perry y Walker (1976) propusieron de manera empírica los cálculos para estimar la profundidad hasta la cual se denota la influencia del viento, considerando la batimetría y la velocidad del viento como variables, y como constantes el transporte de Ekman, el coeficiente de viscosidad, la densidad del agua y la fuerza de Coriolis.

En la Laguna de Tampamachoco se determinaron diferencias en la velocidad promedio del viento a través de las tres temporadas climáticas delimitadas para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica, y se calcularon las intensidades durante el período 1922-1990 (Tabla 39).

Tabla 39. Intensidad del viento promedio en la Laguna de Tampamachoco, durante el período 1922-1990.

Época	Nortes	Secas	Lluvias
Velocidad m/seg	8.1	6.5	7.5

Estas intensidades de viento se sustituyeron en la siguiente ecuación:

$$A_z = 0.1825 \times 10^{-4} U^{5/2} \text{ g cm}^{-1} \text{ seg}^{-1}$$

$A_z$  representa en el movimiento laminar a la viscosidad molecular y en el movimiento turbulento a la transferencia del *momentum* de eddy, conocida como coeficiente de viscosidad de eddy (EKman, 1902)

Sin embargo, el valor de  $A_z$  no es una constante como lo sugirió Ekman (1905), ya que éste se incrementa en la superficie debido a que la velocidad del viento es más vigorosa y decrece conforme se incrementa la profundidad. Perry y Walker (1976) sugieren la dependencia de la constante de Ekman de la energía total de disipación generada por el movimiento, razón por la cual propusieron la ecuación anterior.

Al sustituir los valores de la velocidad del viento en las tres temporadas se obtuvieron los siguientes resultados:

1) en la temporada de nortes:

$$\begin{aligned} A_z &= (0.1825 \times 10^{-4}) (U^{5/2} \text{ gr cm}^{-1} \text{ seg}^{-1}) \\ &= (0.1825) (0.0001) (\sqrt{810})^5 \\ &= (0.1825) (0.0001) (18\ 672\ 933) \\ &= 340 \end{aligned}$$

2) en la temporada de secas:

$$\begin{aligned} A_z &= (0.1825 \times 10^{-4}) (U^{5/2} \text{ gr cm}^{-1} \text{ seg}^{-1}) \\ &= (0.1825) (0.0001) (\sqrt{660})^5 \\ &= (0.1825) (0.0001) (10\ 771\ 679) \\ &= 196 \end{aligned}$$

3) en la temporada de lluvias:

$$\begin{aligned} A_z &= (0.1825 \times 10^{-4}) (U^{5/2} \text{ gr cm}^{-1} \text{ seg}^{-1}) \\ &= (0.1825) (0.0001) (\sqrt{750})^5 \\ &= (0.1825) (0.0001) (15\ 404\ 697) \\ &= 281 \end{aligned}$$

Los resultados de  $A_z$  se sustituyen en la ecuación siguiente para obtener la profundidad de la corriente de Ekman:

$$D_f = \frac{\pi^2 \times A}{\text{densidad del agua} - \text{seno } \phi \text{ latitud}}$$

Para la época de nortes se obtuvo:

$$D_f = \frac{(3.1416)^2 \times 340}{0.0000729 \times 0.4539} = \frac{3355.6}{2.76}$$

$$= \sqrt{1215.7} = 34.8 \text{ m}$$

Durante secas:

$$D_f = \frac{(3.1416)^2 \times 196}{0.0000729 \times 0.4539} = \frac{1934.4}{2.76}$$

$$= \sqrt{700} = 26.4 \text{ m}$$

En temporada de lluvias:

$$D_f = \frac{(3.1416)^2 \times 281}{0.0000729 \times 0.4539} = \frac{2774.3}{2.76}$$

$$= \sqrt{1005.1} = 31.7 \text{ m}$$

El cálculo del efecto de la corriente de Ekman en las velocidades del viento mencionadas en la tabla 39 se muestra en la tabla 40 y se observa que rebasó la profundidad máxima lagunar.

Tabla 40. Profundidad de mezcla generada por la velocidad del viento:

<u>Temporada</u>	<u>Vel. del Viento</u>	<u>Profundidad de mezcla</u>
Nortes	8.1 m/seg	34 8 metros
Secas	6.9 m/seg	26.4 metros
Lluvias	7.5 m/seg	31.7 metros

Esto implica que en la Laguna de Tampamachoco con una profundidad promedio de 2.5 m, toda la columna de agua se encuentra influenciada por las corrientes generadas por el viento durante las tres temporadas, incluyendo el canal que comunica con el Estero de la Mata donde las profundidades son mayores a los 20 m. La velocidad de las corrientes en superficie osciló entre 2 y 4 m/seg durante todo el año, siendo mayores en las áreas I, II, III y IV y menores en el área V de escasa profundidad, ubicada en el lado opuesto a la boca del Estero de la Mata. Resultó determinante la influencia de las corrientes de agua generadas por el viento y la mezcla de toda la columna.

#### 4) Fitoplancton.

La zonación hidrológica estacional y temporal propuesta para la Laguna de Tampamachoco fue corroborada también por la comunidad fitoplanctónica a partir de la distribución de la clorofila a durante el período de 1979-1986 (Tabla 41).

Tabla 41. Concentraciones promedio de clorofila a total (mg/m<sup>3</sup>) en áreas y temporadas durante el período 1979-1986.

Áreas	Nortes	Secas	Lluvias
Area I	5.9	3.63	6.25
Area II	6.81	5.37	8.34
Area III	7.56	8.13	11.1
Area IV	9.07	10.07	12.61
Area V	11.15	26.23	30.68

Las concentraciones de clorofila a promedio mostraron una variación espacial y temporal. En el primer caso fue a través de un gradiente durante las tres temporadas: de menor concentración en la porción del Estero de la Mata, donde ocurre la máxima influencia marina y del Estuario de Tuxpam, en donde se observó un incremento gradual en todo el cuerpo principal de la laguna y las máximas concentraciones se ubicaron en el área de las lagunetas, en la cual es menos directa la influencia estuarina y marina. El intervalo de variación espacial de la concentración de clorofila a durante las tres temporadas se muestra en la tabla 42.

Tabla 42. Variación entre la concentración promedio de clorofila a (mg/m<sup>3</sup>) y las áreas durante las temporadas

Nortes	Secas	Lluvias
5.25	22.6	24.46

De acuerdo a las tablas 23 y 30 de temperatura y salinidad del agua respectivamente, se señaló un gradiente semejante al descrito para las concentraciones de clorofila a, en las tres temporadas para el área de las lagunetas, donde se ubicaron las profundidades más bajas (Tabla 25): 1) Durante los nortes se apreció tanto el nivel de producción primaria como los intervalos de variación de clorofila a más bajos y homogéneos y la salinidad fue inversa, y más heterogénea. 2) En secas se incrementó la clorofila un 23% aproximadamente con respecto a la época de nortes, el intervalo de variación espacial de la salinidad se conservó alto. 3) En lluvias la concentración de clorofila registró las máximas respecto a las dos temporadas anteriores, el incremento fue de 40% con respecto a nortes y 23% con respecto a secas; en esta época se determinó la máxima variabilidad espacial de clorofila a y la mínima variación de salinidad.

Las variaciones espaciales de salinidad y temperatura del agua, así como el comportamiento del viento durante las tres temporadas, muestran que el efecto eólico se asocia con la distribución espacial del fitoplancton junto con las

características morfométricas de la laguna, ya que las variaciones en temperatura son despreciables y las concentraciones de salinidad fluctuaron en mayor grado en una escala temporal (tabla 43).

Tabla 43. Velocidad del viento (m/seg), profundidad de mezcla de la columna de agua (m), intervalo de variación espacial de la temperatura (°C), salinidad (‰) y clorofila a (mg/m<sup>3</sup>) del agua en el período 1979-1986

	Nortes	Secas	lluvias
Vel. del viento	8.1	6.5	7.5
Prof. de mezcla	34.8	26.4	31.7
Temperatura	2.0	1.6	2.1
Salinidad	4.52	4.3	1.69
Clorofila <u>a</u>	5.25	22.6	24.46

Para este sistema lagunar, Arregoitia (1980) y García (1989) definieron un gradiente semejante al referido en la tabla 42, con el contenido menor de clorofila a en el área de la boca de la laguna el cual se incrementó gradualmente hasta el área de las lagunetas, sin embargo aunque ambos sugieren que el clima es el responsable de dicho comportamiento, no definen cual de las variables climáticas es la responsable.

La variabilidad temporal de la clorofila a fue mayor que la espacial, de acuerdo a la tabla 43; los intervalos de concentración del pigmento fueron mayores en la temporada de nortes y fue en ésta época cuando se registró el mayor intervalo de variación en la salinidad (Tabla 44).

Según la tabla 44 la variabilidad en la salinidad y por ende la precipitación, fue la responsable de la variación temporal en la clorofila a (Tabla 42). Asimismo se señala que la variabilidad en la salinidad y por ende en la precipitación, fue la responsable de la variación temporal en la clorofila a, a través de año, los niveles promedio en la laguna mostraron que de noviembre a febrero (época de nortes) se presentaron los valores más bajos que correspondieron a 8.09 mg/m<sup>3</sup>; en marzo y abril (temporada de secas) se incrementaron a 10.6 mg/m<sup>3</sup> y de mayo a octubre (época de lluvias) los máximos fueron de 13.74 mg/m<sup>3</sup>. Al respecto Bulit y Signoret (1987) consideraron que la producción primaria puede mostrar una variación temporal amplia, desde una heterotrofia franca durante marzo (que de acuerdo a la delimitación climática propuesta en este trabajo correspondió a la temporada de secas), a una situación altamente productiva en mayo y octubre (temporada de lluvias); aunque no atribuyen las variaciones en concentración temporal de la clorofila a de forma directa a la salinidad.

La distribución de las comunidades fitoplanctónicas responde a dos escalas: la temporal y la espacial, resultantes en la variabilidad de los procesos físicos. Sinclair (1978); Demers et al., (1979); Fortier y Legendre (1979) y Sinclair et al., (1981) afirman que el viento es el factor predominante en la

distribución espacial de las comunidades fitoplanctónicas, por efectos de difusión horizontal. Harris (1980), Legendre y Demers (1984) y Levasseur y Legendre (1984) señalan a los aportes tanto de agua epicontinental como los de la lluvia, como responsables del aspecto temporal y afirman que los mecanismos de distribución del fitoplancton son respuesta a las fluctuaciones ambientales.

En sistemas estuarinos de latitudes templadas y frías, Sinclair (1978); Demers et al., (1979); Fortier y Legendre (1979) y Sinclair et al., (1981) sugieren que la mayor variabilidad espacial, correspondería a la temporada de invierno y de verano; temporadas en las cuales la intensidad del viento es mayor en esas latitudes. Sin embargo en la Laguna de Tampamachoco, ubicada en una zona subtropical, en la cual las estaciones no se definen marcadamente como en las altas latitudes y el viento es intenso y constante (Tabla 8), se determinó un comportamiento semejante al propuesto por estos autores. Con respecto a la temporada de secas, el comportamiento fue más parecido a lluvias, pese a que temporalmente correspondería a una circulación de invierno en esta latitud. Respecto a la temperatura y a la radiación incidente como factores determinantes en los florecimientos de fitoplancton registrados en latitudes superiores a los 30° Norte (Riley, 1942; Sverdrup, 1953; Braruud, 1974; Tett y Wallis, 1978), en lagunas costeras tropicales como Tampamachoco, estas variables resutan poco forzantes como se muestra en la poca demarcación estacional que existe y a las variaciones temporales que registró la temperatura, no así la salinidad y el viento que constituyeron una posible explicación para la distribución espacial y temporal del fitoplancton.

## CONCLUSIONES

- \* El gradiente térmico calculado para la Cuenca Tamiahua-Poza Rica es 50% menor con respecto al gradiente térmico mundial, como consecuencia de la orografía, esto ocasiona un incremento térmico de 0.35 °C por cada 100 msnm en vez de 0.65 °C.
- \* Dada la incidencia de las masas de aire polar ó "nortes" que se presentan de noviembre a febrero y a la orografía de la cuenca, la oscilación térmica entre el mes más frío y el más cálido es extremosa. El gradiente es directamente proporcional a la altura cuando: a) en los lugares más bajos altitudinalmente el gradiente es de 7 °C; por el efecto de amortiguación térmica de la laguna de Tampamachoco y de las aguas adyacentes del Golfo de México, y c) sólo se registra en el área de la planicie costera (40% de la cuenca), efecto que disminuye conforme se incrementa la altura y b) aumenta con la altitud hasta 10.5 °C.
- \* La componente dominante del viento es en dirección E y NE, cuyo origen es en los alisios provenientes la Celda de Alta Presión Bermuda-Azores. La componente N proviene de los "nortes" ó masas de aire polar modificado, y las componentes O, NO, S y SE pueden ser consideradas como modificaciones de las dos componentes dominantes anteriores por efectos de embalse, represamiento y ascenso orográfico por lo que se generan los tres microclimas ( $Aw_2$ ,  $Aw_1$  y BS) en la cuenca.
- \* En la cuenca se registran tres zonas con diferente volumen de precipitación pluvial. 1) La planicie costera que incluye a la Laguna de Tampamachoco, con un gradiente de 1390 a 1400 mm y abarca un 35% de la cuenca 2) La Sierra Madre Oriental que la ladera de sotavento de la Sierra de Tantima, de 1400 a 1800 msnm y cubre un 55% del área 3) la porción de barlovento de la Sierra de Tantima, con 700 mm de precipitación que abarca un 10% del área. Estas diferencias en el volumen son el resultado del enfriamiento adiabático del aire húmedo y de la sombra orográfica que ocasiona un descenso en la trayectoria de los vientos de carácter húmedo.
- \* Durante la temporada de lluvias se presenta para toda la cuenca, un déficit en el número de días con lluvia (30 en promedio), denominada sequía de medio verano ó "canícula", cuya duración es de hasta dos meses y ocurre en julio y agosto. Este fenómeno no modifica la dinámica hidrológica en la Laguna de Tampamachoco. Tampoco se encuentra asociado con la orografía, en consecuencia puede originarse en la tropósfera.

- \* Las precipitaciones de verano fundamentalmente, y en menor grado de invierno, se reflejan en las diferencias fluviales de el Estuario del Río Tuxpam, las cuales se duplican durante estas temporadas con respecto a las registradas en la época de secas, el intervalo promedio es de 695.3 a 1825 m<sup>3</sup>/seg; esto se traduce en una variación del volumen y área de cobertura de la laguna, particularmente en la porción NO donde se encuentran las lagunetas.
- \* En la cuenca Tamiahua-Poza Rica se diferencian a escala mesoclimática, tres tipos de climas que son: Aw<sub>1</sub> (55%), Aw<sub>2</sub> (35%) y BS<sub>1</sub> (10%), ocasionados por la combinación de vientos dominantes, la orografía y el tipo de suelo esta delimitación es equivalente a las zonas pluviométricas: 1) a la laguna le corresponde el tipo Aw<sub>1</sub>; 2) al Río Tuxpam en un 80% desde su nacimiento en la Sierra Madre Oriental el tipo Aw<sub>2</sub> con incremento en el aporte fluvial del por los volúmenes de lluvia, y 3) el tipo BS<sub>1</sub> en la porción de barlovento de la Sierra de Tantima que ocasiona que los escurrientos originados sean de carácter efímero y no constituyan un aporte importante en la porción NO de la laguna, donde se localizan las lagunetas.
- \* La variación temporal del clima presenta tres condiciones: 1) la temporada de lluvias: de mayo a octubre con un volumen de 1071 mm originada por la incidencia de los Vientos Alisios, ciclones y tormentas tropicales; 2) la temporada de nortes: de noviembre a febrero con 222 mm, se debe a la entrada de masas de aire polar continental tanto profundas como someras, ambas de carácter húmedo y 3) La época de secas: marzo y abril con 92 mm, este decremento se atribuye al desplazamiento de la Zona Intertropical de Convergencia entre el verano y el invierno. En consecuencia el comportamiento hidrológico de la laguna se refleja de manera significativa durante las tres temporadas.
- \* Tomando como base las diferencias pluviométricas y térmicas anuales, los intervalos de variación en la precipitación son de 411 mm a 2539 mm y en temperatura de 22.9 °C a 30.7 °C, resultado de: a) las variaciones en la intensidad, de los Alisios a causa de la localización geográfica y las dimensiones que alcanza la Celda Semipermanente de Alta Presión Bermuda-Azores y la variabilidad anual de ciclones y tormentas tropicales durante el verano b) los "nortes" o masas de aire polar modificado del tipo someros húmedos, someros secos, profundos húmedos y profundos secos en invierno. Estas diferencias no modifican el patrón hidrológico de la laguna.

- \* Las variaciones térmicas no son extremosas como lo son las pluviométricas, por la estrecha relación que existe entre el calor transmitido por el sol, y el absorbido por el suelo, además por la capacidad calórica del agua de la Laguna de Tampamachoco y del Golfo de México. La condición pluviosa depende de la combinación en la variabilidad de la Celda Anticiclónica Bermuda-Azores y las modificaciones locales en la tropósfera, las cuales generan una diferencia anual en el volumen de la lluvia y por ende en la salinidad del agua de la laguna.
- \* Los ciclos de precipitación temperatura en las tres áreas climáticas delimitadas en la cuenca Tamiahua-Poza Rica, presentan un desfaseamiento gradual: 1) un máximo retardo de 13 meses en el área de la Laguna de Tampamachoco e Isla Lobos (clima Aw<sub>1</sub>); 2) en menor grado, de 4 meses, en el área de las porciones de sotavento de la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Tantima (clima Aw<sub>2</sub>) y 3) en la zona de barlovento de ésta última (clima BS<sub>1</sub>), no se registran desfases con respecto a las dos anteriores. Se atribuyen estos desfaseamientos a efectos locales de: a) la ubicación geográfica, b) la orografía, c) el tipo de clima y vegetación, d) la absorción de calor por las diversas superficies y el calor radiante que emiten éstas. La laguna de Tampamachoco y el Golfo de México incrementan la absorción de calor por la capacidad calórica del agua. Se identifican en la cuenca dos ciclos pluviométricos que, en orden de frecuencia, son de 20.67 años asociado al doble ciclo solar y de 11.56 asociado con el ciclo de Wolf o de Schwabe. La escala macroclimática que se establece para los ciclos pluviométricos no modifica la escala microclimática que influye en el comportamiento hidrológico de la Laguna de Tampamachoco.
- \* Los ciclos térmicos de 1922 a 1990 definen tres armónicos principales, en orden de frecuencia: de 62, 20.67 y 11.56 años, relacionados con los ciclos de manchas solares, de Hale, el doble ciclo solar y el de Wolf o Schwabe respectivamente. Se estima que tanto los ciclos térmicos como los pluviométricos responden a condiciones geográficas locales ya que el origen de las variables climáticas no se modifica. Al igual que en la precipitación, el ciclo térmico no modifica el comportamiento hidrológico de la Laguna de Tampamachoco.
- \* A escala microclimática se delimitan cinco áreas hidrológicamente distintas, a partir de la temperatura, la salinidad y la batimetría durante las temporadas de nortes, secas y lluvias; ubicadas: I) Al sur de la laguna en la boca de comunicación con el Estuario de Tuxpam, II) Porción Sur del cuerpo principal, III) Porción este del cuerpo principal, IV) Oeste del cuerpo principal y V) Porción NO constiuída por las lagunetas. La batimetría determina de manera inversamente proporcional las variaciones térmicas de las cinco áreas dentro de la laguna. Estas son en parte consecuencia (47.65%) de las temperaturas atmosféricas con una proporcionalidad de cambio para las áreas de acuerdo a la batimetría y las temporadas. La salinidad depende en un 63% de la precipitación y en un 16% de

la evaporación, con un cambio proporcional de acuerdo a la batimetría.

- \* El intervalo de evaporación anual es estrecho: de 1174 a 1316.9 mm, atribuible a una compensación entre lo aportado por las lluvias y lo evaporado durante la misma temporada lluviosa.
- \* Las corrientes generadas por el viento durante las tres temporadas son suficientes para mezclar toda la columna de agua de la Laguna de Tampamachoco, incluyendo el canal que comunica con el Estero de La Mata donde las profundidades son mayores a los 20 m. Dichas corrientes por viento son las responsables de la espacialidad del fitoplancton (clorofila a) sin embargo, la distribución temporal esta determinada por la salinidad consecuencia a su vez de los aportes fluviales y pluviales. La variación temporal en las concentraciones de clorofila a es mayor que la espacial, los intervalos de variación temporal son: en nortes de 5.25 mg/m<sup>3</sup>, en secas de 22.6 mg/m<sup>3</sup> y en lluvias de 24.46 mg/m<sup>3</sup>.

## LITERATURA CITADA

- ANONIMO. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Tarjetas diarias de datos meteorológicos durante el período 1930-1990. México.
- ANONIMO. Comisión Federal de Electricidad, 1990. Boletines meteorológicos anuales en la República Mexicana desde 1930 hasta 1990. 160 p.
- ARREGOITIA, N. E. 1980. Variación estacional de la clorofila a en el nanofitoplancton y microfitoplancton y de algunos parámetros abióticos en la laguna costera de Tampamachoco, Veracruz. UAM-Iztapalapa, CBS, Zootecnia (Informe de Servicio Social), 42 p.
- BATES, J.R. 1981. A dynamical mechanism through which variations in solar ultraviolet radiation can influence tropospheric climate. Solar Phys., 74: 399-415.
- BLÜTHEGEN, J. 1966. Alligemeine Klimageographie. Walter de Gruyter y Compañía, Berlin.
- BONILLA, J.R., G.Z. Morales y M.G. Pator. 1989. Estudio Florístico ecológico del manglar de la Laguna de Tampamachoco, Ver. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- BOUTIERE, H., 1979-80. Introduction a la connaissance des milieux lagunaires. Océanis 5(5):823-832.
- BROWN, F.A.; Hastings, J.W. y Palmer, J.D. 1970. The Biological Clock, two views. Academic Press, Nueva York.
- BULIT, C. 1989. Producción primaria fitoplanctónica en la Laguna de Tampamachoco, durante un ciclo anual. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- BULIT, C y M. Signoret 1987. Biomasa fitoplanctónica y producción de oxígeno en la Laguna de Tampamachoco, Ver. In: VII Congreso Nal. de Oceanogr. 201.
- CAMERON, W.D. y D.W. Pritchard, 1963. Estuaries. in: Ed. The Sea, 2 cap. 15 Interscience, Londres: 306-324.
- CAMPOS, V. R., A.L. Ibáñez-Aguirre L. Yáñez Trujillo, H. León Ruíz; S. Alvarez Hernández. 1989. Aspectos socioeconómicos involucrados en el comportamiento de las pesquerías comerciales. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.

- CASILLAS, G. J. 1988. Caracterización fisicoquímica del intercambio mareal en lagunas costeras. Informe de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Laboratorio de Oceanografía. 110 p.
- CASTRO-Aguirre, A. J.L., Gerez, A. Jiménez, R. Torres, M. Ugarte, E. Valdez, 1980. Estudios ecológicos sobre los peces del sistema Tuxpam-Tampamachoco, Ver., México. I. Generalidades. UAM-Iztapalapa, CBS, Zootecnia (Informe de Servicio Social).
- CHAVEZ, E. 1969. Notas acerca de la ictiofauna del estuario del Río Tuxpam y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. In: Carranza, J. (Ed.) Mem. IV Congr. Nal. Ocean. (Méx.): 177-199
- COLE, D.D. 1984. Possible effects of solar variability on the middle atmosphere. J. Atmos. Terr. Phys. 46: 721-725.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 1990. Boletines meteorológicos. observados en la República Mexicana desde 1922 hasta 1990.
- CONTRERAS, F.E. 1983. Variaciones en la hidrología y concentraciones de nutrientes del área estuarino lagunar de Tuxpam Tampamachoco, Veracruz, México. Biótica 8(2): 201-213.
- CONTRERAS, F.; M. Herzig y A.V. Botello. 1988. Atlas del Golfo y Caribe de México. Diagnóstico Ambiental. Centro de Ecodesarrollo. Secretaría de Pesca, México 62 p.
- CRUZ-ABREGO, F. 1989. Estudios efectuados en la Laguna de Tampamachoco durante una temporada de nortes. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- CRUZ, Orozco, R. 1966. Sedimentología de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de Maestría. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN México. P. 167.
- CUSHING, D.H. 1982. Climate and fisheries. Academic. Press. Londres. 372 p.
- DEFANT, A. 1985. Ebb and Flow: The Tides of earth, air and water. The University of Michigan Press, Ann Harbor, E.U.A. 121 p.
- De la Campa, S., R. Guadarrama, S.R. Mille y H. Ríos Salazar 1989. Análisis Ecológico del Plancton de la Laguna de Tampamachoco, Ver. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.

- De la Lanza, G. 1993. Importancia ecológica de los ciclos biogeoquímicos en los sistemas lagunares costeros. In: Físico-química y Biología de las lagunas costeras mexicanas. M.G. Figueroa, C. Alvarez, A. Esquivel y M. E. Ponce (eds.). UAM-Iztapalapa. Serie Grandes Temas de la Hidrobiología I. p. 7-15
- EKMAN, V. W. 1905. On the influence of the Earth's rotation on the ocean currents. Ark. f. Mat. Astr. och Fysik. K. Su. Vet. AK., Stockholm, 2(11): s/p
- ESQUIVEL, A. 1981. Contribución al conocimiento del macro y mesozooplankton de la Laguna de Tampamachoco, Ver. UAM-Iztapalapa, CBS. Zootecnia (Informe de Servicio Social), 58 p.
- ESQUIVEL, A., H. Santoyo y M. Signoret, 1980. Estudios ecológicos del zooplankton de la Laguna de Tampamachoco, Ver. I. Generalidades. IV Congreso Nacional de Zoología, Ensenada, B.C.N., México (Resúmen) s/p.
- ESQUIVEL, A. 1991. Ordenamiento teórico de una laguna costera Coloquio de Investigación, Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco, del 22 al 24 de octubre, México.
- EVERIT, B. 1974. Cluster Analysis. Heinemann Educational Books Ltd. London. 122 pp.
- DEFANT, A. 1924. Die Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation. Geografiska Annaler, 6, 131-141.
- DEMERS, S.; P.E. Lafleur; L. Legendre y C.L. Trump. 1979. Short-Term covariability of chlorophyll and temperature in the St. Lawrence Estuary. J. Fish Res. Board. Can. 36: 568-573.
- FLEMING, R.H. 1948. Physical characteristics of the inshore environment. J. Mar. Res., 7(3):483-489.
- FORTIER, L. y L. Legendre. 1979. Contrôle de la variabilité à court terme du phytoplancton estuariers: stabilité verticale et profondeur critique. J. Fish Res. Board Can. 36: 1325-1335.
- FRÖHLIC, C. 1977. Contemporary measures of the solar constant, in the solar output and its variations. (O.R. White Ed.) Colorado Associated University Press, Boulder, EUA. 346 p.
- GARCIA, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios, S.A., México, D.F. P. 187
- GARCIA, E. 1967. Apuntes de Climatología. Offset Larios, S.A.

- GARCIA, E. 1970. Los climas del Estado de Veracruz. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México, 41, Ser. Botánica (1) 3-42, 16 figs.
- GARCIA, E. 1974. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Boletín del Inst. de Geografía. Univer. Nal. Autón de México. VOL. V:7-20 p.
- GARCIA, E. 1992. Carta de vientos. Atlas Nacional Tomo II. Univ. Nal. Autón. México.
- GARCIA, E. y P.A. Mosiño. 1966. Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana. Escuela Nacional de Agricultura de Chapíngo. p.35-70
- GARCIA, E. y P.A. Mosiño. 1969. Los climas de Baja California Memoria 1966-67 del Comité Nacional Mexicano para el Decenio Hidrológico Internacional, 19-56. Univ. Nal. Autón de México, s/p.
- GARCIA, E.; R. Vidal y Antonio Miranda. 1982. Sunspots numbers and precipitation in Mexico. In: Latin America Regional Conference, Igu, Brazil: 11-18.
- GARCIA, E. y Ma.E. Hernández. 1988. Anomalías de la precipitación en la República Mexicana de 1921 a 1980. Revista de Geografía. 11(3):1-24.
- GARCIA, M.C. 1989. Productividad primaria determinada por los métodos de clorofilas totales (SCOR-UNESCO) y de oxígeno (Winkler), en la Laguna de Tampamachoco. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- GERETY, E.; J.M. Wallace y C.S. Zerefos. 1977. Sunspots, geomagnetic indices and the weather: a cross spectral analysis between sunspots, geomagnetic activity and global weather data. J. Atmos. Sci. 34: 673.
- GLEASON, E. 1970. Morfogénesis y clasificación de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas del Pico de Orizaba, Puebla y Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM. México.
- GRAY, W. M. 1979. Hurricanes, their structure and formation Shaw, D. (ed.). Meteorology over the Tropical Oceans, Royal Meteor. Soc., 155-218 p.
- GOMEZ-POMPA, A. 1978. Ecología de la vegetación del Edo. de Veracruz. CECSA, México, 91 p.
- GUZMAN del Proo, S. 1989. Hábitos alimenticios de la ictiofauna de Tampamachoco. In: Coloquio de Investigaciones

- GUTIERREZ, M. 1977. Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígena y carbonatada del sureste del Golfo de México. Tesis de Maestría en Ciencias, Univ. Nal. Autón. de México.
- HARRIS, P. G. 1980. Temporal and Spatial Scales in Phytoplankton Ecology. Mechanisms, Methods, Models, and Management. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 877-900.
- HEATH, D.F. 1980. "A review of observational evidence for short and long term ultraviolet flux variability of the Sun". In: International Conference on Sun and Climate, Toulouse, Francia, ed.: CNES: 163 p.
- HERMAN, J. y R. Golberg. 1978. Sun, Weather and climate National Aeronautics and Space Administration. 360 p.
- IBAÑEZ, A.L.; L. Yáñez; R. Campos y D. Martínez. 1989. Análisis retrospectivo de las capturas de lisa y lebrancha (1977-1982) en el complejo lagunar de Tamiahua-Tampamachoco, Ver. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- INEGI, SPP. 1982(a). Carta de agua superficial, F14-3, escala 1:250 000.
- INEGI, SPP. 1982(b). Carta de agua superficial, F14-9, escala 1:250 000.
- INEGI, SPP. 1983(a). Carta de uso del suelo y vegetación, F14-3, escala 1:250 000.
- INEGI, SPP. 1983(b). Carta de uso del suelo y vegetación, F14-9, escala 1: 250 000.
- INEGI, SPP. 1983(c). Carta edafológica, F14-9, escala 1:250 000.
- INEGI, SPP. 1983(d). Carta edafológica, F14-3, escala 1:250 000.
- INEGI, SPP. 1983(e). Carta topográfica, F14-9, escala 1:250 000.
- INEGI, SPP. 1983(f). Carta topográfica, F14-3, escala 1:250 000.
- JAUREGUI, E. 1967. Las ondas del Este y los ciclones tropicales en México. Ingeniería Hidráulica en México 21(3):197-208.
- JAUREGUI, E. 1968. Los ciclones del año 1967 y su contribución a la precipitación anual en México. Inq. Hidráulica en México, 22(2):169-176.

- JAUREGUI, E.1989. La climatología en México y el ciclón Gilberto. Memorias de la Segunda Reunión Nacional de Agroclimatología. Climatología y Microclimatología. 269-285 México, D.F. 16 al 19 de septiembre.
- JENSEN, Ad. S.1925. On the fishery of the Greenlanders". Medd. fra. Komm. f. Danmarks Fish. of Havundersogelser 7(7):1-39
- JIMENEZ, A.1979. Características hidrográficas de la vertiente del Golfo de México en el Estado de Veracruz. Boletín del Instituto de Geografía, México, (9):117-156.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, 233 p.
- KOBELKOWSKY, A. 1981. Estudio de los peces de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco, Guerrero, México. Resúmenes 98 p.
- KOBELKOWSKY, A. 1989. Estudios sobre peces de la Laguna de Tampamachoco, desarrollado en el Laboratorio de Peces del Departamento de Biología de la UAM-I. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- LABITZAKE, K. y H. Jan Loon. 1989. Recent work correlating the 11-year solar cycle with atmospheric elements grouped according to the phase of the Quasi-Biennial Oscillation. Space Sci. Rev. 49: 239 - 258.
- LAMB, H.H. 1970. "Volcanic dust in the atmosphere; with a chronology and assessment of its meteorological significances" in: Phil. Trans.Roy.Soc. 266; 425-533.
- LANKFORD, R.R., 1977. Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. Wiley, M. (Ed.) Estuarine Processes. Academic Press, Nueva York, 2: 182-215.
- LEE, Moreno, J.L. 1962. Estudio Geológico Integral de los Recursos Naturales de la región de Ciudad Mendoza, Ver., Facultad de Ingeniería, UNAM.
- LEIGRE, J. M. 1983. Les mangroves des riais du littoral Gabonais. Boits et forêts des tropiques, 194: 3-28.
- LEGENDRE, E. y S. Demers. 1984. Towards Dynamic Biological Oceanography and Limnology. Can. J. Fish. Aquat. Sci.: 41: 2-19.
- LEVASSEUR, M., J. Therriault y L. Legendre. 1984. Hierarchical control of phytoplakton succession by physical factors. Mar. Ecol. Progr. Ser., 19:211-222.

- LOPEZ, E. 1922. Climatología de la República Mexicana. Soc. Cient. Antonio Alzate. México, 135 p.
- LOPEZ, E.; M. Salgado y S. Guzmán del Proo. 1989. Un análisis estacional de la ictiofauna de la Laguna de Tampamachoco, Ver., y sus hábitos alimenticios. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- LOZANO, F. 1954. Bosquejo Geológico de la provincia del Papaloapan, Edo. de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN. 123 p.
- LUGO, A.E. y Snedaker, S.C. 1974. The Ecology of Mangroves. d Ann. Rev. Ecol. Syst., 5: 39-64.
- LUNDSTEDT, H. 1984. Influence of interplanetary interaction regions on geomagnetic disturbances and tropospheric circulation. Planet Space Sci., 32: 1541-1545.
- MARGALEF, R. 1962. Adaptación, ecología y evolución: nuevas formas de plantear antiguos problemas. Bol.R.Soc.Esp.Hist.Nat. (B), 60: 231-246.
- MARGALEF, R., 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. In: Ayala-Castañares, A. y F.B. Phleger (Eds.) Lagunas Costeras un Simposio. Mem. Simp. inter. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, nov. 28-30, 1967, México, D.F.: 545-562.
- MARGALEF, R., 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. Ocenol. Acta, 1(4): 493-509.
- MARGALEF, R., 1980. Perspectivas de la teoría ecológica. Ed. Blume Ecología, Barcelona, 110 p.
- MARGALEF, R. 1980. ECOLOGIA. 2a ed. Omega, Barcelona 951 p.
- MARGALEF, R., M. Estrada y D. Blasco, 1979. Functional morphology of organisms involved in red tides, as adapted to decaying turbulence. In: Taylor y Seliger (Eds.) Toxic Dinoflagellate Blooms. Elsevier, Canadá: 89-94.
- MARTINEZ, Jerónimo, F. y R. Villaseñor Córdoba. 1989. Efectos del cloro y la temperatura sobre organismos incrustantes y especies de importancia económica de la Laguna de Tampamachoco. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco: 27 y 28 de junio.
- MASON, B.J. 1976. "Towards the understanding and prediction of climatic variations". Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 102:473-498.

- MENDEZ, M. N. 1989. Influencia del proceso de dragado en las poblaciones de poliquetos de la Laguna de Tampamachoco, Ver. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco 27 y 28 de junio.
- MENDOZA, B.; R. Pérez Enríquez y M. Alvarez Madrigal. 1991. Analysis of solar activity conditions during periods of El Niño events. Ann. Geophysicae 9: 50-54.
- MILLER, A.A. 1982. Climatología. Ed. Omega, Barcelona, España. 5a ed. P.379.
- MITCHELL, J.M., Jr. 1963. "On the world-wide pattern of secular temperature change".in: Changes of Climate: Proceedings of the UNESCO and WMO Symposium, Roma; UNESCO, Paris 161-181 p.
- MITCHELL, J. M. Jr. 1965. The solar inconstant, In: Proceedings Seminar on Possible Responses of Weather Phenomena to Variable Extra-Terrestrial Influences, NCAR Teach Note TN-8, 155-174, Natl. Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA.
- MITCHELL, J.M., Jr.1975. "Note of solar variability and volcanic activity as potential sources of climatic variability" in: The Physical Basis of Climate and Climatic Modelling. 127-131.
- MOSIÑO, P.A. 1959. Una clasificación de las configuraciones del flujo aéreo en la República Mexicana. Ing. Hidr. México 23(2): 8-17
- MOSIÑO, P.A. 1964. a Meteorología Marítima de la Costa Sur de México. An. Inst.Geogr. Univ. Nal. Autón. de México. 10:17-24.
- MOSIÑO, P.A., 1964 b. Surface weather and upper-air flow patterns in Mexico. Geofísica Internacional. México. 124 p
- MOSIÑO, P.A. 1966. Factores determinantes del clima en la República Mexicana, con referencia especial a las zonas áridas. Inst. Nal. Antrop. Hist., Depto. de Prehistoria, 19, México. 45-78.
- MOSIÑO, P.A. 1988. Dos tipos de "norte" en el Golfo de México Memoria del III Congreso Interamericano de Meteorología del 14 al 18 de octubre p. 119-123
- MUSTEL, E.R.; V.E. Chertoprud y N.B. Moulukova. 1980. The reality of the solar-atmospheric relation and the changes of atmospheric circulation of the solar origin. in: International Conference on Sun and Climate. Toulouse,

- OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE ZURICH. 1990. Reporte del Número de Manchas solares para el periodo de 1760 a 1990.
- ORDOÑEZ, V. 1989. Composición y Estructura de la Comunidad de peces en el Sistema Lagunar de Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz, México (1987--1988) . In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- PAGNEY, P. 1982. Introducción a la Climatología. Ed. Oikos-tau, Barcelona, 144p.
- PEREZ, Enriquez R.; Mendoza B. y Alvarez Madrigal M. 1988. Solar activity and El Niño. Comunicaciones Técnicas. Instituto de Geofísica, Univ. Nal. Autón. México. Serie de Investigación. No. 81. 17 p.
- PESTAÑA, F. 1958. Geografía del Municipio de Tuxpam. Tesis de Maestría. Fac. de Filosofía y Letras, Univ. Nal. Autón. de México. 98 p.
- PENNINGTON. T.D. y J. Sarukan. 1968. Arboles tropicales de México. INIF y FAO. México, D.F. 413 p.
- PEREZ, Enriquez R.; B. Mendoza y M. Alvarez Madrigal. 1989. Solar Activity and El Niño: The Auroral Connection. Il Nuovo Cimiento. 12(2): 223-230.
- PERRY, H.A. y J.M. Walker. 1976. The ocean-atmosphere system. Ed. Longman. Londres y Nueva York. P. 253.
- PIELOU, E.C. 1985. The Interpretation of Ecological Data. Wiley-Interscience, Nueva York, 263 pp.
- QUINTANA, M.J. y M. Mulia, 1981. Estudio de las poblaciones bentónicas del Sistema Estuarino Tuxpam-Tampamachoco, Ver. México. Mem. VII Simp. Latinoam. sobre Oceanogr. Biol. Acapulco, Gro. México. 34-57 p.
- RICHARDS, P.W. 1957. The tropical rainforest. Ed. Cambridge Univ. Press. Inglaterra 139 p.
- SALINAS-Zavala, C.A.; D.B. Lluch-Cota; S. Hernández-Vázquez y D. Lluch-Belda. 1992. Anomalías de precipitación en Baja California Sur durante 1990. Posibles causas. Atmósfera. 5: 79-93.
- SANCHEZ, M.E. y H. Delfín. 1989. Estudio Fitoplanctónico de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.

- SANCHEZ-Rueda, P. 1989. Ictiofauna representativa del sistema estuarino-lagunar de Tuxpam-Tampamachoco (1972-1986). In: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- SANCHEZ-Santillán N. 1980. Aspectos hidrológicos de la Laguna de Tampamachoco, Ver. UAM-Iztapalapa, CBS, Zootecnia (Informe de Servicio Social), 42 p.
- SANCHEZ-Santillán, N. y G. de la Lanza. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. Univ. Nal. Autón. México y Univ. Autón. Baja California Sur. Ed. Guadalupe de la Lanza Espino y Carlos Cáceres. P. 525.
- SANCHEZ-Santillán, N.; H. Santoyo y A. Esquivel. 1992. Comparación de Anomalías térmicas y pluviométricas entre el Mar de Cortés y la costa Occidental de Baja California en relación con las manchas solares. In: IV Congreso Internacional de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Ensenada Baja California Norte del 2 al 4 de septiembre.
- SCORE-UNESCO. 1966. Determination of photosynthetic pigments in seawater. Monogr. Oceanogr. Method. 69 p.
- SERVICIO METEOROLOGICO MEXICANO. Se consultaron los originales de las tarjetas que contienen datos de temperatura media mensual, precipitación total mensual, número de días nublados, temperatura mínima, temperatura máxima del período 1900-1990. Además de los valores de vientos dominantes para el mismo período.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo. 1979.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo. 1980.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1981.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1982.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1983.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1984.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1985.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1986.
- SINCLAIR, M. 1978. Summer phytoplankton variability in the lower Saint-Lawrence estuary. J. Fish Res. Board Can. 35: 1171- 1185.
- SINCLAIR, M.; D.V. Subba Rao y R. Couture. 1981. Phytoplankton temporal distributions in estuaries. Oceanologica Acta. 4 (2): 239 - 246.
- SOKAL, R.R. y F.J. Rohlf. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Blume. Madrid, España, 236 pp.

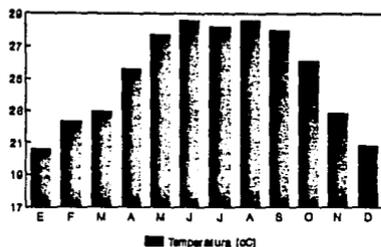
- SOLAR Geophysical Data. Prompt reports. February 1994. No.594.  
Parte I. Satélite NOAA.
- SVERDRUP, H.U.; Martin W. Johnson y Richard H. Fleming. 1970. The Oceans their Physics, Chemistry, and General Biology. Ed. Prentice Hall, Inc.E.U.A. P. 1087.
- STEVEN, G.D.; J.P. Daniels; J.M. Hill y J.W.Day Jr. 1981. A preliminary model of the circulation of Laguna de Términos, Campeche, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.Univ. Nal. Autón. México, 8(1): 51-62.
- THEKAEKARA, M.P. 1974. Solar Constant and solar spectrum. In: the Encyclopedia of Physics, 2a ed. (R.M. Besancon ed.) P. 853.
- THOM, B.G. 1967. Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology, Tabasco, México. J. Ecol. 55(2): 301-343.
- VALIELLA I.; J.M. Teal; S. Volkmann; D. Shafer y E. Carpenter. 1978. Nutrient and particulate fluxes in a salt marsh ecosystem: Tidal exchanges and inputs by precipitation and groundwater. Limnol. Oceanogr., 23(4): 798 - 812.
- VALIELLA, I. J.M. Teal; S. Volkmann; D. Shafer y E. Carpenter. 1980. Comment on "Nutrient and particulate fluxes in a salt marsh ecosystem: Tidal exchanges and inputs by precipitation and groundwater". Limnol. Oceanogr. 25(1): 182 - 183.
- VILLALPANDO, C. E. 1989. "Estudio de las poblaciones de ostión en la laguna de Tampamachoco, Veracruz". in: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco: 27 y 28 de junio.
- VILLARREAL, G. 1989. Impacto de la depredación por *Melongena melongena*(L.) sobre las poblaciones del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin) en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. Ciencias Marinas, 11(2):55-65.
- WAGNER, A. 1940. Klimaänderungen und Klimaschwän Kungen. Wissenschaften 92. Braunschweig 221 p.
- WALLEN, C.C., 1995. Some characteristics of precipitation in México. Geogr. Ann. Svenska Sällsk. Antropol., 37: 51-85.
- WILCOX, J.M. y P.H. Scherer. 1981. On the nature of the apparent response of the vorticity area index to the solar magnetic field. Solar Phys. 74: 421-432.
- WU, J.T.; L.C. Kan; E. Tandberg Hanssen y M. Dryer. 1979. Energy deposition in the Earth's atmosphere due to impact of solar activity-generated disturbances. Solar Terrestrial Influences on Weather and Climate. 119-124.

- WYATT, T. y Qasim, S.Z. 1973. Application of a model to an estuarine ecosystem. Limnol. Oceanogr. 18: 301-306.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1987. Lagunas costeras y estuarios: Cronología, criterios y conceptos para una clasificación ecológica de sistemas costeros. Soc. Mex. de Historia Natural. 39 s/p.
- YAMANE, T. 1979. Estadística. Ed. Harper y Row, 3a ed., México, 771 pp.
- ZUBIETA, M. 1950. Fisiografía de la llanura costera del Golfo de México. Tesis de Maestría en Geografía. Fac. de Filosofía y Letras. Univ. Nal. Autón. de México 95 p.

**ANEXO 1:**

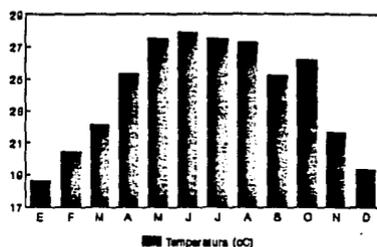
**GRAFICAS DE TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL  
DE LA CUENCA TAMIHUA-POZA RICA DURANTE  
EL PERIODO SECULAR DE 1922 A 1990.**

Temperaturas mensuales de Gutiérrez Zamora, Ver.



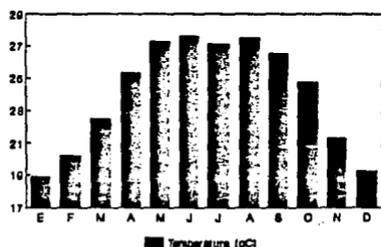
Periodo de observación 18 años

Temperaturas mensuales de Santiago de la Peña, Ver.



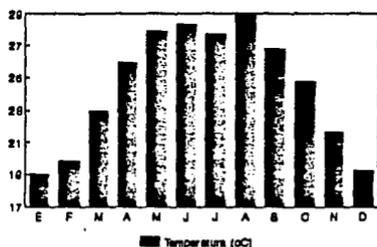
Periodo de observación 18 años

Temperaturas mensuales de Papantla de Ocampo, Ver.



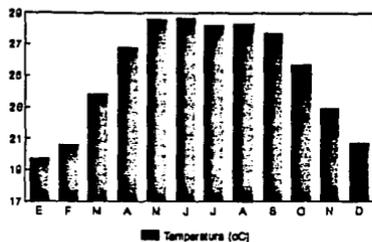
Periodo de Observación 21 años

Temperaturas mensuales de Tuxtla, Veracruz.



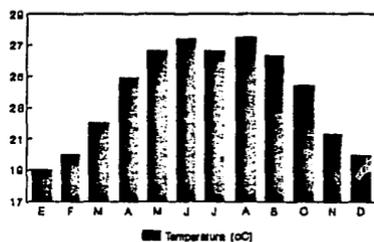
Periodo de observación 24 años

Temperaturas mensuales de Espinal,  
Veracruz.



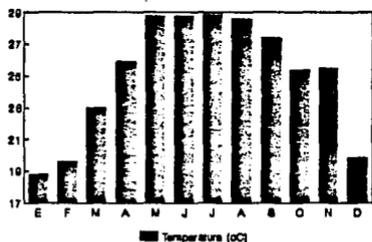
Periodo de observación 30 años

Temperaturas mensuales de Teocuitlán,  
Veracruz.



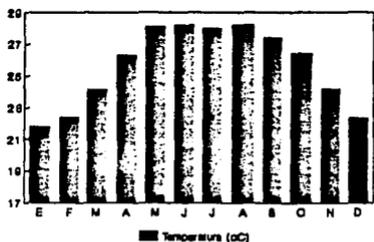
Periodo de Observación 8 años

Temperaturas mensuales de Alamo,  
Veracruz.



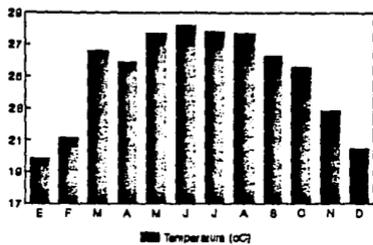
Periodo de observación 6 años

Temperaturas mensuales de Nautla,  
Veracruz.



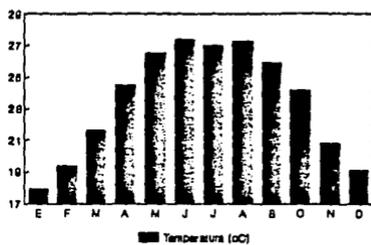
Periodo de observación 26 años

Temperaturas mensuales en Turpam de Rodríguez Cano, Ver.



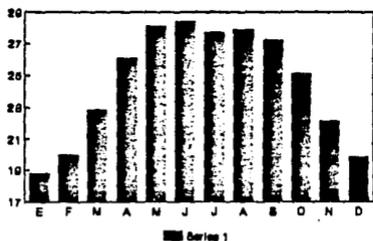
Periodo de observación 88 años

Temperaturas mensuales de Ocuilama, Veracruz.



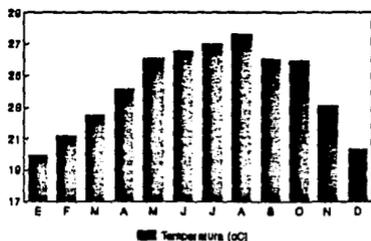
Periodo de Observación 80 años

Temperaturas mensuales de Pozo Ríos, Ver.



Periodo de observación 88 años

Temperaturas mensuales de Isla Lobos, Ver.



Periodo de observación 84 años

**ANEXO 2:**

**INTERPRETACION METEOROLOGICA DE LAS CARTAS DIARIAS DEL  
TIEMPO PARA LA CUENCA TAMIAHUA-POZA RICA DURANTE  
EL PERIODO DE 1979 A 1986.**

## ANALISIS METEOROLOGICO DEL AÑO 1979.

### Enero:

Durante el mes de enero, se observaron algunas masas de aire modificado (nortes húmedo), lo que provocó un descenso en la temperatura y la presencia de lluvias en todo el Golfo de México.

En los primeros seis días del mes hubo una entrada de masa de aire polar provocando nublados en el Golfo de México (norte seco).

El día 8 otro sistema de aire frío también de origen polar, causó fuertes vientos en el Golfo de México con lluvias ligeras. En los siguientes días los sistemas de aire polar dejaron de incidir, lo que repercutió en un alza de temperatura y una disminución en los nublados y es hasta el día 14 que aparece de nuevo otro frente polar continental (norte seco) provocando un descenso importante de la temperatura.

El día 17 se observa la presencia de una "Corriente de chorro subtropical" provocando descenso en la temperatura y nublados con lluvias en el litoral del Golfo de México. El día 24 un centro de alta presión asociado con una "Corriente de Chorro" provocó lluvias importantes en el Estado de Veracruz. El día 27 una masa de aire polar continental causó lluvias en el estado.

### Febrero:

La característica principal durante este mes fue su escasa pluviosidad en el Golfo de México. La causa de ésta fue de nuevo la presencia de corrientes de aire polar asociadas con corrientes de chorro, aunque la intensidad de éstos fue baja. El día 7 hubo una entrada de aire polar lo que se tradujo en un descenso de temperatura con vientos moderados del norte sobre el Golfo de México.

Es hasta el día 18 cuando hubo la aparición de una masa de aire polar por lo que se presentó un marcado descenso en la temperatura y un incremento en los nublados predominando hasta el día 20.

### Marzo:

En este mes el aumento en temperatura fue notable, así como el descenso en las precipitaciones, aunque se registraron algunas masas de aire polar modificado (nortes) durante los primeros tres días provocando nublados, lluvias escasas y un ligero descenso en la temperatura en el Golfo de México, además de un aumento en la intensidad de los vientos. El mismo fenómeno se presentó para los días 9, 12 y 17. A lo largo de los demás días las condiciones de temperatura fueron en aumento y disminuyó la nubosidad y por consecuencia la lluvia.

## Abril

Los primeros días hubo precipitaciones importantes, al igual que durante la segunda quincena del mes así como vientos, lo anterior fue debido a la presencia de una "Corriente de Chorro" que se desplazó del Pacífico hacia el noroeste hasta cubrir el Golfo de México.

En lo referente a la temperatura se observa un incremento con respecto al mes especialmente durante los primeros 15 días. Sin embargo hubo un ligero descenso en ésta debido a la presencia durante el día 4 de un sistema de aire frío, con algunos nublados y lluvias escasas en todo el Estado de Veracruz. Esto se vio contrarrestado por un sistema de baja presión sobre toda la República, lo que favoreció un ascenso en temperatura, días despejados y escasa precipitación.

Posteriormente el día 18 hubo un frente frío moderado asociado con una "corriente de chorro" lo que afectó hasta el día 25. El día 26 nuevamente aparecieron bajas presiones, lo que ocasionó un aumento de temperatura con nublados y lluvias escasas en el litoral del Golfo de México.

## Mayo:

De manera global se registraron lluvias en el Golfo de México, causadas por la invasión de masas de aire polar (nortes), y por el desplazamiento hacia el norte de Zona Intertropical de Convergencia. Esto marca el comienzo de la temporada de lluvias aunque en forma poco importante. Los valores de temperatura se encontraron bajos.

Las únicas invasiones polares se registraron los días 4 y 10 (este último bastante débil) y a partir del día 6 al 9 predominaron los sistemas de baja presión sobre la región, lo que favoreció el incremento en las temperaturas, descenso de nubosidad y de lluvia. El día 23 se localizó un sistema de alta presión, que ocasionó nublados y lluvias en el Golfo de México.

## Junio:

Durante este mes apareció el primer sistema de depresión tropical, que se convirtió de tormenta tropical en huracán y se le denominó "Andres", con una intensidad de 40 km/h y aunque su influencia fue mayor del lado del Pacífico, no por eso dejó de notarse en la vertiente del Golfo de México.

Por otro lado el día 9 se detectó la invasión de una masa de aire polar de marcada intensidad sobre el Golfo de México, disminuyendo hasta el día 12, lo que ocasionó lluvias asociadas con un descenso en la temperatura. Estas condiciones se mantuvieron hasta el día 20 en el que se aprecia que la Zona Intertropical de Convergencia se desplazó hacia el norte y ocasionó nublados y lluvias en todo el país.

## Julio:

A lo largo de todo este mes hubo un registro importante de invasiones de aire marítimo tropical, causadas por la Zona Intertropical de Convergencia; del mismo modo la presencia de los alisios y las perturbaciones de dicha corriente (ondas del este), afectaron principalmente el Golfo de México con un incremento en la precipitación; dicho incremento fue mayor durante la segunda quincena del mes.

Durante los primeros cuatro días se detectaron sistemas de baja presión, lo que ocasionó precipitaciones en Veracruz, las cuales se incrementaron después de esta fecha por la presencia de un tren de ondas tropicales, aunque éstas no afectaron directamente la zona de estudio.

A partir del día 9 se formó un sistema de baja presión en el Golfo de México, el cual el día 10, se convirtió en una depresión tropical y el mismo día adquirió características de tormenta tropical, a la que se le denominó "Bob" ; dicha tormenta se incrementó hasta convertirse en huracán con vientos de más de 120 km/h. Dicho huracán se desvió hacia el norte y no tocó las costas del Golfo de México.

El día 17 una depresión tropical en el sureste denominada "Dolores" causó precipitaciones en la parte sur de la zona de estudio. El día 21 se formó otra depresión tropical, que se intensificó y convirtió en huracán, denominándose "Claudette", tocando las costas del Golfo de México, aunque su mayor incidencia ocurrió en Texas.

## Agosto:

Durante este mes tuvieron lugar dos perturbaciones tropicales en el Pacífico y tres en el Atlántico, algunas de las cuales se tornaron en huracanes. Las precipitaciones se mantuvieron con respecto al mes anterior; al igual que la temperatura, la cual no tuvo cambios significativos con respecto al mes anterior e incluso se mantuvo caluroso en la vertiente del Golfo de México. En las cartas meteorológicas de los primeros días, se observa una invasión de aire húmedo tropical, asociada con un sistema frío que se trasladaba sobre el Golfo de México y causó por consecuencia abundantes precipitaciones.

Los sistemas de baja presión cubrieron en su mayoría al país, además de un activo tren de ondas tropicales (ondas del este) que ocasionó una gran inestabilidad en la tropósfera. Estas condiciones se mantuvieron desde el día tres prevaleciendo hasta el día 10, en que se desplazó un sistema de alta presión sobre el Golfo de México. Durante el día 12 hizo su aparición un sistema de aire frío que se movía sobre la parte noreste de la República, causando un ligero descenso de temperatura y provocando una menor incidencia de nublados y lluvias en el estado de Veracruz.

El día 14 se generaron de nuevo los sistemas de baja presión, por lo que se apreció un incremento en la nubosidad y por

consecuencia en la pluviosidad.

Del mismo modo la Zona Intertropical de Convergencia continuó establecida muy al norte del Ecuador y el tren de ondas tropicales (ondas del este) se mantuvieron de manera muy continua.

#### Septiembre:

A lo largo de este mes se registraron perturbaciones tropicales tanto en el Pacífico como en el Atlántico, algunas de ellas se incrementaron y alcanzaron la categoría de tormentas tropicales y otras de huracanes.

Es notable el incremento que se presentó en las precipitaciones; sin embargo debido a masas de aire frío generadas en el frente polar se apreció una baja generalizada en las temperaturas, lo que ocasionó un descenso en la nubosidad y por consecuencia en la lluvia.

Durante los primeros días se detectaron dos perturbaciones en el Atlántico, una de las cuales se llamó "Elena", la cual adquirió características de tormenta tropical y la otra fue el huracán "David" con vientos de alrededor de 200 km/h. El día 3, mientras el huracán "David" se desplazó hasta el sur de EUA, comienza a desplazarse sobre las Antillas la tormenta tropical "Frederic". Dicha tormenta cruzó la parte norte del Golfo de México, entrando finalmente a tierra y provocando abundantes lluvias.

El día ocho un sistema de alta presión afectó el Golfo de México, causando nublados y precipitaciones, así como vientos del norte relativamente intensos.

#### Octubre:

En los primeros días se apreció la presencia de una masa de aire polar continental (norte), provocando lluvias y vientos del norte moderados. Los efectos de este sistema perduraron hasta el día 6 en que la influencia de aire marítimo tropical permitió el aumento en la temperatura y la presencia de días despejados.

El día 14 hubo otra invasión de un sistema frío sobre el Golfo de México, afectando muy ligeramente al Golfo de México con algunos nublados y lluvias. El mismo día un poco mas tarde se desarrolló una depresión tropical localizada a unos 250 km de Cozumel, Quintana Roo y debido a la presencia del norte esta depresión quedó casi estacionaria iniciando su disipación gradualmente.

De nuevo el día 21 se desplaza hacia el sur otra masa de aire polar modificada, ocasionando vientos moderados del norte con algunas rachas fuertes. El día 15 se formó una depresión tropical frente a las costas de Quintana Roo, aumentando en intensidad el día 17, hasta convertirse en el huracán "Henry", el cual permaneció con movimiento erráticos frente a las costas de Veracruz y el Sur de Tamaulipas, para el día 21 este huracán

había perdido intensidad, para hasta pasar a ser una depresión tropical, la cual se desplazó hacia el noreste, interaccionando entonces con un frente frío. Lo cual provocó un descenso en la temperatura.

#### Noviembre:

La característica global de este mes fue la afluencia de masas de aire polar modificado (nortes profundos) los cuales propiciaron cielos despejados y decrementos en la temperatura una vez que traspasaron la Sierra Madre Oriental, sin embargo en el estado de Veracruz hubo nublados y presencia de lluvias

En las cartas del tiempo de los primeros cuatro días, se detectó un sistema frío con desnivel barométrico importante, lo que se traduce en bajas temperaturas en el litoral del Golfo de México. De nuevo el día 6 se movía un sistema de alta presión con valores de presión de 1 033 mb y un frente frío localizado al norte de Coahuila y Tamaulipas. Para el día siguiente, día 7, los efectos de este sistema se hicieron más notables, causando lluvias en el Golfo de México., dicha perturbación se disipó en el transcurso del día 9, cuando se perdieron los efectos de la onda fría.

Para el día 10 hizo su aparición otra onda polar, cuya orientación afectó únicamente el litoral del Golfo de México, causando vientos moderados del norte con lluvias ligeras. A lo largo del día 12 se detectó una masa de aire polar continental con un marcado desnivel barométrico y con un valor máximo de 1 030 mb que se desplazó sobre EUA provocando lluvias ligeras en el estado de Veracruz, descenso en la temperatura y vientos del norte fuertes. Este sistema se reforzó con otro de alta presión, por lo que dichas condiciones se mantuvieron semejantes hasta el día 18.

#### Diciembre:

Durante los primeros días se puede notar una fuerte invasión de aire húmedo, cuyo origen se debe a la presencia de una "Corriente de chorro" subtropical que influenció un gran número de estados, entre ellos el de Veracruz, con nublados y volúmenes de lluvia importante, esta corriente durante el día 6 llegó a interaccionar con una masa de aire polar continental (norte), la cual indujo a las temperaturas a descender notablemente, provocando heladas en las partes altas de Veracruz.

Hacia la mitad del mes nuevamente hubo una interacción con la "corriente de chorro" subtropical y una masa de aire polar modificada (norte) causando nublados y lluvias durante un período de 24 horas. En los siguientes días debido a la influencia de un norte, se presentaron lluvias y vientos del norte algo fuertes en la zona de estudio.

## ANALISIS METEOROLOGICO DEL AÑO 1980.

### Enero:

Este mes se caracteriza por su poca precipitación y la notable afluencia de las masas de aire polar modificado. Al revisar las cartas diarias del tiempo de los dos primeros días, se observó un sistema de aire frío que provocaba vientos del norte con algunas lluvias ligeras sobre el litoral del Golfo de México. Se hace persistente este sistema en virtud de la entrada de otra masa de aire polar el día 3.

El hasta el día 10 cuando se detectó una "corriente de chorro" y una vaguada en la altura que provocó una zona de convergencia sobre el noroeste. Sin embargo, desde al día 12 hasta el 20 el país se ve cubierto por sistemas de baja presión.

Sin embargo el día 21 una zona de confluencia y la presencia de un sistema de alta presión originaron nublados con lluvia en varias partes del país entre ellas el estado de Veracruz.

### Febrero:

A lo largo de este mes se registraron algunos sistemas de aire frío que provocaron descensos en la temperatura, especialmente en el Golfo de México, el registro de las lluvias se debió principalmente a la presencia de una "corriente de chorro" a mediados del mes.

En los mapas meteorológicos de los primeros cuatro días se detectó un sistema de aire frío con bastante intensidad y, por lo tanto con un marcado desnivel barométrico, el cual provocó un norte fuerte en el Golfo de México.

### Marzo:

Durante este mes la característica dominante fue la poca afluencia de aire frío e invasión de aire polar y lluvias poco importantes en el litoral del Golfo de México. Hubo dos invasiones significativas de aire polar, generando un norte en los estados de Veracruz y Tamaulipas.

### Abril:

A lo largo de la primera y tercera semana del mes ocurrieron precipitaciones de cierta importancia sobre los estados de la vertiente del Golfo de México, lo que provocó lluvias poco intensas. Respecto a la temperatura en términos globales se mantuvo dentro de la normal. Finalmente hubo desplazamientos de la Zona Intertropical de Convergencia hacia el sur, por lo que se pudo detectar la presencia de una "corriente de chorro".

Durante los primeros tres días se presentaron de sistemas de baja presión que causaban temperaturas relativamente altas en todo el país, y no fue hasta el día cuatro en que una masa de aire polar se desplazó sobre el noroeste del país.

Nuevamente el día 8 otro sistema de alta presión invadió el país en su parte norte, para luego desplazarse hacia el Golfo de México, donde causó descenso en la temperatura, aunque ligero y la persistencia de nublados y lloviznas, las que continuaron hasta el día 16. Para el día 20 se observó un desplazamiento de un sistema de alta presión que afectó únicamente la Vertiente del Golfo de México.

Mayo:

En términos generales el el país se vió influenciado por la invasión de aire tropical proveniente del Ecuador, lo que provocó nublados con lluvias en los estados del Sureste y la Vertiente del Golfo de México. Ya para estas fechas, la influencia de las masas de aire polar continental fue escasa y por consecuencia perdió importancia. Es durante los primeros cuatro días cuando los sistemas de baja presión cubren la mayor parte del país, por lo que se observó mucha actividad meteorológica. Lo que ocasionó lluvias importantes sobre todo en el estados del centro y la vertiente del Golfo de México.

Sin embargo durante el día 4 un sistema de alta presión comenzó a causar un "norte" moderado a lo largo del litoral del Golfo de México; cabe hacer notar que el desnivel barométrico no era muy marcado. Estos sistemas perduraron durante las siguientes 48 horas siguientes. Nuevamente el día 9 se detectó un frente frío moderado, el cual se desplazó lentamente hacia el sur sobre el estado de Tamaulipas..

Es importante notar que los desplazamientos hacia el norte de la Zona Intertropical de Convergencia continuaron registrándose. Sin embargo aún no había una manifestación evidente de los vientos Alisios. Para concluir se puede decir, que el resto del mes se mantuvo notablemente caluroso y con lluvias ligeras, aunque no importantes hasta el día 24 en que comenzó el período de sequía que prevaleció hasta el día último del mes.

Junio:

A lo largo de los primeros siete días del mes no se observó ningún fenómeno meteorológico importante, ya que el país se encontraba bajo la influencia de sistemas de baja presión con desplazamientos muy débiles del la Zona Intertropical de Convergencia hacia el norte, lo cual provocó lluvias ligeras sobre los estados de la Vertiente del Golfo de México.

El día 9 se desplazó un sistema de alta presión sobre el Golfo de México, lo que causó vientos del norte en el litoral, provocando por consecuencia el desvanecimiento de los sistemas nubosos que cubrían la superficie. En esta misma fecha se formó la primera tormenta tropical del Pacífico a la cual se llamó "Agatha" la cual dada su lejanía no causó efectos importantes sobre el país.

Durante el día 15 que se formó la tormenta tropical "Blas" frente a las costas del Pacífico, la cual se disipó muy lejos de las costas mexicanas.

Durante el día 25 se desarrolló otra tormenta tropical "Celia" frente a las costas de Michoacán, la cual no produjo precipitaciones sobre nuestra área de interés. El período de sequía abarcó aproximadamente del día 7 al 9 inclusive, sobre los estados del norte hasta una latitud de 22° hacia el sur. De esta latitud hacia el sur se mantuvo ligeramente lluvioso, principalmente en los estados del sureste.

El día 23 se encontraba casi estacionada una onda tropical localizada frente a la Península de Yucatán, la cual tuvo un desplazamiento hacia el oeste, entró a tierra a la altura de Veracruz y Tamaulipas, ocasionando por consecuencia aumento de nublados y algunas precipitaciones.

Hay que notar que los siguientes días persistió la influencia de una alta presión, que no permitió la entrada de humedad. Por lo cual las lluvias quedaron por debajo de lo normal con una ligera tendencia sobre los estados de la Vertiente del Golfo de México.

#### Julio:

Durante el período correspondiente a este mes se detectaron varias depresiones tropicales, las que posteriormente se intensificaron hasta convertirse en tormentas tropicales, a las que se les denominó: "Darby", "Estelle", "Frank", "Georgette" y "Howard".

La temporada de lluvias no se generalizó sino a partir del día 8, en que llovió de manera generalizada en casi todo el país. Dichas precipitaciones esencialmente se debieron a desplazamientos de la Zona Intertropical de Convergencia y en pocas ocasiones a los "Alisios" acompañados de las perturbaciones propias de esta corriente (las ondas del este).

En las cartas diarias del tiempo durante los primeros días se pudo notar que los sistemas de baja presión cubrieron casi todo el territorio nacional, desplazándose hacia el sur de EUA. El día 15 se generó un tren de ondas tropicales (ondas del este) las cuales incidieron directamente sobre el Golfo de México.

#### Agosto:

Durante este mes continuaron las perturbaciones tropicales que se habían generado en el mes anterior y cuya duración fue la siguiente para las del Pacífico: "Georgette" del 28 de julio al 10 de agosto. "Howard" del 31 de julio al 7 de agosto. "Isis" de 5 al 11 de agosto "Javier" del 22 al 28 de agosto. Para el Golfo de México: "Allen" de 10 al 11 de agosto.

Toda esta serie de perturbaciones ocasionaron abundantes lluvias en todo el país y consecuentemente en la región de estudio. Dichas lluvias fueron propiciadas esencialmente por el "tren de ondas tropicales" (ondas del este) las cuales fueron muy intensas y continuas. Además de que la Zona Intertropical de Convergencia mantuvo un desplazamiento continuo hacia el norte.

Para el día ocho el huracán "Allen" se localizó sobre la parte media del Golfo de México, ocasionando abundantes lluvias sobre el Golfo de México. Este huracán alcanzó vientos de 278 km/h, sin embargo al entrar a tierra el día 9 perdió intensidad hasta convertirse en tormenta tropical.

#### Septiembre:

Durante este mes las precipitaciones fueron importantes, en todo el país aunque debe notarse que hubo un decaimiento del volumen en los últimos días y que debido a sistemas de alta presión fueron casinulas sobre los estados del noreste. De la misma manera se detectaron varios "trenes de ondas tropicales" (ondas del este), los que provocaron depresiones, tormentas y huracanes que se formaron cerca de las costas mexicanas. Estas fueron, para el Pacífico: "Kay" del 16 al 25 de septiembre y "Lester" del 21 al 25 de septiembre.

Para el Atlántico: "Danielle" del 4 al 6 de septiembre y "Hermine" del 21 al 25 de septiembre.

La tormenta tropical "Hermine" alcanzó velocidades en sus vientos de 115 km/h y aunque no alcanzó el grado de huracán cubrió con su nubosidad gran parte del país.

De manera paralela durante los primeros cuatro días se pudo observar una gran afluencia de aire húmedo tropical propiciado por la invasión ecuatorial, debida al movimiento de la Zona Intertropical de Convergencia y a las ondas tropicales. Cabe aclarar que la mayoría del país se mantuvo cubierta por sistemas de baja presión.

#### Octubre:

Este mes se caracterizó por la poca afluencia de aire frío, ya que hubo sistemas tropicales que contribuyeron a que hubiera precipitaciones durante gran parte del mes sobre la vertiente del Golfo de México. Las cartas diarias de los primeros días mostraron la presencia de una masa de aire polar que cubría el Golfo de México, provocando vientos moderados del norte en el Golfo con nublados y lluvias en dicha área; respecto a los valores de temperatura no hubo efectos apreciables.

Por otro lado la Zona Intertropical de Convergencia mantenía sus desplazamientos hacia el norte. A partir del día 5 los efectos de la onda fría comenzaron a perder intensidad, ya que el país comenzó a cubrirse con sistemas de baja presión. El día 7 volvió a detectarse otro sistema de alta presión, el cual permaneció hasta el día 14 y en este lapso continuaron registrándose lluvias, excepto sobre algunos estados. De igual manera se observó una "corriente de chorro" subtropical que coadyuvó en las lluvias antes mencionadas. Con referencia a la tormenta tropical "Madeline" se mostró muy lejana a las costas nacionales.

Fue hasta el día 19 cuando se pudo notar una disminución de los nublados y lluvias de algunos estados -no registrándose esto para

nuestra zona de estudio (Veracruz). El día 20 otro sistema del aire frío se desplazaba por el Golfo de México, provocando "norte" de moderado a fuerte, así como nublados y lluvias a lo largo del litoral del Golfo de México. Sin embargo, la presencia de aire húmedo tropical ecuatorial favorecía lluvias en otras partes del territorio nacional.

Ya para el día 23 el sistema polar había perdido importancia, pero otro se desplazaba rápidamente sobre el Golfo de México, lo que ocasionó un marcado descenso de temperatura en algunos lugares de la Mesa Central. Sin embargo las lluvias se mantuvieron en el estado de Veracruz. Los efectos de este sistema no desaparecieron sino hasta el día 26.

El día 28 se registró otro sistema de aire polar continental, siendo en esta ocasión bastante intenso, con una componente importante de vientos del norte.

El día 28 se detectó la tormenta tropical "Newton", la cual sólo afectó la porción del Pacífico y posteriormente se disipó cerca de la Isla Socorro en Colima. Finalmente el mes terminó con un sistema de alta presión sobre el país y lluvias persistentes en el litoral del Golfo de México.

#### Noviembre:

Durante los primeros siete días del mes fue evidente la actividad atmosférica en el país y se registraron nublados con lluvias en el litoral del Golfo de México. Después del día 8 y hasta el 16 no hubo precipitaciones importantes. Hubo un desplazamiento de aire polar continental, siendo uno de los más importantes el día 17 en que sopló "norte" fuerte con lluvias y nevadas en algunos puntos de altitud considerable de la Sierra Madre Oriental y Occidental.

Las cartas del tiempo que correspondieron a los primeros cuatro días manifestaron la invasión de un sistema de aire polar, causando vientos del norte con lluvias en el Golfo de México y otros puntos de la República. El día 5 se reforzó esta situación al desplazarse otro sistema de aire frío el cual prevaleció hasta el día 7 y por lo tanto se reflejó en un incremento en la nubosidad y la lluvia. Es notorio que para el día 9 se formó una depresión tropical en el Atlántico, la cual se desplazó hasta el Golfo de México denominándosele "Jeanne" misma que se disipó sobre Luisiana, no sin antes causar lluvias de poca importancia al norte del estado de Veracruz y Tamaulipas.

El día 17 otro sistema de aire polar invadió México, originando un marcado desnivel barométrico, que perduró hasta el día 22 y ocasionó lluvias generalizadas. El día 24 otra masa de aire polar continental afectó al país con vientos intensos del norte y lluvias sobre diversos puntos del país entre ellos la Vertiente del Golfo de México; este sistema de alta presión se vio reforzado por otros, dando lugar a que los efectos antes mencionadas perduraran hasta los últimos días.

Finalmente cabe aclarar que las "corrientes de chorro" subtropical causaron efectos al interaccionar con los frentes fríos. Para el día 20 se detectó un sistema frío de grandes proporciones con valores de presión altos de 1 045 mb por lo cual las temperaturas se mantuvieron continuamente frías, con lluvias en el estado de Veracruz.

Para el día 29 se detectó otro sistema frío con valores de presión máxima de 1 036 mb empezando a causar efectos de "norte" sobre el Golfo de México.

#### Diciembre:

Este mes se caracterizó por la afluencia de aire frío sobre la mayor parte del país. Se registraron importantes lluvias sobre el litoral del Golfo de México, debidas a los sistemas antes mencionados, provocadas también por la invasión de aire húmedo y por la "corriente de chorro" subtropical.

Nuevamente el día 8 otra masa de aire polar, con su frente frío en la parte delantera, se apreciaba desde la parte media de EUA hasta los límites con México. Al día siguiente el 9, esta onda cubría gran parte del país, favoreciendo vientos del norte moderados con rachas violentas; del mismo modo una "corriente de chorro" subtropical se encontraba sobre la Mesa Central pero no logró afectar nuestra zona de estudio.

El día 13 hubo otra entrada de aire húmedo, proveniente de un sistema de alta presión interaccionando con una vaguada de altura, causó nublados importantes, aunque no en nuestra zona de trabajo. Es hasta el día 14 cuando nuevamente hubo efectos de una masa de aire frío sobre el Golfo de México, lo que dió lugar a que las temperaturas se mantuvieran casi sin cambios, es decir, frías. Para el día 17 otro sistema de alta presión reforzó a los mencionados anteriormente persistiendo las bajas temperaturas.

## ANALISIS METEOROLOGICO DEL AÑO 1981.

### Enero:

Este mes se caracterizó por días lluviosos notablemente importantes, acaecidos principalmente durante los días 7, 8, 12, 13, 16, 17, 18 y 19 en que, por la influencia de un sistema de aire polar continental activado por otros sistemas similares, así como por la invasión de aire húmedo tropical proveniente del Océano Pacífico al interaccionar ambos fenómenos, se produjeron lluvias que superaron a la normal en muchos años en el mes de enero.

El día 6 el país se vio cubierto por sistemas de alta presión que no permitían que la temperatura ascendiera, provocando vientos del norte el el Litoral del Golfo de México y Golfo de Tehuantepec. Después del día 20 hubo nublados intensos sobre el Golfo de México, registrándose lluvias por la invasión de aire polar, dichas condiciones prevalecieron hasta el día 26 en que sistemas de aire tropical ocasionaron ascenso de temperatura en toda la República.

### Febrero:

Durante este mes se continuó observando la influencia de sistemas de aire polar continental que, por razón natural, causaron descensos de temperatura en el litoral del Golfo de México entre otros varios lugares del país, así como nublados y precipitaciones.

En los primeros días se observaban sistemas de aire polar sobre la parte occidental de los EUA, afectando posteriormente a la región noreste del país desde el día 2 y hasta el día 5, en que comenzaron a perder importancia, no sin antes causar algunas lluvias en el Estado de Veracruz y otros de la Vertiente del Golfo de México.

En los siguientes días se notaron los efectos de aire tropical marítimo, acusando un notable ascenso de temperatura, disminución de nublados y de lluvias. El día 22 se registró otro sistema de alta presión que se desplazó sobre la República Mexicana, causando por consecuencia descenso de temperatura y lluvias sobre la Vertiente del Golfo de México.

### Marzo:

A lo largo de la primera quincena del mes se pudo observar la notable influencia de aire húmedo, provocada esencialmente por una serie de corrientes subtropicales que tuvieron movimientos oscilatorios de norte a sur, abarcando por consecuencia en algunos días la mayor parte del territorio nacional y considerándose, por lo antes expuesto, como un mes lluvioso conforme a la normal.

Por otro lado, se pudo notar que el período primaveral comenzó, desde el punto de vista meteorológico, casi coincidentemente con

el día 21, en que hubo un notable ascenso de temperatura.

Para los días 1 y 2 las cartas del tiempo de superficie demostraron la presencia de algunas masas de aire frío; que se presentaron desde el día primero hasta el día 3; del día 6 al 8 otro sistema similar afectó a la República Mexicana; del mismo modo del día 9 al 15 un tercero; un cuarto del día 16 al 17; para posteriormente aparecer el quinto del día 18 al día 21; aunque se hace notar que el día 24 nos afectó otro sistema de aire frío de poca intensidad, favoreciendo un descenso en la temperatura con vientos del norte, propios de la época invernal.

#### Abril:

En el transcurso del mes se presentaron precipitaciones que, aunque no fueron intensas, si lo fueron favorables, ya que abarcaron gran parte del país, principalmente en la segunda semana y que fueron propiciadas en los primeros días por "corrientes de chorro" subtropical y en los últimos días por invasión de aire húmedo ecuatorial; independiente de la influencia de aire frío; aunque no significativo, provocado por sistemas de alta presión de carácter invernal. Se puede resumir que el mes fue lluvioso.

Las cartas diarias de los primeros tres días manifestaron la invasión de aire frío, que ocasionó un "norte" moderado en el litoral del Golfo de México con lluvias en dicha área, debiéndose notar que se llegaron a registrar algunas lluvias en otras partes del país. El día 5 nuevamente otro sistema de aire frío de notable importancia se localizó sobre el Golfo de México y sobre los estados del norte con valores de presión de 1 033 mb y con un gradiente isobárico bastante marcado. Este sistema, como es común, provocó lluvias en el Golfo de México.

Para el día 20 se detectó una zona de inestabilidad convectiva muy importante frente a las costas de Quintana Roo que, aunque no se desarrolló marcadamente, si alcanzó propiciar la entrada de aire húmedo sobre algunos estados de la Vertiente del Golfo de México.

El día 23 un sistema de alta presión débil causó "norte" moderado en el Golfo de México. Finalmente el resto del período se mantuvo bajo la influencia de aire marítimo tropical.

#### Mayo:

Se puede resumir que en términos generales hubo lluvias favorables aproximadamente después del día 18, en que el desenvolvimiento de la Zona Intertropical de Convergencia propició nublados abundantes, que cubrieron gran parte del país.

En cuanto a los aspectos de temperatura, los valores fueron altos como era de esperarse para este mes, ya que es uno de los más calurosos del año. En los primeros cinco días, centros de baja presión cubrieron al país, dando lugar a lluvias casi generales.

El día 6 una masa de aire frío se internó sobre el Golfo de México, dando lugar a una disminución de nublados y de lluvias con vientos moderados del norte en el Golfo de México.

Para el día 10 nuevamente se detectó otro sistema de aire frío, lo que dió lugar a que se reportaran nublados con algunas precipitaciones en la zona de estudio. A partir del día 17, como se dijo al principio, se comenzó a notar un incremento notable en la Zona Intertropical de Convergencia, atribuyéndosele aumento de nublados con lluvias, no muy intensas pero sí generales, que abarcaron el litoral del Golfo de México entre otros lugares de la República.

#### Junio:

Este mes se caracterizó básicamente por la afluencia de aire húmedo de carácter tropical sobre la mayor parte del territorio nacional, para varios Estados, entre ellos el Estado de Veracruz. Esto se debió a factores meteorológicos como son el desplazamiento de la Zona Intertropical de Convergencia, Ondas tropicales (ondas del este) en los alisios perturbados y zonas de inestabilidad convectiva, lo que dió como resultado valores normales o ligeramente altos con respecto a lo normal para este mes.

Las cartas meteorológicas de los primeros días se reportaron una tormenta tropical a la que se denominó "Adrián" la cual afectó únicamente la porción del Pacífico, para finalizar el día 4 como una depresión tropical débil.

Resulta interesante mencionar que los sistemas de baja presión prevalecieron todo el tiempo. Sin embargo, a fines de mes, durante el día 28, se detectó una perturbación tropical que se intensificó hasta transformarse en tormenta tropical y a la que se denominó "Beatriz", misma que continuó durante los últimos días del mes y sin embargo sólo afectó la región de Pacífico.

#### Julio:

Durante el transcurso de este mes se formaron cuatro tormentas tropicales que fueron denominadas: "Beatriz", "Calvin", "Dora" y "Eugene". Las precipitaciones fueron mas abundantes durante los primeros quince días, especialmente en la Vertiente del Golfo de México. Sin embargo la influencia de las tormentas antes mencionadas sólo tuvieron incidencia en el área del Pacífico.

#### Agosto:

De manera general, se puede resumir que hubo lluvias generales en la mayor parte del país y de manera notoria en la Vertiente del Golfo de México con valores que en algunos casos llegan a superar los 100 mm. Cabe agregar que la frecuencia de la precipitación pluvial se incrementó hacia fines del mes. Por otro lado, se llegaron a detectar cuatro perturbaciones tropicales, denominadas: "Fernanda", "Greg", "Hilary" e "Irwin", las cuales tuvieron su origen en el Pacífico.

En los primeros días se detectó una sucesión de ondas tropicales que afectaron primeramente la Península de Yucatán y, en función de su desplazamiento, tocaron el litoral del Golfo de México, así como otros puntos del país. Durante el día seis se constituyó la tormenta tropical "Fernanda", la cual estuvo muy alejada de las costas nacionales. De igual manera las demás tormentas tropicales que se originaron en el Pacífico no tuvieron incidencia sobre el estado de Veracruz.

Cabe aclarar que el país se vió constantemente cubierto por sistemas de baja presión y por ondas tropicales.

#### Septiembre:

Fue un mes generalizado por lluvias normales regulamente presentadas durante todo septiembre, salvo algunos días correspondientes a la segunda quincena, en que por la influencia de masas de aire frío, predominaron ciertos días con escasos nublados. Cabe señalar que que se presentaron tres sistemas de aire frío de cierta importancia, los que provocaron "norte" en el estado de Veracruz y Tamaulipas con descenso de temperatura marcado pero, por la afluencia de aire húmedo, no llegó la temperatura a ser notoriamente baja.

En los primeros días hubo frecuentes sistemas de baja presión, haciéndose notable durante el día 8 una masa de aire frío sobre la parte del país y litoral del Golfo de México. Dicha onda perduró hasta el día 11, aunque sin embargo la temperatura no descendió gracias a la presencia de las lluvias.

Observando las cartas diarias, se detectó otra onda fría sobre la parte media de los EUA, la que consecuentemente provocó "norte" fuerte en el litoral del Golfo de México con descenso de temperatura y algunas lluvias considerables en Veracruz y otros estados. Por otro lado en la porción del Pacífico apareció la tormenta tropical "Knut" que finalmente se disipó en tierra, del mismo lado, y no alcanzó a perturbar los aspectos meteorológicos del lado del Golfo de México.

Hacia el día 16 la otra onda fría débil con valor de presión muy bajo causó "norte" moderado en Veracruz por un lapso de 48 horas, encontrándose el resto del país cubierto por sistemas de baja presión.

Finalmente, del día 27 al 30, una masa de aire frío que se localizaba sobre el Golfo de México, causó nublados con lluvias en el área de estudio.

#### Octubre:

En el transcurso de este mes se formaron las siguientes perturbaciones tropicales que tuvieron un origen en el Pacífico: "Lidia" del 6 al 8 entrando desde Sinaloa hasta Durango. "Max" del 7 a 10, sin embargo no alcanzó las costas mexicanas. "Norma" del 8 al 12 que alcanzó características de huracán y entró a tierra entre Mazatlán y Culiacán, causando lluvias abundantes en

Sinaloa y de menor importancia en otros estados de esta costa. "Otis" del 24 al 29 y entró por el sur de Sinaloa.

Hubo precipitaciones en gran parte del país, particularmente al principio del mes, cobrando menor importancia durante la segunda quincena. Respecto a las masas de aire polar, no tuvieron gran influencia, ya que se desplazaron únicamente hasta el sur de EUA y norte del país. Cabe aclarar que la que tuvo un ligero impacto fue la que se detectó el día 18, causando vientos del norte, algo fuertes y perdiendo su importancia el día 20.

Durante el día 22 otro sistema de aire polar se movió sobre el país, causando "norte" moderado con rachas violentas y lluvias en el litoral del Golfo de México, entre otros lugares. Para el día 25, de nueva cuenta, un sistema de aire polar se desplazó sobre México causando lluvias y nublados en la Vertiente del Golfo de México.

#### Noviembre:

Resulta importante destacar que durante este mes se observaron los primeros desplazamientos de masas de aire frío que, consecuentemente, ocasionaron algunas lluvias en diversas partes del territorio nacional. Por esta razón, las mencionadas masas de aire frío comenzaron a soplar los primeros vientos del norte sobre el Litoral del Golfo de México.

En las cartas del tiempo de los primeros días se observa un movimiento del sistema de alta presión con un marcado desnivel barométrico, teniendo en su núcleo 1 036 mb de presión. Dichos efectos se apreciaron hasta el día 3. El siguiente día 4 se formó una depresión tropical en el Caribe, la cual se intensificó, convirtiéndose en una tormenta tropical "Katrina", la que para el día cinco llegó a alcanzar características de huracán, moviéndose con una componente hacia el norte y cruzó la isla de Cuba, por lo que dejó de ser un peligro para las costas nacionales.

Para el día nueve otro sistema de aire frío causaba "norte" en el Golfo de México, favoreciendo el descenso de temperatura en diversos puntos del país; dicho sistema de alta presión se desplazó lentamente hacia el Atlántico, comenzando a perder importancia, no sin antes provocar heladas en las partes altas.

El día 20 otra masa de aire frío penetró sobre la parte media del país, causando los primeros efectos que se mencionan anteriormente. Posteriormente, hasta el día 27, el país se mantuvo cubierto por sistemas de baja presión.

#### Diciembre:

En términos globales, la temperatura se mostró ligeramente alta, ya que los sistemas de aire frío que invadieron al país afectaron lugares aislados en diversos estados de la República. Es notorio que los días más fríos se presentaron en la primera quincena. Con respecto a las precipitaciones, éstas ocurrieron de manera aislada principalmente. Esto se debió a sistemas de baja presión

en la altura que se desplazaban de los EUA hacia nuestro país, entrando aire húmedo especialmente sobre el lado del Pacifico.

En los primeros días, una masa de aire polar marítimo se desplazó sobre la parte occidental de los EUA hacia los estados de la Mesa del Norte, con valores que alcanzaron los 1 030 mb. El día 7, otro sistema de aire frío se manifestó sobre el litoral del Golfo de México, causando vientos moderados del norte y con un valor máximo de 1 033 mb, siendo en esta ocasión muy marcado el campo barométrico. Los efectos de estos sistemas mencionados provocaron algunas lluvias en el Estado de Veracruz y algunos descensos de temperatura.

El día 13 los sistemas de baja presión frecuentaron el territorio nacional, ocasionando que la temperatura se mantuviera ligeramente baja con tendencia a ascender. El día 17 se movió otro sistema de aire frío con marcado desnivel barométrico y un valor máximo de presión de 1 036 mbs, afectando directamente el Golfo de México, en donde se registraron algunas lluvias importantes.

Del día 26 en adelante comenzó a cubrir el territorio nacional otra alta presión moderada que de hecho se mantuvo débil no afectando mayormente la costa de Golfo de México con vientos moderados boreales y lluvias sin importancia.

## ANALISIS METEOROLOGICO DEL AÑO 1982.

### Enero:

Este mes estuvo caracterizado principalmente por sistemas de aire frío que ocasionaron un descenso en la temperatura, especialmente sobre el litoral del Golfo de México. Como consecuencia se registraron lluvias ocasionales en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, así como vientos moderados del norte con rachas algo fuertes. Las masas de aire frío comenzaron a afectar los días 5, 8, 11, 17 y 26 y sus efectos duraron en promedio de 3 a 4 días cada una.

### Febrero:

No hubo cartas diarias del tiempo disponibles para este mes.

### Marzo:

Desde los primeros días del mes hasta aproximadamente el día 12, se continuaron observando sistemas de aire frío, los cuales afectaron principalmente el litoral del Golfo de México, causando algunas precipitaciones en los diversos Estados que componen la vertiente. Los efectos se extendieron debido a la invasión de aire tropical sobre los Estados del sureste. Los vientos del norte soplaron durante estas fechas, aunque con poca intensidad. En lo que refiere a la temperatura, ésta descendió en una forma poco evidente.

Posteriormente, la influencia de aire cálido predominó sobre el país, incrementando la temperatura de forma notable y alcanzó en los litorales valores de 30 °C. Se observó además un cordón de bajas presiones que corría desde Canadá hasta la República Mexicana.

Para el día 25, otro sistema de aire frío con marcado nivel barométrico entró sobre el litoral del Golfo de México, causando efectos únicamente sobre dicho litoral, como fueron vientos del norte, nublados y algunas lluvias, así como descensos de temperatura, perdurando los efectos hasta el día 30. Finalmente se puede concluir que el mes fue normal en cuanto a temperaturas y quedó por debajo en cuanto a valores de precipitación, con respecto a otros años.

### Abril:

En términos generales se puede resumir que hasta el día 11 no hubo precipitaciones en el país. Sin embargo, a partir del día 12 se detectó una invasión de aire húmedo tropical que ocasionó precipitaciones en los Estados del sureste, debido al desplazamiento de aire tropical húmedo, activado por la Zona Intertropical de Convergencia.

Por otro lado se pudo observar que persistían los efectos de masas de aire frío, que interactuaron con el aire cálido prevaleciente, incrementando por lo tanto la nubosidad en la mayor parte del país, excepto para los Estados del noroeste. Se puede decir que hubo días en que las lluvias casi fueron generalizadas, a partir del día 23 y hasta el día 24.

De nuevo, el día 30 se volvieron a formar los nublados y las lluvias por la afluencia de aire marítimo tropical interaccionando con masas de aire frío. El día nueve se observó la invasión de un sistema de aire frío, que ocasionó vientos del norte en el Golfo de México, perdiendo importancia el día 13; por lo que nuevamente el día 14 volvió a establecerse el cordón de bajas presiones ya mencionado. El día 17 entró otra masa de aire frío, reforzando este sistema otro de las mismas características pero más intenso coadyuvando a que se generalizaran las lluvias en casi todo el país, pero que perdió importancia aproximadamente para el día 25. Nuevamente el día 27 volvió a detectarse otra masa de aire polar continental.

#### Mayo:

Este mes se caracterizó por haberse registrado precipitaciones de volumen considerable, principalmente durante la segunda quincena, aunque debe notarse que en los primeros días también hubo lluvias en lugares aislados del Golfo de México. Las lluvias referenciadas fueron provocadas principalmente por la Zona Intertropical de Convergencia, aunque también a esto se asocia con la entrada de aire frío en días aislados. En lo que se refiere a la temperatura, ésta se mantuvo, en promedio, ligeramente alta.

Durante los primeros seis días se observó la entrada de una masa de aire polar continental, que causó un ligero descenso de temperatura, siendo mucho más importante la lluvia que se presentó en el Golfo de México.

Para el día 8 otra masa de aire frío, de menor intensidad, provocó "norte" en el Litoral del Golfo de México, cuyos efectos se perdieron después de tres días. Posteriormente el cordón de bajas presiones que se detectó desde Canadá hasta el Ecuador, causó un ascenso de temperaturas con nublados y lluvias en todo el litoral del Golfo de México.

El día 21 se formó una depresión tropical frente a las costas de Guerrero, la que posteriormente se intensificó hasta convertirse en la primera tormenta tropical de la temporada y a la que se le llamó "Aletta". Esta se mantuvo estacionada frente a las costas de Guerrero y Michoacán, hasta perder intensidad y desaparecer el día 29, sin embargo no tuvo efectos sobre nuestra zona de interés.

## Junio:

A lo largo de este mes hubo registros de nublados y lluvias, esencialmente sobre el Golfo de México. A pesar de que la temporada de calor estaba plenamente establecida, hubo invasiones de aire polar.

Posteriormente, se formó una depresión tropical en el Golfo de Tehuantepec y en el Atlántico se desarrolló el primer huracán de la temporada al cual se le dió el nombre de "Alberto". Este huracán se movió hacia el nor-noreste afectando la región occidental de la Isla de Cuba y la Península de Florida, provocando lluvias intensas en dichas áreas.

En los primeros días se pudo detectar un sistema de aire frío moderado que interactuó con el huracán "Alberto", causando cielos casi despejados, excepto en el sureste y en nuestra zona de estudio, donde se mantuvo lluvioso.

En los análisis de los vientos superiores se pudo detectar la presencia del anticiclón del Pacífico y del Atlántico muy cerca del Ecuador y sobre la República Mexicana, impidiendo la invasión de los vientos del este, de tal forma que por este motivo hubo una sequía de magnitudes importantes.

Para concluir, se hace notorio que la Zona Intertropical de convergencia tuvo movimientos muy débiles así como poca formación de nubes que además estaban poco organizadas; todo esto fue causado esencialmente por los sistemas de alta presión semipermanentes ya comentados.

## Julio:

En términos generales puede decirse que llovió sobre gran parte de la República Mexicana. Los valores de precipitación no fueron muy altos, pero sí constantes. Se formaron algunas tormentas tropicales que, debido a su lejanía, causaron efectos secundarios sobre las costas del Pacífico.

El día 2 se detectó la tormenta tropical "Carlotta", la cual se desplazó cerca de la Isla Socorro, Colima y finalmente perdió importancia, decreciendo a depresión tropical, el día 8 se localizó la tormenta tropical "Daniel" moviéndose muy cerca de la isla antes mencionada. El día 14 se observaron zonas inestables en la misma región, una de las cuales se convirtió en la tormenta tropical "Emilia" la cual afortunadamente, se formó lejos del territorio nacional. El huracán "Gilma" también se localizó muy alejado de las costas nacionales. Posteriormente, el día 30, se formó el huracán "Héctor" también en condiciones similares a las perturbaciones anteriores.

Es importante mencionar que las lluvias fueron ocasionadas esencialmente por ondas tropicales y desprendimientos de la Zona Intertropical de Convergencia.

## Agosto:

El mes de agosto estuvo caracterizado por un índice pluvial muy bajo en cuanto a la precipitación normal, aunque cabe aclarar que hubo lluvias a lo largo del litoral del Golfo de México, entre otros lugares del territorio nacional.

Se pudo observar que la Zona Intertropical de Convergencia se mantuvo muy por abajo de las latitudes en las que podría afectar a nuestro país en forma de lluvia. un hecho importante es que en el Pacífico se formaron perturbaciones tropicales que, en algunos casos, adquirieron características de tormenta tropical y a los que se denominó: "Gilman", "Héctor", "Iva", "Jhon", "Kristy", "Lane" y "Miriam", de las cuales únicamente se pudo localizar en el mapa a "Iva" y a "Myriam", ya que las demás pasaron bastante retiradas del territorio nacional.

A lo largo de este mes se formaron algunas ondas tropicales que favorecieron, de forma importante, parte de la Península de Yucatán con nublados y lluvias. Sin embargo durante su desplazamiento tocaron el Estado de Veracruz y reflejaron efectos favorables aunque algo limitados en otros Estados de la Vertiente del Golfo de México.

Una depresión no muy profunda se estableció por varios días sobre Veracruz entre otros muchos Estados. En consecuencia se observaron lugares con notable sequía como nuestra región de estudio.

## Septiembre:

Durante el transcurso de este mes se formaron algunas perturbaciones en el Atlántico, a las que se les denominó: "Beryl", "Chris", "Debby" y, en el Pacífico, "Miriam", "Norma", "Olivia" y "Paul". De las correspondientes al Atlántico, la que más se acercó a las costas nacionales fue "Chris", llegando al Golfo de México y entrando a tierra sobre Louisiana, EUA. De las perturbaciones del Pacífico, "Norma" se disipó muy al sur de la Isla Guadalupe, "Olivia" afectó fuertemente a Colima, desplazándose hacia el norte cruzando el extremo de Baja California Sur, sobre el Cabo Falso.

Se comenzaron a desplazar hacia nuestro país los primeros sistemas de aire frío, siendo los primeros indicios de la época invernal que ya se avecinaba y que de los cuales el más importante fue el del día 20 que causó importantes lluvias en los estados de Veracruz y Tamaulipas.

Cabe agregar que se llegaron a detectar algunas ondas tropicales en el Caribe, las que afectaron de manera notable la Vertiente del Golfo de México.

## Octubre:

Los primeros quince días del mes fueron de cielos nublados casi generalizadas sobre el Golfo de México, sin embargo la cantidad de lluvia caída en términos generales no tuvo valores importantes. Las lluvias mencionadas se debieron esencialmente a desprendimientos muy débiles de la Zona Intertropical de Convergencia.

Por otro lado, en cuanto a perturbaciones tropicales, debe mencionarse a la denominada "Rosa" generada en el Pacífico como depresión tropical a fines del mes pasado la cual se disipó aproximadamente al norte de la isla Socorro en Colima el día 7 de este mes. En cuanto al huracán "Sergio" se formó muy alejado de las costas del Pacífico.

Con relación a las masas de aire frío, la primera de éstas se detectó sobre los EUA, moviéndose hacia nuestro país el día 10 con un frente frío que comenzaba a afectar los estados del noreste, dicha onda causó "norte" fuerte sobre el Estado de Veracruz con rachas de vientos de hasta 65 km/hr; detrás del sistema referido, otra masa de aire frío reforzaba a la primera durante el día 16, comenzando a perder importancia en los siguientes días. El día 20 otra masa de aire polar continental se detectó sobre el Golfo de México, causando vientos con rachas de hasta 60 km/hr en el área del Estado de Veracruz; este sistema quedó casi estacionado sobre el Golfo de México comenzando a perder importancia a fines de mes.

Otro aspecto importante a resaltar fue que, durante los últimos quince días, en los mapas de la atmósfera superior se denotaba claramente la presencia de sistemas de alta presión que impidieron manifestaciones de carácter tropical de importancia.

## Noviembre:

De manera global, durante este mes se registraron sistemas de aire frío que propiciaron vientos del norte con rachas fuertes, particularmente entre el día 4 y 6 en que hubieron rachas de hasta 110 km/h. Respecto a la precipitación, ésta se presentó esencialmente sobre el litoral del Golfo de México y Yucatán, con la presencia de vientos del norte.

En cuanto a la actividad tropical o ciclónica no hubo registros importantes. Cabe decir que a finales de mes hubo manifestaciones de las primeras "corrientes de chorro", que propiciaron lluvias notablemente importantes casi en todo el Territorio Nacional, ya que dichas corrientes estaban interaccionando con sistemas de aire frío localizados en el Golfo de México.

En las cartas diarias del tiempo se pudo localizar un frente frío moderado cruzando Los estados del norte con un desnivel barométrico marcado, extendiéndose posteriormente estos efectos sobre la región de interés -Veracruz- y otros lugares del país. Para el día 12 otro sistema de aire frío se movió rápidamente

hacia el Golfo de México, causando norte moderado con rachas algo fuertes y lluvias ocasionales en Veracruz y otros estados del Golfo de México, sin embargo, ya para el día 15 sus efectos habían perdido importancia.

Hacia finales de mes hubo temperaturas notablemente bajas. El otro sistema de aire frío se presentó el día 24 que se desplazó hacia el territorio nacional teniendo un valor de presión máxima de 1 036 mb, provocando precipitaciones en diversas partes del país.

Durante esta ocasión se estableció una "corriente de chorro" subtropical en interacción con un frente frío, causando lluvias importantes en todo el territorio nacional. En los últimos dos días del mes se notó un ligero ascenso de la temperatura, debido a la invasión de aire marítimo tropical.

#### Diciembre:

Durante este mes se registraron lluvias de importancia en los primeros días del mes sobre gran parte del país, debido a corrientes de viento máximo y a zonas de confluencia en diversos Estados, asociada con sistemas de aire polar continental.

En la segunda quincena del mes, las temperaturas mínimas bajaron a tal grado que se propiciaron continuas heladas importantes en los Estados del norte y centro del país.

Por la afluencia del aire frío, se registraron vientos de moderados a fuertes del norte que alcanzaron rachas, en algunos casos, hasta de 70 km/h en el estado de Veracruz. El día 25 nos volvió a invadir otro sistema de aire polar continental, prevaleciendo hasta el día 30 en que comenzó a perder importancia, aunque ya había causado los efectos normales como son descenso de temperatura, nublados y lluvias con vientos del norte.

## ANALISIS METEOROLOGICO DEL AÑO DE 1983.

### Enero:

El comportamiento de las lluvias fue favorable en parte del país, en los primeros tres días y principalmente a mediados del mismo, en que se generalizaron, acusando valores muy importantes en diversos Estados de la República.

Es importante con respecto a la precipitación que las corrientes de vientos máximos tuvieron un papel importante en el registro de este parámetro; también hubo reportes de nevadas en las regiones del país que presentan marcada orografía.

Es posible constatar en las cartas del tiempo la presencia de varios sistemas de aire polar continental que mantuvieron con bajas temperaturas a nuestro territorio, prácticamente durante todo el mes, aunque es obvio que en algunos días los sistemas de alta presión o de aire frío fueron de poca intensidad.

Los vientos del norte, en el Golfo de México, llegaron a alcanzar rachas de hasta 90 km/hr en algunas ocasiones.

### Febrero:

Este mes tuvo características importantes debido a las bajas temperaturas registradas en diversos Estados de la República entre los que se incluye a nuestra región de estudio.

Uno de los aspectos más importantes, es el hecho de que, debido a corrientes de vientos máximos en la altura, las "corrientes de chorro" subtropicales manifestadas de norte a sur, cruzaron por el litoral del Pacífico, causando a su paso lluvias importantes y descensos de temperatura tales que, en algunos casos como fue el día 11 y 25, registraron nevadas en diversos puntos del país

Por consecuencia hubo sistemas de aire frío que, aunados a la "corriente de chorro" mencionada, originaron vientos muy fuertes del norte en superficie y del noroeste en la altura. Cabe agregar que la vaguada polar tuvo un papel importante para el estado del tiempo, que se manifestó con nevadas en diversos puntos.

Los efectos del alta presión fueron aproximadamente del 2 al 8, del día 10 al 12, del 17 al 19, del 20 al 23 y del 24 al 27, por lo que se concluye que el mes fue notablemente frío.

### Marzo:

En la primera quincena del mes se ocasionaron fenómenos meteorológicos importantes, los cuales dieron lugar a que se registraran lluvias, primeramente sobre los Estados del norte y noroeste y posteriormente extendiéndose hacia el sur, hasta cubrir gran parte del territorio nacional. Esto se debió a la interacción entre un sistema de aire frío sobre el Golfo de México, una "corriente de chorro" en la altura y una vaguada que

se localizaba desde 500 hasta 300 mb. Debido a esta circunstancia los días 12 y 13 se registraron nevadas importantes en diversas regiones montañosas del país. Cabe aclarar que en el mes anterior ya se había observado el mismo fenómeno en dos ocasiones casi con las mismas características.

Por otro lado se debe agregar que, durante la segunda quincena, hubo una clara disminución de sistemas de alta presión y un aumento notable en el aspecto térmico.

Finalmente, el día 27 se reportaron vientos fuertes del norte en Veracruz de 40 km/h.

La temperatura ascendió notablemente en gran parte del territorio nacional, alcanzando en algunos lugares de las planicies costeras los 30 °C; sin embargo, todavía se dejaron sentir los efectos de sistemas de alta presión que provocaron "norte" en el Golfo de México, con algunas precipitaciones en Veracruz entre otros Estados.

Posteriormente, el día 12 un frente frío moderado causó algunas lluvias en Estados del norte del país; persistiendo los efectos hasta el día 15 sobre el Golfo de México, y que causó vientos del norte en dichas áreas, con lluvias en Veracruz y Tabasco. Nuevamente el día 17 se volvió a presentar un frente frío sobre el noroeste, favoreciendo nublados con algunas lluvias poco intensas.

Después del día 20 fue cuando mas se notó el incremento en el campo térmico, observándose un cordón de bajas presiones que cubría gran parte del territorio nacional, aunque cabe enfatizar que para el día 24 se volvieron a manifestar los efectos de un sistema de aire polar continental sobre el Golfo de México y Península de Yucatán.

A finales del período de registraron temperaturas altas, superiores a las del principio del mes sobre la mayor parte de la República, de manera que, en términos generales, la temperatura se mostró ligeramente sobre la normal y las lluvias fueron importantes, particularmente para la región del noroeste.

#### Mayo:

Este mes se caracterizó por haberse presentado temperaturas marcadamente altas, en algunos casos por arriba de lo normal, ya que los valores promedio en cuanto a la máxima superiores a los 30 °C o más. Por consecuencia se observaron sistemas de baja presión a lo largo del territorio.

Con referencia a sistemas de aire frío, éstos se presentaron en tres ocasiones pero, debido a la intensidad de calor que existía, no fructificaron, causando unicamente lluvias escasas a lo largo del litoral del Golfo de México, con vientos moderados del norte y ligeros descensos de temperatura que practicamente no se resintieron.

Las primeras manifestaciones de la Zona Intertropical de Convergencia, localizada a lo largo del Ecuador, se observaron el día 18, aproximadamente, con nubosidad ligeramente organizada y no fue sino hasta el día 20 en que se observó una zona de inestabilidad convectiva, a unos 800 km al sur de Guatemala. Esta posteriormente se convirtió en una depresión tropical con vientos de 45 km/hr cerca del centro.

#### Junio:

Se registraron lluvias de ligeras a moderadas, esencialmente sobre el sureste y otros lugares y de menor importancia sobre los estados del norte. El día 9 se detectó una segunda tormenta tropical del lado del Pacífico a la cual se le dió el nombre de "Bárbara", la cual se localizó como depresión frente a las costas de Oaxaca, el día 10 adquirió las características de tormenta tropical y el día 12 aumentó la intensidad convirtiéndose en huracán. Cuando se localizaba lejos de las costas mexicanas. Por lo que no afectó la zona de interés para este trabajo.

Con referencia a los sistemas de aire frío, se detectaron dos de menor importancia uno de ellos en la primera quincena y el otro durante la segunda, favoreciendo algunas lluvias con vientos moderados del norte en el litoral del Golfo de México. El segundo interaccionó con una onda tropical, a la altura de la Península de Yucatán.

#### Julio:

Este mes estuvo caracterizado por la notable influencia de aire húmedo tropical, provocada por la Zona Intertropical de Convergencia, vientos alisios perturbados por algunas ondas tropicales (ondas del este) y por la presencia de sistemas de alta presión sobre el Golfo de México.

Se puede decir que hubo precipitaciones en la mayor parte de la República, salvo el noreste y el noroeste, en donde hubo pocas lluvias.

Con referencia a las perturbaciones ciclónicas, se originaron seis con características de tormenta tropical en el Pacífico, a las que se les denominó: "Cosme" inició el 2 de julio; "Dalila" el día 5; "Erick" el día 12; "Flossie" el día 17; "Gil" el día 22; "Henriette" el día 27. Sin embargo ninguna de estas perturbaciones afectó nuestra zona de estudio.

En lo relacionado con la temperatura, ésta no tuvo cambios significativos, ya que se mantuvo alta en la mayor parte del territorio, pese a que estuvo lloviendo de forma notable en la mayoría del territorio nacional.

Sin embargo el día 7 fue detectado un sistema de aire frío cuyos efectos predominaron hasta el día 9; el día 17 se volvió a presentar otro sistema de alta presión sobre el Golfo de México que coadyuvó a la intensificación de las lluvias en casi toda la República Mexicana.

## Agosto:

En este mes también dominó la formación de perturbaciones tropicales. Las que se originaron en el Pacífico fueron: "Gil", "Juliette", "Henriette" y "Kiko" y una que se formó a 600 kms del suroeste de Acapulco a la que no se dió nombre. Del lado del Atlántico se formaron: "Alicia" y "Barry".

Como consecuencia, las precipitaciones fueron importantes, ya que dieron valores notablemente altos en algunos días y, por otro lado, fueron generalizadas para casi toda la República. Cabe agregar que para la segunda quincena los valores fueron menores.

Las cartas diarias del tiempo en superficie mostraron sistemas de baja presión que cubrieron al país. Por otro lado, hubo desprendimientos constantes de la Zona Intertropical de Convergencia hacia el Territorio Nacional; las ondas tropicales que se formaron en el seno de los alisios (ondas del este) cruzaron entre otros lugares el Golfo de México. Del mismo modo se detectaron vaguadas sobre el noroeste del país que también coadyuvaron a que los valores de precipitación fueran mas altos.

La perturbación tropical más importante para nuestra área de interés fue "Barry", que se movió sobre el Golfo de México con vientos máximos cerca del centro de mas de 200 km/h y alcanzando ráchas de hasta 240 km/h.

## Septiembre:

A lo largo de este mes se reportaron precipitaciones importantes sobre diversas partes del país, entre ellas el Estado de Veracruz. Se detectaron siete perturbaciones tropicales en el Pacífico y dos en el Atlántico. Las del lado del Pacífico tuvieron las siguientes características: "Juliette" tormenta tropical de 24 de agosto al 10 de septiembre, "Kiko" huracán del 31 de agosto al 9 de septiembre. "Lorena" huracán del 6 al 14 de septiembre, "Manuel" huracán del 12 al 20 de septiembre. "Narda" Tormenta tropical del 21 al 28 de septiembre. "Octave" Tormenta tropical del 27 de septiembre al 2 de octubre. "Priscilla" Huracán que comenzó el 30 de septiembre".

Para las del Atlántico: "Chantal" Tormenta tropical del 11 al 15 de septiembre. "Dean" Tormenta tropical del 27 al 30 de septiembre.

Sin embargo las perturbaciones que afectaron al país sólo fueron: "Kiko", "Lorena" y "Manuel". En lo que se refiere a los sistemas de aire polar, podemos decir que se presentaron dos que ocasionaron vientos del norte en Golfo de México y descenso de la temperatura en los Estados del norte, entre otros. Los vientos alcanzaron rachas de hasta 100 km/h en algunos puntos como Coahuila y esta situación se presentó entre el día 19 y el 23.

Finalmente el día 25 se detectó otro sistema de aire polar de menor importancia que causó la disminución de nublados en el país.

## Octubre:

El índice de precipitación tuvo un decremento normal, ya que como es sabido durante este período las temporadas de lluvia decrecen en intensidad, aunque debe notarse que, debido a las perturbaciones tropicales en la tercera decena del mes aproximadamente, se registraron lluvias casi generalizadas. De acuerdo con los registros del Servicio Meteorológico Nacional, se presentó del 8 al 14 de octubre el huracán "Raymond" que, de hecho, no afectó las costas nacionales. La tormenta tropical "Sonia" del 9 al 14 tampoco afectó el litoral del Pacífico y el huracán "Tico" del 11 al 19, entró a tierra en Mazatlán, por lo que no afectó el estado de Veracruz.

En lo referente a los sistemas de aire frío, es interesante mencionar que comenzaron a tener manifestaciones en varias ocasiones como fue el caso del día 6, en que hubo una entrada de "norte", aunque no de mucha intensidad. El día 10 se observó este tipo de fenómenos, que causaron un descenso de temperatura no muy marcado con nublados y lluvias en el litoral del Golfo de México. Sus efectos se mostraron fuertes hasta el día 15.

Una vaguada de carácter extratropical se estacionó sobre la Mesa del Norte y favorecida por su interacción con el huracán "Tico" ocasionó lluvias generales en casi todo el país. El día 22 se reforzó la situación de los sistemas fríos con otro norte, que alcanzó rachas de más de 60 km/h, en el Golfo de México.

## Noviembre:

Durante este mes se registró la tormenta tropical "Velma" en el Pacífico del 10 al 3. El día 4 se detectó una masa de aire polar moderada que favoreció nublados con lluvias y vientos del norte en el Litoral del Golfo de México. El día 9 se volvió a generar otro sistema de alta presión con un desnivel barométrico moderado y que en interacción con la Zona Intertropical de Convergencia, ocasionó lluvias de cierta importancia sobre la parte media del territorio. El día 15 otro sistema de aire frío se detectó sobre el Territorio Nacional, causando vientos del norte moderados y permaneciendo sus efectos hasta el día 19. El día 22 nuevamente se observó una alta presión que se desprendió de las latitudes polares hacia el territorio mexicano, siendo de intensidad fuerte y la cual perduró hasta el 26 día, causando por consecuencia nublados con lluvias en la mayor parte del país.

Se podría concluir que la primera quincena del mes fue cuando se registraron las precipitaciones de mayor intensidad y con referencia a la tormenta tropical, ésta no fue de importancia, ya que estuvo bastante alejada del país.

## Diciembre:

Durante el transcurso de este mes se generó el Huracán "Winnie" del día 3 al 5 pero no tuvo mayor influencia del lado del Golfo de México, ya que tuvo su origen en el Pacífico. Sin embargo hubo algunas lluvias en la Vertiente del Golfo de México.

La temperatura descendió en forma fuera de lo normal sobre gran parte del Territorio Nacional, principalmente debido a la entrada de aire frío el día 24 y la ocasionada por un sistema similar el día 29 con valores que alcanzaron por varios días temperaturas bajas, sobre todo en las partes altas del país, acompañadas de algunas heladas.

El día 29 se volvió a registrar un descenso de temperatura por otro sistema de alta presión, con un valor máximo de presión de 1043 mb, también considerado como muy intenso. Cabe mencionar que el primer sistema de alta presión del día 24 alcanzó un valor de 1 056 mb.

## ANÁLISIS METEOROLÓGICO DEL AÑO DE 1984.

### Enero:

Durante este mes se presentaron varios sistemas de aire polar continental, los cuales favorecieron descensos de temperatura en diversas partes del país y entre ellas el litoral del Golfo de México. Asimismo los vientos del norte alcanzaron en algunos casos velocidades superiores a los 60 km/h. En cuanto a la precipitación, ésta particularmente se concentró sobre el Litoral del Golfo de México, entre otras partes.

Cabe aclarar que, debido a la presencia de "corrientes de chorro" subtropical y Zonas de Convergencia localizadas en los niveles superiores, se presentó un incremento en las lluvias.

Durante los primeros días del mes se pudo notar la presencia de sistemas de alta presión con moderado desnivel barométrico, lo que favoreció vientos del norte con descenso de temperatura. El día 10 otra masa de aire polar continental causó "norte" intenso con vientos de mas de 50 km/h y con valores máximos de presión de 1 042 mb. Estos efectos perduraron hasta el día 14, en que otro sistema de similares características penetró por el litoral del Golfo de México con mayor intensidad hasta el día 18, en que otro sistema de alta presión continuaba con los efectos violentos del norte sobre el país, ocasionando vientos, nublados y lluvias.

### Febrero:

A lo largo de este mes siete sistemas de aire frío afectaron el territorio nacional, lo cual favoreció la ocurrencia de vientos del norte de moderados a fuertes sobre el litoral del Golfo de México y en otras partes del país.

Las zonas de convergencia provocadas por la "corriente de chorro" subtropical y por vaguadas en la altura se manifestaron durante un período de 15 días. Con respecto a la precipitación, fue de mayor importancia durante los primeros días en el Estado de Veracruz. Hubo otro período de precipitación que abarcó la parte media del territorio entre el día 8 y el día 10. Los vientos más intensos se registraron en Veracruz a razón de cerca de 100 km/h.

### Marzo:

La característica principal de este mes fue la presencia de aire marítimo tropical que predominó durante la mayor parte del mes, con valores de temperaturas marcadamente altos, principalmente después de la primera quincena. Se presentaron tres sistemas de aire frío, el primero aproximadamente del día 5 al 8, el segundo del 18 al 21 y el tercero del 28 al 31, los cuales provocaron vientos del norte con el consecuente descenso de temperatura.

En lo referente a la precipitación pluvial, ésta fue poco importante en cuanto al volumen caído en mm, concentrándose principalmente en la parte sur de la Mesa Central, Veracruz,

Tabasco y la Península de Yucatán. Es importante resaltar que durante este mes todavía hubo manifestaciones de la "corriente de chorro" subtropical, la cual coadyuvó a la pluviosidad.

#### Abril:

A lo largo de este mes la temperatura se mantuvo marcadamente alta, registrándose valores de hasta 40 °C en algunos puntos del litoral del Golfo de México.

Respecto a la precipitación, fue notablemente escasa, teniendo registros muy aislados sobre Veracruz y otros puntos del Golfo de México.

La frecuencia de masas de aire frío fue bastante baja y éstas fueron de poca intensidad. Sin embargo el día siete hubo una invasión de aire polar, aunque de características muy débiles. Otro sistema igualmente débil penetró el día 13, perdurando sus efectos hasta el día 16 especialmente en el Golfo de México. De nuevo el día 23 se hace referencia a esta situación con resultados similares a los anteriores.

#### Mayo:

La cantidad de precipitación -fuera de lo normal- fue la característica más importante durante este mes y en toda la República Mexicana, desde el día 7 y hasta el 21 en el que hubo una notable disminución de ésta y de nublados hasta el día 27; en que por la formación de la tormenta tropical "Boris" que cobró características de huracán así como por la formación de una masa de aire de tipo polar continental, la interacción de estos dos sistemas meteorológicos junto con un "tren de ondas tropicales" (ondas del este) que cruzaban el Golfo de México ocasionaron que se volvieran a generalizar las precipitaciones para gran parte del país y los estados del Golfo de México.

Con referencia a la primera tormenta tropical denominada "Alma", ésta se desplazó muy alejada de las costas nacionales, por lo que no tuvo ninguna ingerencia con las condiciones meteorológicas descritas.

Por último se debe agregar que hasta el día último de este mes la tormenta tropical "Boris" del Pacífico continuó perdiendo intensidad a unos 400 kms de las costas de Guerrero.

#### Junio:

Las precipitaciones durante este mes fueron notablemente importantes en todo el país, desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, debido a los constantes desprendimientos provocados provocados por la Zona Intertropical de Convergencia, lo que ocasionó nublados persistentes en la mayor parte del país. Se formaron perturbaciones tropicales, de las cuales la primera fue denominada "Boris", la cual perdió importancia el día 16 por su lejanía con las costas mexicanas del lado del Pacífico.

"Cristina" se generó al suroeste de Manzanillo, alcanzando características de huracán a unos 400 km al sur de la Isla Socorro, en Colima, para disiparse el día 26 a unos 1 000 kms al oeste de la misma isla. Por otro lado, el día 18 se formó una depresión tropical en el Golfo de México desde las costas norte del estado de Veracruz y entrando a tierra el día 20 por la madrugada, lo que ocasionó lluvias intensas al sur de Tamaulipas y norte del estado de Veracruz.

Finalmente, se debe mencionar los valores de precipitación, dieron como resultado un mes ligeramente por arriba de lo normal.

#### Julio:

Se declaró una plena temporada de lluvias durante este mes, ya que se podría decir que fueron casi generalizadas para todo el país y durante los 31 días, con excepción de aquellos lugares en los cuales su régimen de lluvias ocurre durante el invierno como es el caso de la Península de Baja California.

Hubo lugares en donde los valores fueron notablemente altos como en algunos Estados entre los que se encuentra nuestra región de estudio, Veracruz.

En lo que se refiere a las perturbaciones tropicales, es importante mencionar que se registraron de manera consecutiva invasiones de ondas tropicales provenientes del Caribe, que posteriormente afectaron el litoral del Golfo de México.

En la porción del Pacífico Oriental se detectaron las tormentas tropicales "Elida", "Fausto", "Genevieve" y "Hernan"; las cuales provocaron abundantes lluvias a los Estados de esta región, pero sin afectar a nuestra zona de estudio.

#### Agosto:

En este mes se registraron precipitaciones en gran parte del Territorio Nacional, aunque no con la intensidad del mes anterior. En la porción del Pacífico se generaron varias tormentas tropicales denominadas: "Julio", "Iselle", que alcanzó características de huracán y "Lowell". Las dos primeras fueron las responsables del incremento en la precipitación en los Estados del litoral del Pacífico y la última pasó bastante retirada de tierra, por lo que no ocasionó un aumento en la pluviosidad. Estas perturbaciones no lograron afectar el Estado de Veracruz.

Sin embargo se detectaron varias ondas tropicales que coadyuvaron a incrementar las precipitaciones sobre los Estados del litoral de Pacífico.

#### Septiembre:

Se comenzaron a observar masas de aire polar continental, las cuales propiciaron los primeros descensos de temperatura y vientos del norte en el Golfo de México y Golfo de Tehuantepec.

En la región del Pacífico se detectó la primera perturbación tropical el día 5, a la que se le denominó "Marie" y afectó de manera directa a Colima. El día 15 se localizaron otras dos perturbaciones "Norbert" y "Odile". Aunque ambas se convirtieron en huracanes sin embargo solo afectaron algunos Estados del Pacífico.

Para la región del Golfo de México, se detectó una depresión tropical frente a las costas de Jalapa y el día 14 por la tarde ya se le consideró tormenta tropical y le llamó "Eduard". En su trayectoria tocó diversos puntos del norte del Estado de Veracruz.

Para concluir, las masas de aire frío se presentaron del día 10 al 40, del 9 al 12, del 15 al 18 y del 25 al 28.

#### Octubre:

Particularmente durante este mes se continuó observando la entrada de los vientos alisios perturbados y algunos desplazamientos de la Zona Intertropical de Convergencia, las cuales causaron lluvias sobre gran parte del Territorio Nacional.

Debe notarse la presencia de los primeros sistemas de carácter extratropical, los cuales favorecieron descensos de temperatura en diversos estados del país.

Se registraron dos perturbaciones tropicales en el lado del Pacífico en los primeros días del mes, a las que se les denominó "Polo" y "Rachel" y de las cuales la primera alcanzó características de huracán. Sin embargo, en ninguno de los casos afectaron al Estado de Veracruz.

#### Noviembre:

A lo largo de este mes se presentaron cuatro sistemas de aire polar continental, los cuales propiciaron vientos del norte moderados durante los días del 5 al 7, del 10 al 13, del 20 al 24 y del 28 en adelante. De éstos el mas intenso fue el último, ya que se registraron rancias de mas de 60 km/h. Respecto a la temperatura se apreciaron valores bajos sostenidos durante todo el mes.

Los valores de precipitación se se refieren unicamente para los estados de la vertiente del Golfo de México; registrándose valores importantes para el Estado de Veracruz.

Para este mes se observaron las primeras manifestaciones de la "corriente de chorro" subtropical, la cual es propia de la época de invierno. Esta cubrió con nublados de nubes medias y altas diversos puntos del país, en las regiones de su trayectoria.

#### Diciembre:

Durante este mes se registraron dos aspectos meteorológicos de carácter notablemente importante, aproximadamente del día 12 al

15 y el segundo del 26 al 29 del mes, los cuales consistieron en la presencia de una "corriente de chorro" subtropical propia de la temporada invernal; la cual ocasionó nublados con lluvias en diversos puntos del país.

En la segunda ocasión se generaron lluvias por la influencia de otra "corriente de chorro" con valores extremadamente altos, aunque particularmente sobre Estados de la porción del Pacífico.

Se registraron cuatro sistemas de aire frío en el transcurso del mes, los cuales causaron precipitaciones sobre los estados del Golfo de México entre otros.

## ANALISIS METEOROLOGICO DEL AÑO DE 1985.

### Enero:

Este mes el país se vió cubierto por sistemas de aire frío, los cuales causaron descensos notables en la temperatura con heladas en los estados del norte y con algunas nevadas. Por otro lado se llegó a detectar en forma constante la presencia de la "corriente de chorro" subtropical, la cual ocasionó nublados y lluvias, aunque éstas fueron en los estados del noroeste.

Los sistemas de aire frío mas sobresalientes se manifestaron en los primeros seis días, causando heladas y lluvias en el Golfo de México; las primeras se presentaron en las partes altas de las montañas. Estos fenómenos estuvieron acompañados por vientos del norte, los cuales alcanzaron rachas de mas de 80 km/h.

El día 10 interaccionó un viento frío con una "corriente de chorro" subtropical, la cual comenzó a generar nublados en parte de la Mesa Central. De nueva cuenta, el día 11 un sistema de aire polar se desplazó por el territorio nacional, incrementando la zona de lluvias, particularmente sobre los estados del norte.

El día 20 un sistema de alta presión con valores de 1 045 mb se movió hacia la República Mexicana y ya para el día 21 se registraban vientos del norte en Veracruz hasta de 70 km/h con lluvias aisladas.

Finalmente el día 31 comenzó a desplazarse otra masa de aire polar continental ártica, la cual iniciaba su descenso sobre México.

### Febrero:

Durante la primera semana del mes se observó una masa de aire polar, con acusados vientos del norte y con rachas máximas de 70 km/h, estabeciéndose un frente frío muy bien definido localizado sobre la parte media del territorio nacional. Así mismo, se observó un marcado descenso de temperatura con heladas importantes en diversos puntos del país.

Durante la segunda semana del mes otro sistema de alta presión se detectó sobre la República Mexicana, con un marcado desnivel barométrico que alcanzó un valor máximo de 1 036 mb y vientos con rachas de 120 km/h sobre el Estado de Veracruz. Como consecuencia de esto, las temperaturas volvieron de nueva cuenta a descender y se provocaron lluvias sobre la región de estudio entre otras.

El día 17 comenzó a detectarse un frente frío que cruzaba los estados del norte, lo cual ocasionó una interacción con una corriente de vientos y lluvias que se extendieron en estado de Veracruz.

Hubo dos sistemas de frentes fríos, sin embargo solo alcanzaron los estados del norte del país.

### Marzo:

A lo largo del transcurso de este mes invadieron el territorio nacional masas de aire polar continental; la primera el día 3 sobre la región noroeste, con una trayectoria de desplazamiento de la Mesa del Norte hasta el Golfo de México. En su trayectoria provocó vientos moderados con lluvias en diversos estados hasta llegar a Veracruz, en donde las lluvias fueron mas importantes. Los efectos de este sistema perdieron importancia alrededor del día 9, cuando comenzó a cubrir el país una masa de aire del tipo marítimo tropical.

Para el día 14 se localizó una "corriente de chorro", subtropical ocasionando nublados y lluvias inicialmente en los estados del norte, para extender sus efectos posteriormente hasta el litoral del Golfo de México. En donde soplaron vientos del norte moderados. Los efectos de este sistema desaparecieron alrededor del día 19, cuando comenzó a subir la temperatura en la mayor parte del país.

Para el día 22 una alta presión volvió a cubrir el territorio nacional, aunque fue de mucha menor importancia. Finalmente se puede concluir que predominaron las altas temperaturas en diversas partes del país, entre ellas los litorales.

### Abril:

Durante el transcurso de este mes hubo días con lluvias fuertes para gran parte del territorio nacional; aproximadamente a partir del día 5 y hasta el día 15 inclusive, debido a la presencia de fenómenos que podría considerarse de carácter invernal y nos referimos a zonas de convergencia provocadas por una "corriente de chorro" subtropical proveniente del Pacífico Oriental y a masas de aire de tipo polar continental sobre el Golfo de México.

Los lugares que tuvieron valores mas importantes fueron varios en el país, entre ellos, se encontraba Veracruz.

Los días que hubo mayor influencia de sistemas polares fueron: del 10 al 3, del 6 al 10, del 12 al 15, del 21 al 23 y del 25 al 27.

### Mayo:

La característica dominante de este mes fue la influencia de aire marítimo tropical y muy ocasionalmente a la entrada de aire del tipo polar continental, aunque bastante débil. Los días mas lluviosos fueron del 3 al 5 y del 16 al 19, en donde se registraron abundantes lluvias en diversos puntos, entre ellos el Estado de Veracruz, como consecuencia de masas de aire frío que inclusive causaron "norte" moderado sobre el Golfo de México.

En términos generales la temperatura se mostró marcadamente alta aunque aparentemente sin rebasar los valores normales. Finalmente, es notorio, que los vientos alisios no se llegaron a manifestar durante todo este mes, provocando por esta razón que la temporada formal de lluvias no iniciara durante este mes.

## Junio:

En el transcurso de este mes, se registraron lluvias en diversas partes de la República y aunque hubo importantes precipitaciones, éstas no se mantuvieron en las mismas áreas, sino que de manera escalonada llovió en diversas partes del norte y en ambos litorales.

Cabe decir, que la fuente principal de humedad se le adjudicó a la Zona Intertropical de Convergencia, la cual mostró una actividad muy débil al inicio del mes y de moderada a fuerte a mediados y finales del mismo. Por otro lado, la entrada de los vientos alisios fue variable, debido esencialmente al bloqueo ocasional de un sistema de alta presión que se localiza normalmente en el Atlántico.

Se formaron cinco perturbaciones tropicales que posteriormente llegaron a ser tormentas y huracanes respectivamente: Tormenta tropical "Andrés" del 6 al 12 de junio, el Huracán "Blanca" del 6 al 17 de junio, la Tormenta tropical "Carlos" del 7 al 10 de junio, el Huracán "Dolores" del 26 de junio en adelante, la Tormenta tropical "Enrique" del 26 de junio en adelante.

Sin embargo ninguna de estas perturbaciones ocasionó incremento o modificaciones en la región de estudio.

## Julio:

Este mes fue bastante lluvioso, principalmente para los estados que componen la Mesa Central y de los litorales tanto del Pacífico como del Golfo de México. Los fenómenos que propiciaron las precipitaciones fueron esencialmente desplazamientos de la Zona Intertropical de Convergencia y en otros casos, la formación de ondas tropicales en el Caribe.

Respecto a los huracanes, se formaron en el Pacífico los siguientes: "Fefa" considerada tormenta tropical, "Guillermo" como tormenta tropical, "Hilda" como tormenta tropical e "Ignacio" también como tormenta tropical y "Ximena" que como características de huracán.

Con referencia al Atlántico ocurrieron los siguientes eventos: "Ana" con características de tormenta tropical y "Bob" con intensidad de huracán.

Se hace notar que estos fenómenos, particularmente los del Pacífico no entraron a tierra sin embargo, en el momento de su formación, algunos frente a las costas de Oaxaca y otros frente a las de Guerrero propiciaron zonas inestables que coadyuvaron a un notable incremento de humedad que continuamente se vió favorecida por la Zona Intertropical de Convergencia.

Finalmente podemos decir que fue un mes bastante lluvioso para gran parte del Territorio Nacional.

## Agosto:

En el Pacífico se generaron 6 perturbaciones tropicales que fueron: "Kevin" que comenzó en julio y terminó el 6 de agosto, alcanzando las características de tormenta tropical. "Linda" que también comenzó en julio y se desvaneció el 4 de agosto como tormenta tropical.

Posteriormente se generó "Dany" del 6 al 13 de agosto al que se consideró huracán; del 16 al 23 se observó a "Nora" que alcanzó características de tormenta tropical. "Olaf" comenzó el día 22 alcanzando características de huracán, todavía a finales del mes este huracán se movía en aguas del Pacífico. Finalmente se hace mención de "Pauline" que inició a finales de mes y que todavía se mantiene en aguas del Pacífico.

En el Atlántico se generaron 3 huracanes: "Claudette" del 10 al 16 de agosto; "Tannie" del 12 al 16 y "Elena" el día 28 el cual continuó en aguas del Atlántico.

De las perturbaciones generadas en el Pacífico la que más se acercó a tierra fue la tormenta tropical "Pauline" que causó lluvias muy intensas en las costas de Guerrero. En el Atlántico "Dany" provocó algunos nublados con lluvias no muy intensas en el noreste de la Península de Yucatán.

Los días mas lluviosos sobre México fueron las primeras decenas; aunque se debe de decir que fueron parciales y de poca intensidad particularmente en la Mesa Central y los estados del Sureste.

## Septiembre:

El mes se caracterizó por el hecho de que a pesar de que hubo bastante actividad ciclónica particularmente en el Pacífico oriental en donde se registraron las siguientes perturbaciones a saber: "Pauline" que llegó a características de tormenta tropical "Rick" que adquirió también características de tormenta tropical "Sandra" la cual alcanzó intensidad de huracán. "Terry" también con características de huracán y "Vivian" la cual también fue considerada como huracán.

De estas perturbaciones los efectos fueron secundarios principalmente en la costa del Pacífico. Sin embargo, como se dijo al principio, los valores para gran parte del Territorio Nacional en términos generales, no fueron ni muy generalizadas ni muy altas, las áreas que se observaron mas influenciadas desde luego en las costas del Pacífico y en el Atlántico desde Veracruz hasta la Península de Yucatán.

Del lado del Atlántico se formaron tres huracanes que fueron: "Elena" que entró a tierra sobre Louisiana. "Fabián" que se desplazó sobre el Atlántico con componente norte "Gloria" que afectó la costa oriental del los EUA hasta llegar a la altura de Nueva York.

Como puede apreciarse, la influencia que se tuvo en Veracruz fue casi imperceptible, por la lejanía en la que se desarrollaron los fenómenos meteorológicos.

En la segunda quincena del mes se pudieron apreciar, los primeros efectos de la temporada invernal, ya que se desplazaron hacia el territorio nacional sistemas "anticiclónicos", que favorecieron el descenso de la temperatura en los Estados Unidos y que se apreció aunque en forma débil sobre el Territorio Nacional.

Octubre:

Dentro de las perturbaciones tropicales mas importantes se debe mencionar al huracán "Waldo" que entró a tierra el día 9 del lado del Pacífico. Así como también el huracán "Xina" aunque éste no tuvo consecuencias dada su lejanía.

Se detectaron tres sistemas importantes de aire frío que causaron "norte" moderado, con algunas rachas fuertes, en el litoral del Golfo de México y la Península de Yucatán, ocasionando descensos en la temperatura.

Se detectaron tres ondas tropicales de menor importancia favorecieron lluvias en algunos estados del Golfo de México, entre ellos Veracruz.

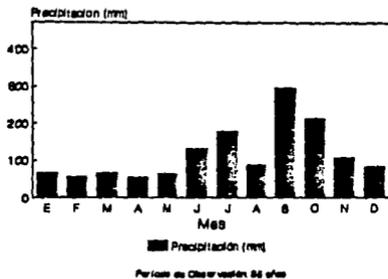
Debe concluirse que hubo poca actividad en la Zona Intertropical y que del lado del Atlántico se originó el huracán "Juan" y que, aunque tocó tierra en Louisiana, no afectó las costas mexicanas.

No se contó con lo registros de noviembre y diciembre de este año, por lo que el análisis no puede completarse.

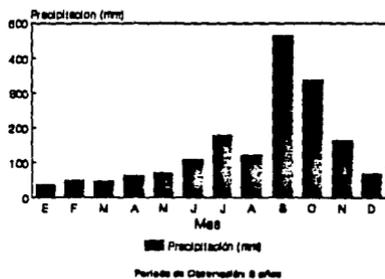
**ANEXO 3:**

**GRAFICAS DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PROMEDIO  
DE LA CUENCA TAMIAHUA-POZA RICA DURANTE EL  
PERIODO SECULAR DE 1922 A 1990.**

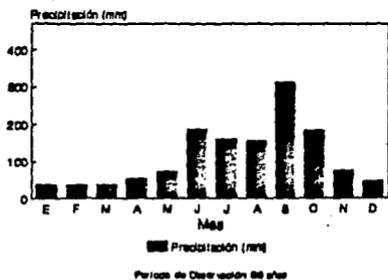
Volumen de Precipitación en Nautla, Veracruz.



Volumen de Precipitación en Teocuitlán, Ver.



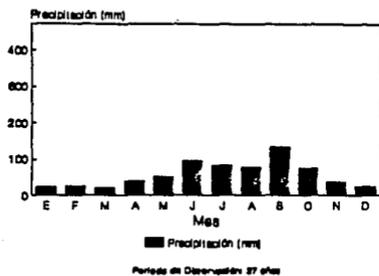
Volumen de Precipitación de Tuxtepec de Rodríguez Cano, Ver.



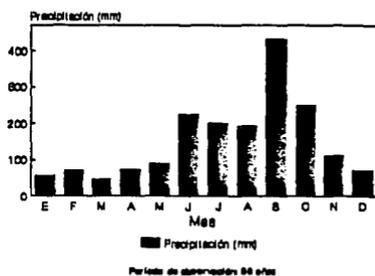
Volumen de Precipitación en Poza Rica, Veracruz.



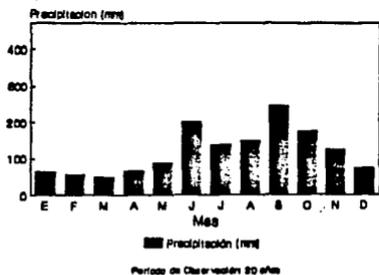
Volumen de la precipitación  
en Alamo, Ver.



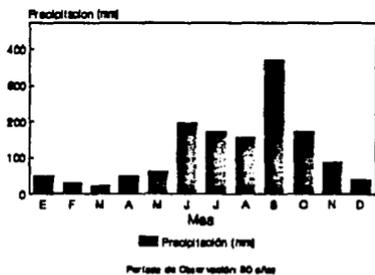
Volumen de Precipitación en Tantima,  
Veracruz.



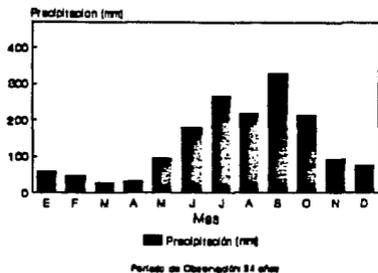
Volumen de Precipitación en Itepeña,  
Veracruz.



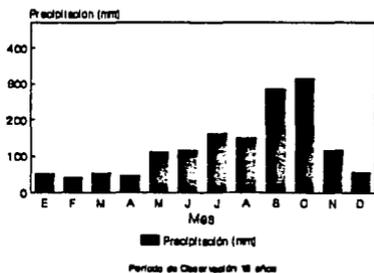
Volumen de Precipitación en Ocuiluma,  
Veracruz.



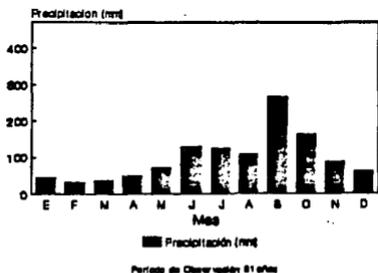
Volumen de Precipitación en Isla Lobos, Veracruz.



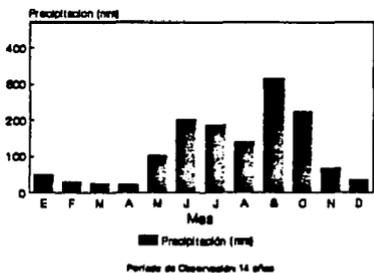
Volumen de Precipitación en Gutiérrez Zamora, Veracruz.



Volumen de Precipitación en Papantla de Olarte, Veracruz.



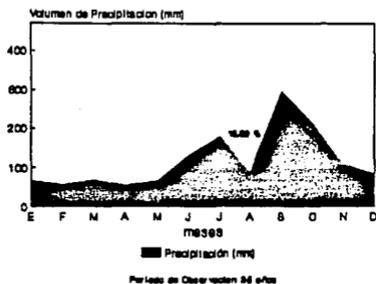
Volumen de Precipitación en Santiago de la Peña, Veracruz.



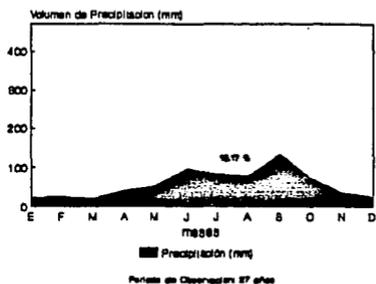
**ANEXO 4:**

**GRAFICAS DE SEQUIA DE MEDIO VERANO O "CANICULA"  
PROMEDIO EN LA CUENCA TAMIAHUA-POZA RICA DURANTE  
EL PERIODO SECULAR DE 1922 A 1990.**

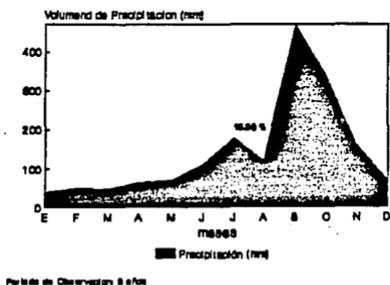
**SEQUIA RELATIVA DE NAUTLA, Ver.**



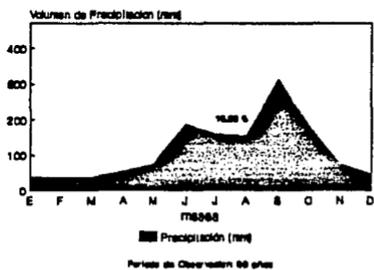
**SEQUIA RELATIVA DE ALAMO, Ver.**



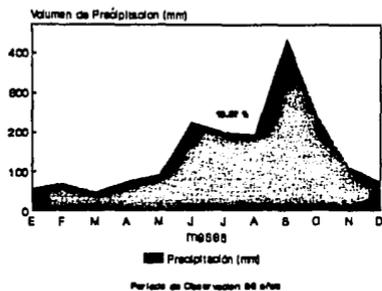
**SEQUIA RELATIVA DE TIBOLUTLA, Ver.**



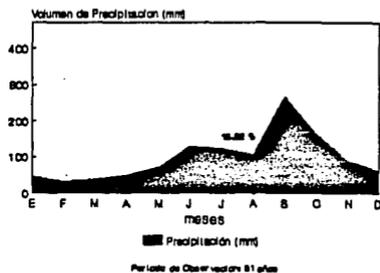
**SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM DE RODRIGUEZ  
CANO, Ver.**



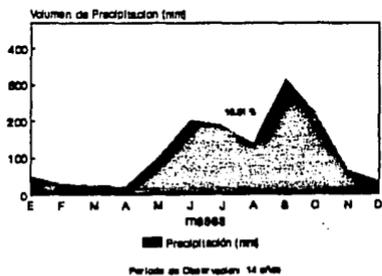
**SEQUIA RELATIVA DE TANTIMA, Ver.**



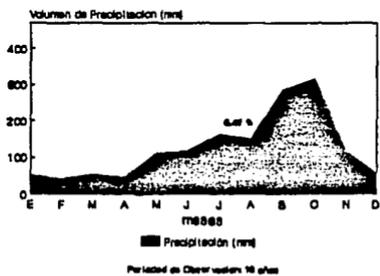
**SEQUIA RELATIVA DE PAPANTLA DE OLARTE, Ver.**



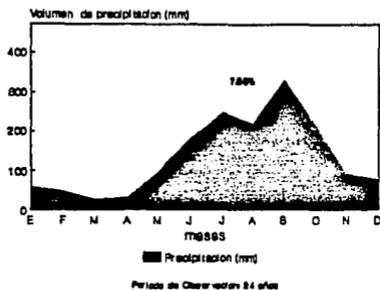
**SEQUIA RELATIVA DE SANTIAGO DE LA PERA, Ver.**



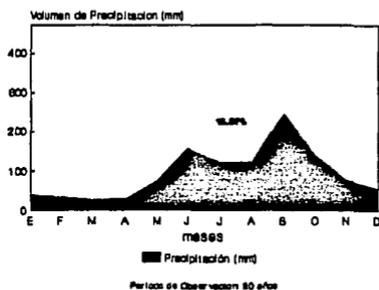
**SEQUIA RELATIVA DE GUTIERRES ZAHORA, Ver.**



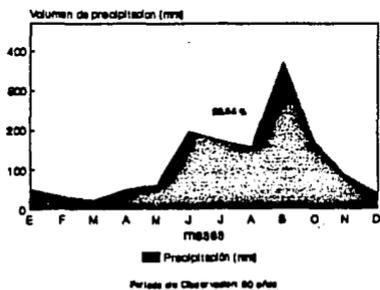
**SEQUIA RELATIVA DE ISLA LOBOS, Ver.**



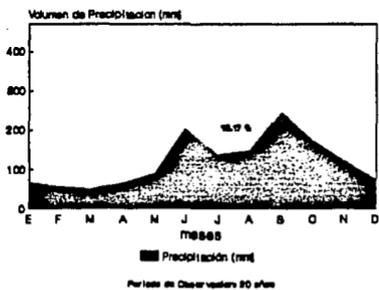
**SEQUIA RELATIVA DE POZA RICA, Ver.**



**SEQUIA RELATIVA DE OZULUAMA, Ver.**



**SEQUIA RELATIVA DE ESPINAL, Ver.**

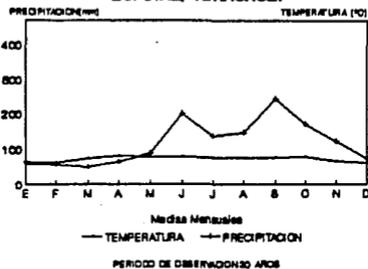


**ANEXO 5:**

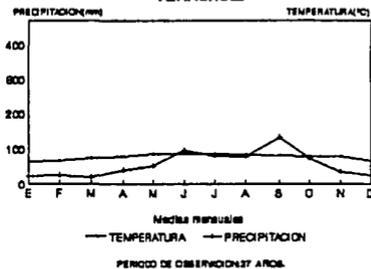
**GRAFICAS OMBROTERMICAS A NIVEL MENSUAL DE LA CUENCA  
TAMIAHUA-POZA RICA  
DURANTE EL PERIODO SECULAR DE 1922 A 1990.**



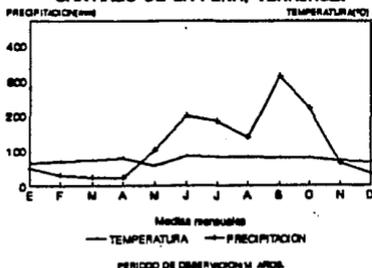
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
EBSPINAL, VERACRUZ.**



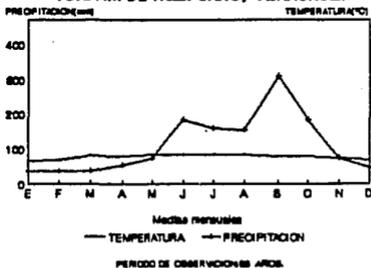
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE ALAMO  
VERACRUZ.**



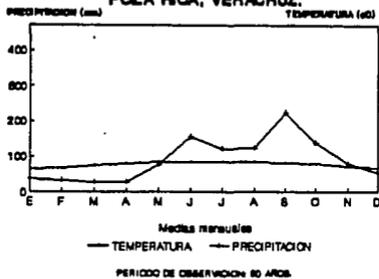
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
SANTIAGO DE LA PERA, VERACRUZ.**



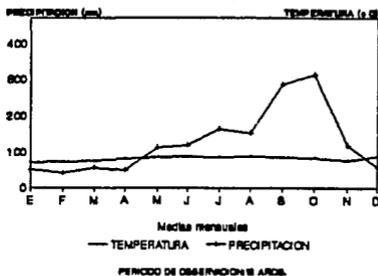
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
TUXPAM DE RGZ. CANO, VERACRUZ.**



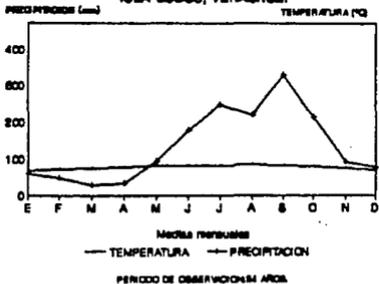
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
POZA RICA, VERACRUZ.**



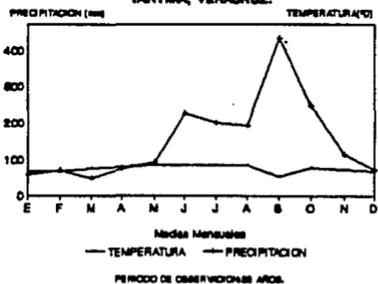
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
GUTIERREZ ZAMORA, VERACRUZ.**



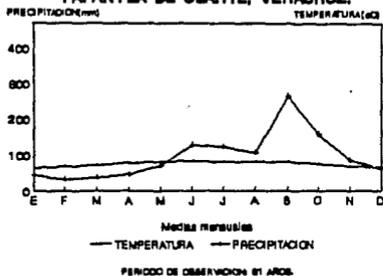
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
ISLA LOBOS, VERACRUZ.**



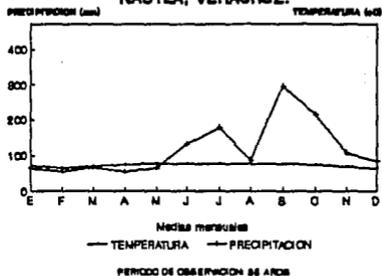
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
TANTIMA, VERACRUZ.**



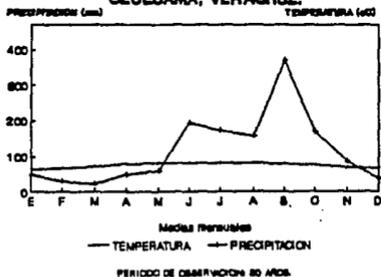
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
PAPANTLA DE OLARTE, VERACRUZ.**



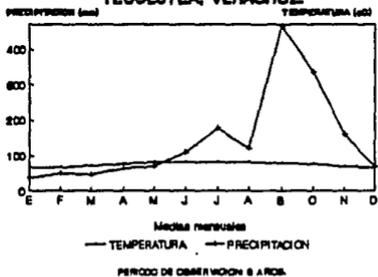
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
NAUTLA, VERACRUZ.**



**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
OZULUAMA, VERACRUZ.**



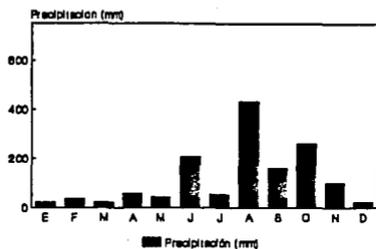
**DIAGRAMA OMBROTERMICO DE  
TECOLUTLA, VERACRUZ.**



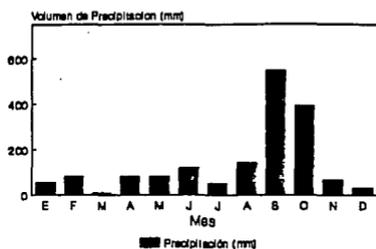
**ANEXO 6:**

**GRAFICAS DE PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL MENSUAL  
Y SEQUIA DE MEDIO VERANO  
DE LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ  
EN EL PERIODO DE 1979-1986.**

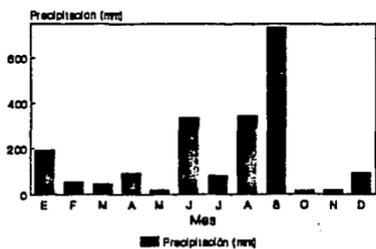
Volumen de Precipitación en Tuxpam durante 1979



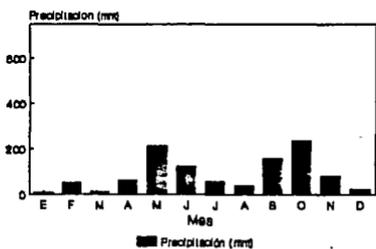
Volumen de Precipitación en Tuxpam para el año de 1980.



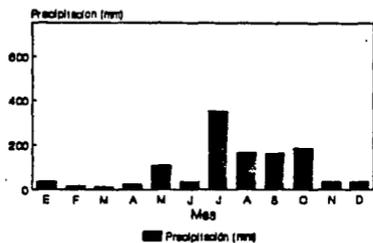
Volumen de Precipitación en Tuxpam para el año 1981.



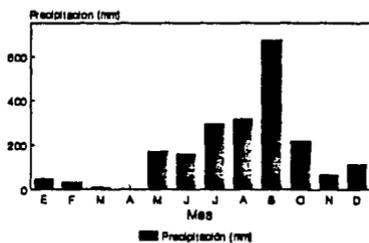
Volumen de Precipitación en Tuxpam para el año 1982.



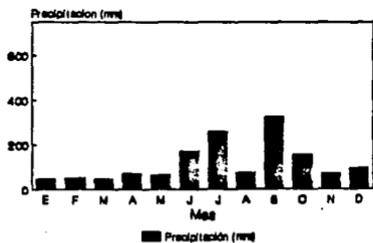
Volumen de precipitación en Tuxpan para el año 1983.



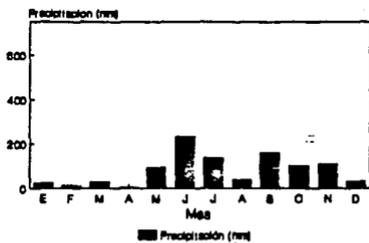
Volumen de precipitación en Tuxpan para el año 1984.



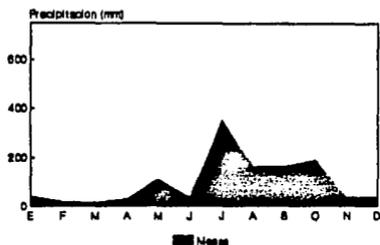
Volumen de Precipitación en Tuxpan para el año 1985.



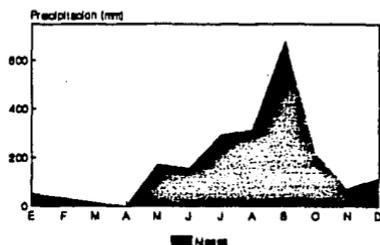
Volumen de precipitación en Tuxpan para el año 1986.



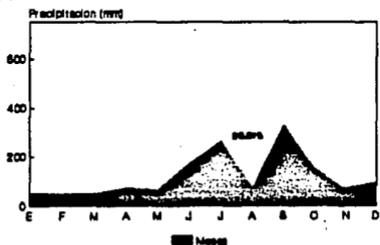
SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1983.



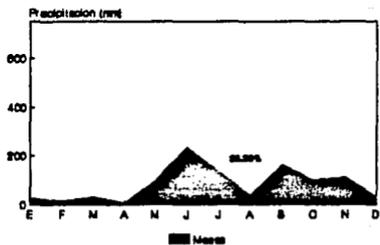
SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1984.



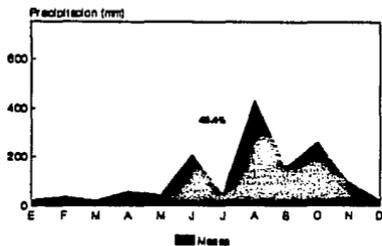
SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1985.



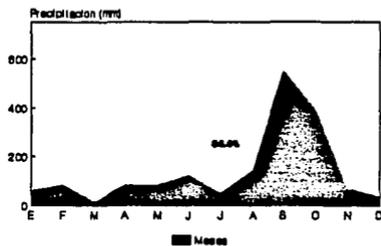
SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1986.



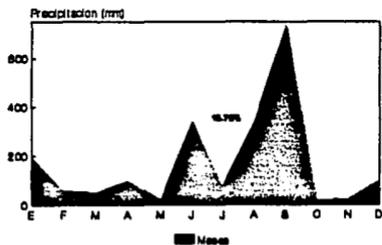
SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1979.



SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1980.



SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1981.



SEQUIA RELATIVA DE TUXPAM  
PARA EL AÑO DE 1982.

