

*LOS CICLONES TROPICALES, EL NIÑO Y LAS LLUVIAS
EN TACUBAYA, D.F.*

P. A. MOSIÑO A.*

T. MORALES A.*

(Recibido: 25 de junio, 1986)

(Aceptado: 12 de enero, 1987)

RESUMEN

Se muestran algunas relaciones estadísticas entre la incidencia de los ciclones tropicales en ambos océanos, el Atlántico occidental y el Pacífico sudoriental, con las lluvias anuales en Tacubaya, Distrito Federal, modificadas dichas relaciones según las diferentes intensidades con que se presenta El Niño. El período que abarca el estudio es de 1921 a 1984.

ABSTRACT

Statistical relationships between the numbers of tropical cyclones in both the Western Atlantic and the South-eastern Pacific oceans with the annual rainfall in Tacubaya, D. F. are shown; such relationships modified according to the concomitant intensities of El Niño. The study comprises the period 1921-1984.

* *Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México, D.F., 04510, MEXICO.*

INTRODUCCION

El problema de caracterizar los años de sequía o de abundancia de lluvias en el altiplano mexicano ha ocupado a varios investigadores, Bárcena (1896), Lebrija (1957), Jáuregui and Klaus (1976), sin que se haya podido dilucidar cuáles son las configuraciones de la circulación atmosférica sobre la República mexicana y los mares vecinos que determinan la persistencia de las situaciones pluviométricas deficitarias o excedentes sobre lapsos más o menos largos de la temporada de lluvias.

El trabajo que sigue se enmarca dentro de ese esfuerzo, considerando que los ciclones tropicales están asociados a las situaciones meteorológicas de variado carácter sobre la altiplanicie mexicana, a la cual sin embargo muy rara vez afectan directamente. Entendemos por sequía en la altiplanicie mexicana a todo período deficitario de lluvias respecto a la moda mensual (o estacional) de mayo a octubre, calculada para las estaciones pluviométricas con el mayor número de años de registro (preferiblemente más de 30 años).

La determinación de estos períodos deficitarios para las estaciones pluviométricas que cuentan con un registro mayor de 30 años está todavía por hacerse. Sin embargo, se considera, por estudios de correlación hechos por Mosiño e Iracheta (1981), que la estación de Tacubaya, D. F. es representativa de las lluvias sobre el altiplano central, ya que se encuentra alta y positivamente correlacionada, por lo menos a nivel estacional, con las lluvias en los observatorios de Querétaro, Qro., San Luis Potosí, S. L. P., Guanajuato, Gto., Morelia, Mich., Aguascalientes, Ags., y aún Guadalajara, Jal. Por ello, en el presente estudio se han tomado en forma preliminar las lluvias de mayo a octubre o las anuales en Tacubaya, D. F., como uno de los términos de la correlación con los ciclones tropicales que aparecieron tanto en el Océano Atlántico como en el Océano Pacífico durante el período 1921 a 1984.

En un primer reconocimiento de las correlaciones lineales simples entre las lluvias y el número de ciclones tropicales que aparecieron en el Pacífico sudoriental y en las aguas del Atlántico occidental, se detectaron valores de coeficientes de correlación significativamente altos para el período parcial de 1950 a 1983, que indican una clara tendencia al aumento de las lluvias en Tacubaya en los años en que la incidencia de ciclones en el Pacífico es mayor. Asimismo, se encontró una correlación baja entre las lluvias y el número anual de ciclones tropicales en el Golfo de México.

Durante la elaboración de las gráficas de puntos, se observó que los años de incidencia de El Niño se distinguían de los demás por sus bajas precipitaciones de mayo a octubre en Tacubaya, con números variables de incidencia de ciclones tropicales, por lo que se pensó en clasificar los años del período en estudio en años de Niño Fuerte, Moderado, Débil y Muy Débil, de acuerdo con la clasificación empleada por Quinn *et al.* (1978). Para esto fue necesario ampliar retrospectivamente la investigación hasta el año 1921, a fin de que las distintas clases estuvieran suficientemente representadas en número de casos.

DATOS UTILIZADOS

Para las lluvias en Tacubaya se optó por usar los registros anuales publicados por el Servicio Meteorológico Nacional en el Anuario de 1960, y respecto al número de ciclones tropicales en el Atlántico, se decidió utilizar la suma de las depresiones tropicales y los huracanes tal como aparecen listados en la publicación de Newmann, Cry, Caso y Jarvinen (1981), en su Tabla número 2.

En efecto, aunque los huracanes destacan más en su efecto sobre la distribución barométrica y el flujo a 700 mb. que las simples tormentas tropicales, su distribución de frecuencia es marcadamente asimétrica, en tanto que la suma de ambas: tormentas tropicales y huracanes, muestra una distribución casi normal, por lo menos en lo que respecta al Océano Atlántico, Newmann *et al.* (1981).

En cuanto al Océano Pacífico, se utilizaron los datos consignados por Rosenthal (1963), para el período 1974-1961 y de Gunther (1984), para el período 1966-1983.

Los datos restantes se cubrieron con los publicados por Arroyo, Serra y Estrada (sin fecha). La suma (T + H) representa el número de perturbaciones tropicales con velocidades del viento registradas mayores de 32 nudos.

RESULTADOS

En la figura 1 se muestra la recta de regresión lineal entre el eje de las abscisas: número simple de tormentas tropicales y huracanes registrados en el Pacífico sudoriental y el eje de las ordenadas: precipitación pluvial en Tacubaya, D. F. durante los meses de mayo a octubre (temporada lluviosa en el altiplano central de la República mexi-

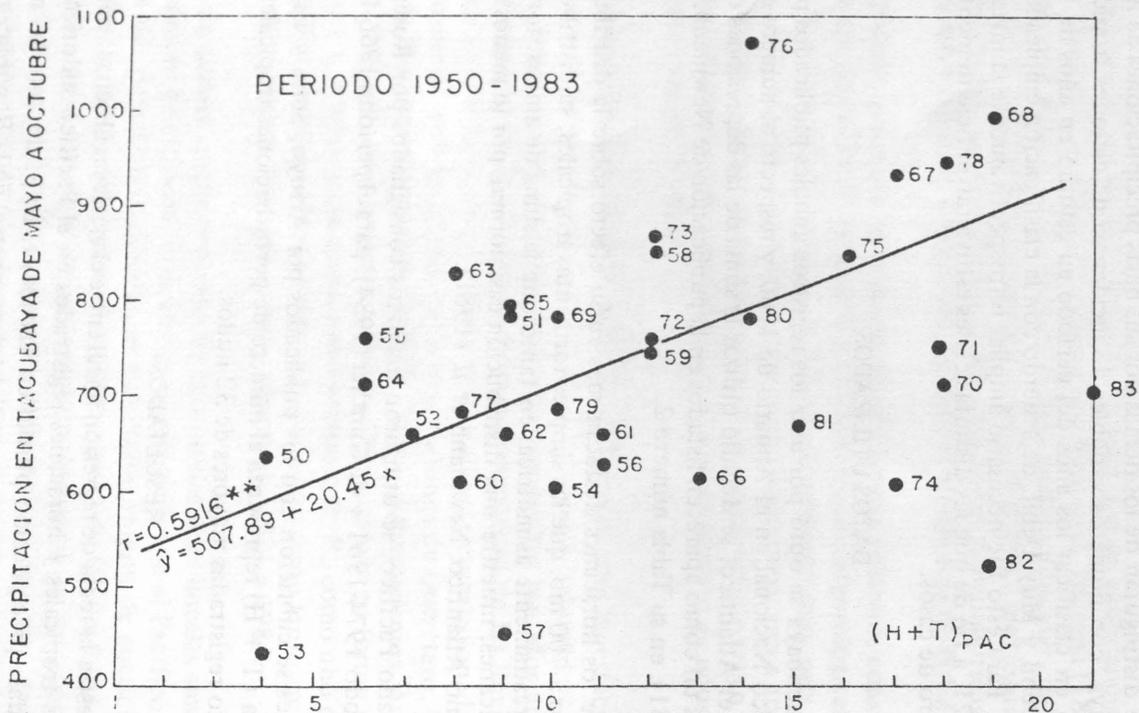


Fig. 1. Regresión lineal entre el número de perturbaciones por año en el Pacífico sudoriental $(T+H)_{PAC}$ y las precipitaciones acumuladas de mayo a octubre en Tacubaya, D. F. para el período 1950-1983.

cana) para el período 1950-1983. Los números a la derecha de los puntos representan las unidades y decenas de los años correspondientes. La pendiente de la línea de regresión es considerable (20.45 mm por unidad de perturbación) $r = 0.59$ es significativo al nivel de 0.01.

Se observa que los años secos (1953, 1957, 1982, 1983) y el lluvioso de 1976 son aberrantes, es decir, están fuera del núcleo central de la nube de puntos y fueron todos años de Niño. Sin embargo, en esta etapa de la investigación todavía no se discriminaban los años de Niño por intensidad, pero se incluye aquí esta figura para dar una imagen de la asociación, en general, que hay entre la lluvia en Tacubaya y el número de perturbaciones tropicales (T + H) en el Pacífico.

La figura 2 muestra una pendiente positiva menor que la de la figura 1. No obstante la inclusión con signo negativo de los datos de las perturbaciones tropicales (T + H) del Atlántico, se obtuvo un coeficiente de correlación $r = 0.50$ significativo al nivel 0.01.

En la figura 3, el eje de las abscisas representa la suma anual (T + H) de perturbaciones tropicales en el Pacífico, más las del Atlántico, durante el período 1950-1983, contra la precipitación en Tacubaya de mayo a octubre, en el eje de las ordenadas. La pendiente de la línea de regresión es aún menor que la de la figura 2, con un coeficiente de correlación $r = 0.46$, significativo al nivel 0.01. Aunque este coeficiente es ligeramente menor que los de las rectas anteriores, se incluye por razones metodológicas como fundamento del segundo intento que describiremos a continuación.

EL EFECTO DEL NIÑO

En la presentación de las figuras 1, 2 y 3, solamente se hace una mención breve de la incidencia de los años de Niño fuertemente aberrantes, lo que sugiere que, tomando un número mayor de años hasta incluir retrospectivamente el año 1921 y clasificando los años de Niño por intensidad de este fenómeno meteorológico-oceanográfico, se podría dar un tratamiento por separado a cada uno de los grupos o clases obtenidos, poniendo así de manifiesto la contribución o la modificación que este fenómeno introduce en las precipitaciones anuales en Tacubaya. Al aplicar este tratamiento se obtuvieron los resultados que aparecen en las figuras 4 a 8.

La figura 4 muestra el resultado de agrupar por separado los Niños Fuertes y los

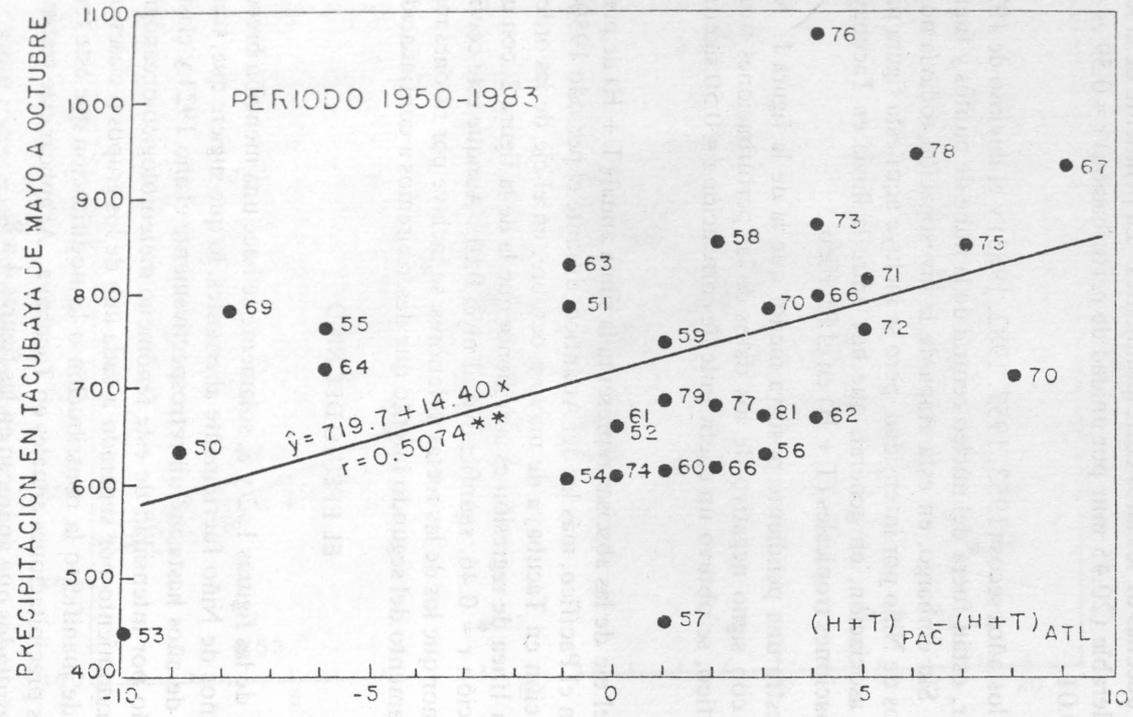


Fig. 2. Regresión lineal entre la diferencia de perturbaciones que ocurrieron en el Pacífico sudoriental menos las registradas en el Atlántico occidental y la precipitación acumulada de mayo a octubre en Tacubaya, D. F. para el período de 1950 a 1983.

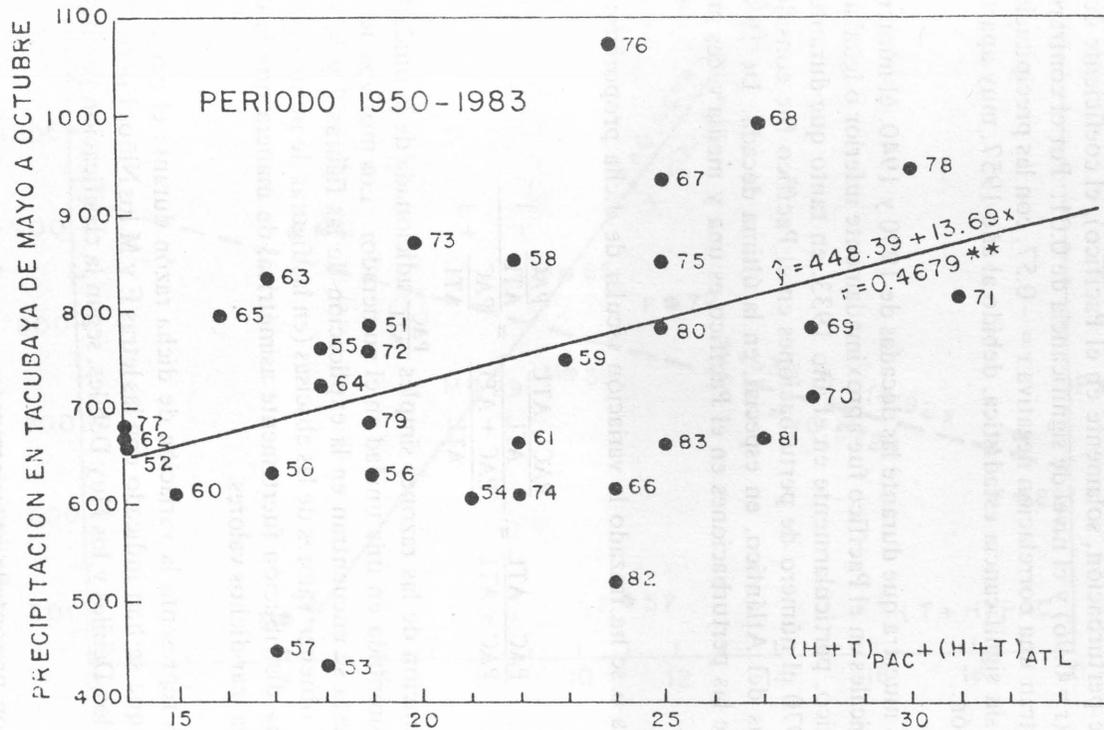


Fig. 3. Regresión lineal entre el total de perturbaciones tanto del Pacífico sudoriental como del Atlántico occidental y la precipitación acumulada de mayo a octubre en Tacubaya, D. F. para el período de 1950 a 1983.

Moderados durante el período 1921-1983. Se observa que para los Niños Moderados de los años 1953, 1929, 1965 y 1976, la pendiente es muy pronunciada (de 54 mm por unidad de perturbación, solamente en el Pacífico), el coeficiente de correlación muy elevado ($r = 0.96$) y el nivel de significancia de 0.01. Por el contrario, los Niños Fuertes muestran una correlación negativa $r = -0.57$, con las precipitaciones anuales en Tacubaya sin significancia estadística, debido al año 1957, muy apartado de la línea de regresión.

La figura 5 muestra que durante las décadas de 1930 y 1940, el número de perturbaciones tropicales en el Pacífico fue aproximadamente inferior o igual al número de las del Atlántico, particularmente en el año 1933, en tanto que durante las décadas de 1960 y 1970 el número de perturbaciones en el Pacífico fue considerablemente mayor que las del Atlántico, en especial, en la última década. De 1980 a 1983 la proporción de las perturbaciones en el Pacífico es una y media veces mayor que las del Atlántico.

En la figura 6 se ha trazado la variación secular de dicha proporción en la forma de una razón:

$$\frac{PAC - ATL}{PAC + ATL} = \frac{\frac{PAC - ATL}{ATL}}{\frac{PAC + ATL}{ATL}} = \frac{\frac{PAC}{ATL} - 1}{\frac{PAC}{ATL} + 1}$$

que está en función de las razones simples $\frac{PAC}{ATL}$ adicionada de la unidad en el denominador y disminuida en una unidad en el numerador. Los motivos de emplear esta razón compuesta se encuentran en la explicación de las figuras 2 y 3, y en la razón estadística de obtener valores de las abscisas (en las figuras de puntos siguientes) que no posean una distribución fuertemente asimétrica, de manera que la composición tiende a normalizar dichos valores.

La figura 6 representa la variación de dicha razón durante el período de 1921 a 1984 y en la que se han indicado con las letras F y M los Niños Fuertes y Moderados, y con D y Y los Débiles y los Muy Débiles, según la clasificación ya citada de Quinn *et al.* (1978).

Con la razón presentada anteriormente como abscisa y la precipitación anual de Tacubaya para el mismo período, la figura 7 muestra lo que ocurrió con Niños Fuertes y, aunque por la gran dispersión de los puntos el coeficiente de correlación es ba-

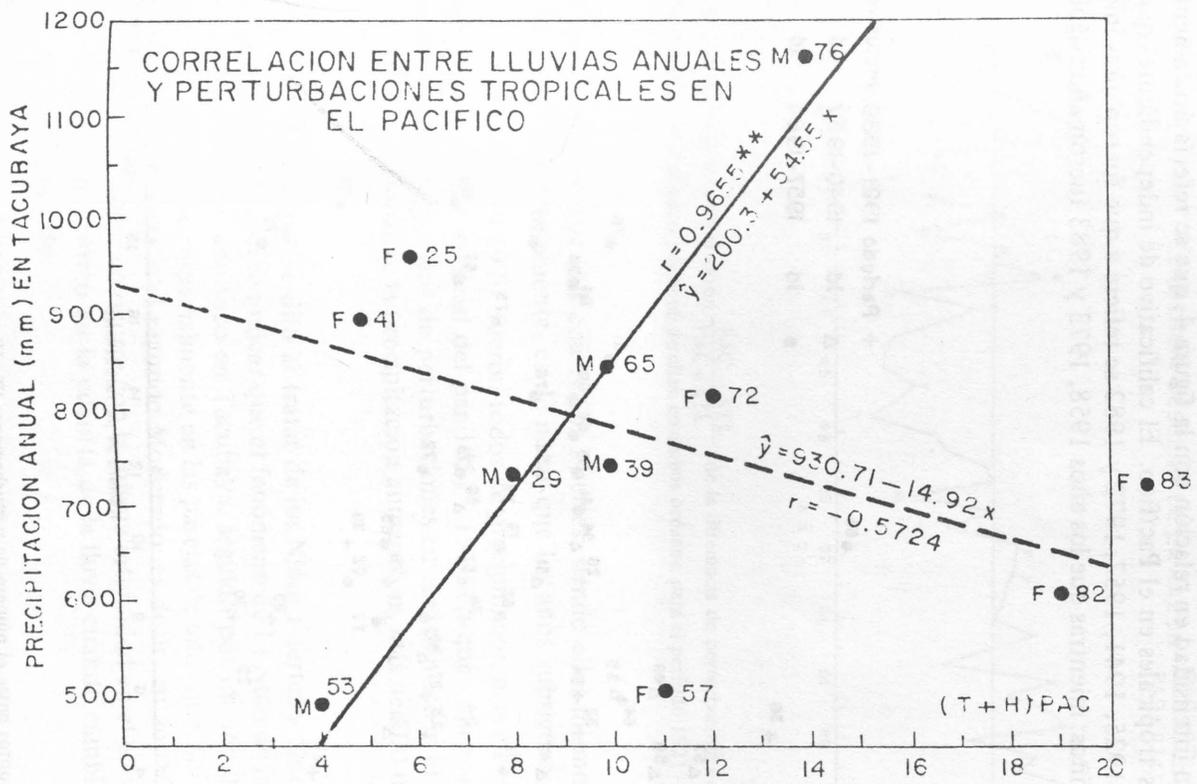


Fig. 4. Líneas de regresión del número de perturbaciones en el Pacífico sudoriental y la precipitación anual en Tacubaya, D. F. en años de Niño Moderado (M) y en años de Niño Fuerte (F), para el período 1921-1983.

jo y no significativo, la pendiente negativa viene a corroborar lo dicho respecto a los Niños de la propia intensidad en relación con la figura 4, que se refería únicamente a las perturbaciones tropicales en el Pacífico. El calificativo de independientes que se les da a los años 1925, 1941, 1957, 1972 y 1982 se refiere a que fueron años iniciales de pares de Niños; mientras que los años 1958, 1973 y 1983 fueron años siguientes

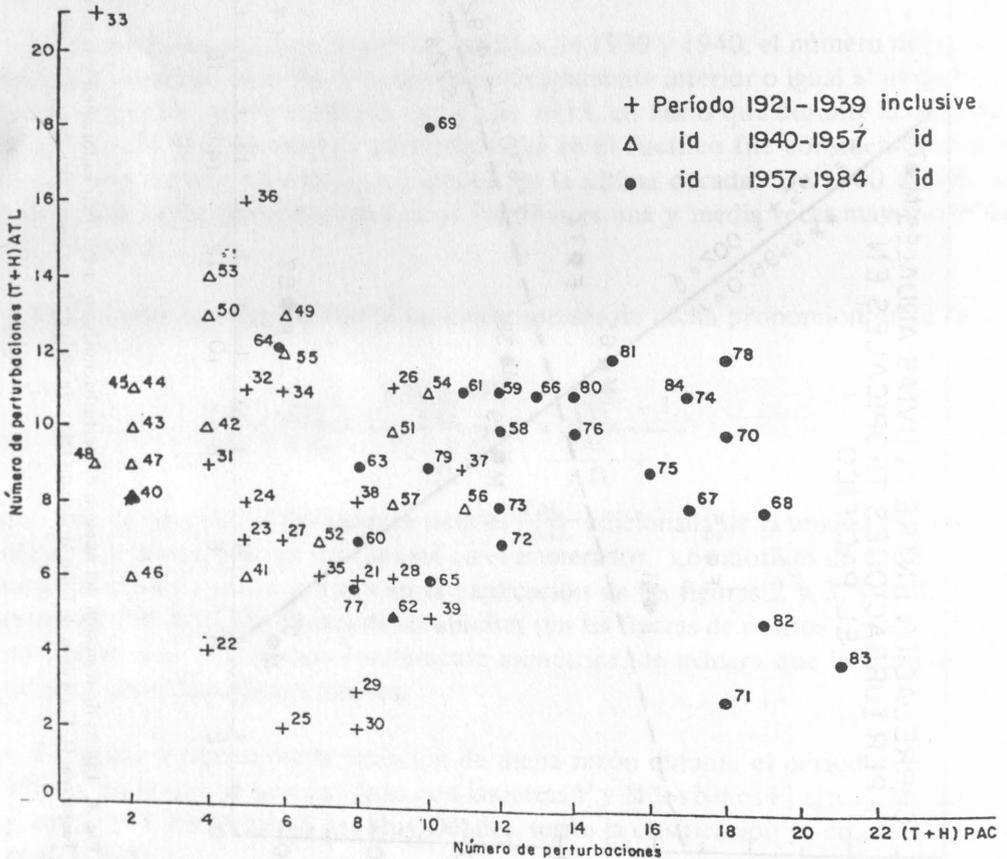


Fig. 5. Diagrama de puntos entre el número de perturbaciones (T+H) en el Atlántico occidental y el de perturbaciones del mismo carácter en el Pacífico sudoriental.

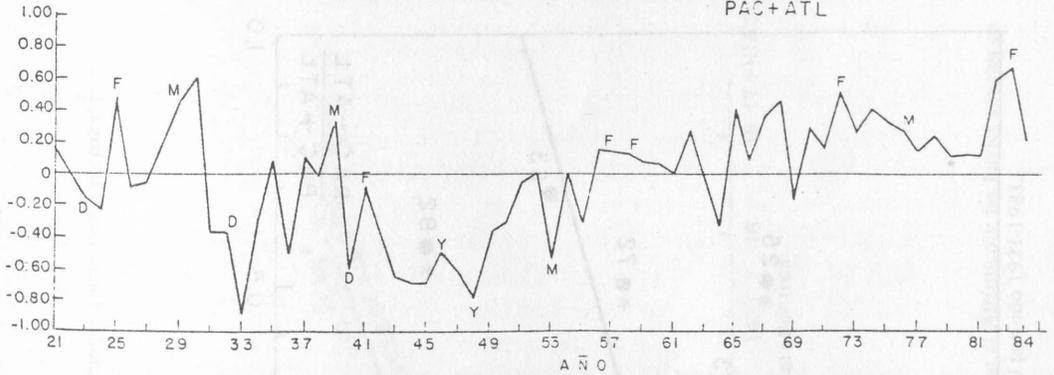
TENDENCIA SECULAR DE LA RAZÓN $\frac{PAC-ATL}{PAC+ATL}$ 

Fig. 6. Variación secular de la razón $\frac{PAC - ATL}{PAC + ATL}$ de la diferencia de perturbaciones en el Pacífico menos las registradas en el Atlántico y el total de ellas, para el período 1921 - 1984.

tes inmediatos a los iniciales con Niños Fuertes, siendo ellos mismos también de intensidad fuerte y, nuevamente, es de notar que los años subsiguientes de cada par, con excepción del año 1926, fueron todos de precipitación más elevada que los años iniciales, con mención especial del par 1957 - 1958 en que con una razón prácticamente igual entre el número de perturbaciones en el Atlántico y el número de perturbaciones en el Pacífico, la precipitación aumentó en más de 500 mm de un año al siguiente.

Esto, aunado a lo que se dijo al tratar de los Niños Fuertes y Moderados, en relación con la figura 4, parece indicar que el fenómeno de El Niño de intensidad fuerte se manifiesta como un año seco en Tacubaya, seguido por un año lluvioso o menos seco en el mismo lugar, especialmente en las parejas de años que, sin ser ambos fuertes, el primero es Fuerte y el segundo Moderado; es decir, en aquellos casos en que la incidencia de El Niño no ocurre con la misma intensidad en el año subsiguiente es máximo el efecto de cambio en la cuantía de la lluvia cuando cambian las condiciones de Fuerte a Moderado.

La figura 8 muestra la línea de regresión para los Niños Débiles y Muy Débiles, tomando como abscisas el número de perturbaciones tropicales (T + H) en el Atlán-

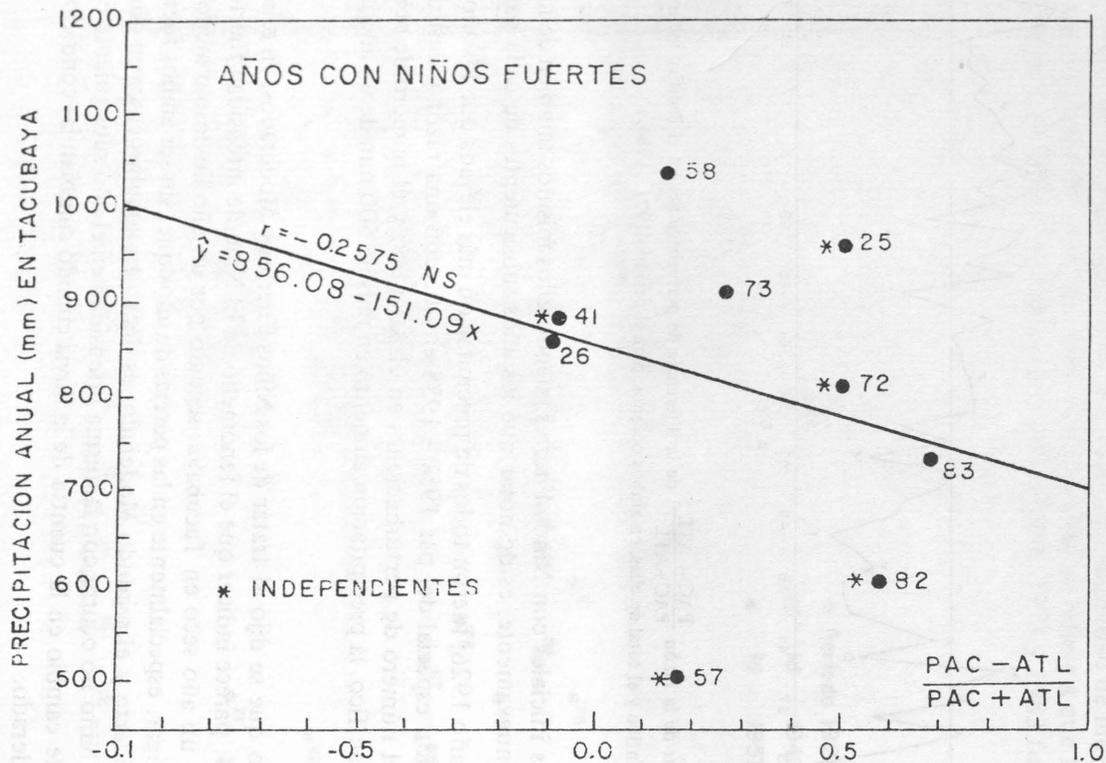


Fig. 7. Diagrama de puntos entre la razón $\frac{PAC - ATL}{PAC + ATL}$ contra las precipitaciones anuales en Tacubaya, D. F. en años con Niños Fuertes para el período 1921-1983.

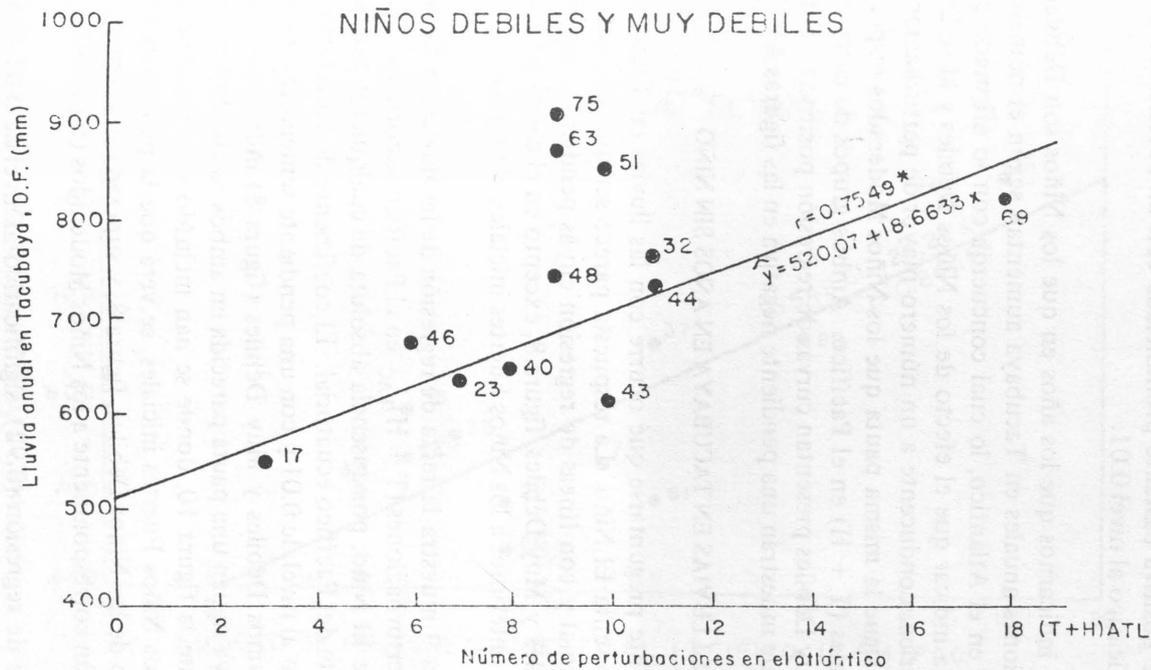


Fig. 8. Línea de regresión entre el número de perturbaciones tropicales en el Atlántico y las lluvias anuales en Tacubaya, D. F., para los años con Niños Débiles (D) y Muy Débiles (Y) del período 1921-1983.

tico, contra las lluvias anuales en Tacubaya para el período 1921 - 1983 en la que se muestra una pendiente positiva bastante pronunciada con un coeficiente de correlación de $r = 0.75$, significativo al nivel 0.01.

Esta gráfica parece indicarnos que los años en que los Niños son Débiles y Muy Débiles, las precipitaciones anuales en Tacubaya aumentan según el número de perturbaciones tropicales en el Atlántico, lo cual concuerda con lo afirmado por Gray (1983). Esto parecería indicar que el efecto de los Niños Débiles y Muy Débiles en la circulación atmosférica, conducente a un número mayor de perturbaciones tropicales en el Atlántico, sigue la misma pauta que los Niños Moderados respecto de las perturbaciones tropicales (T + H) en el Pacífico. Ambos grupos de categorías: Moderados, Débiles y Muy Débiles presentan curvas de regresión positivas, en oposición a los Niños Fuertes, que muestran una pendiente negativa en las figuras 4 y 7.

LAS LLUVIAS EN TACUBAYA EN AÑOS SIN NIÑO

Resulta muy interesante preguntarse qué ocurre con las lluvias en Tacubaya en los años en que no se presenta El Niño. La respuesta parece ser que son años con lluvias cercanas a lo normal y con líneas de regresión cuyas pendientes son similares a las de los Niños Débiles y Muy Débiles, figura 8, excepto en el caso particular de los años inmediatamente anteriores a los Niños Fuertes iniciales, de un par.

En efecto, la figura 9 muestra la recta de regresión de las lluvias en Tacubaya respecto al número de perturbaciones $(T + H)_{PAC}$ en el Pacífico sudoriental, durante los años sin influencia de El Niño, por ausencia absoluta de cualquier manifestación de este carácter en el este del Pacífico ecuatorial. El coeficiente de correlación positivo de 0.84, significativo al nivel de 0.01 y con una pendiente semejante a las obtenidas anteriormente con Niños Débiles y Muy Débiles (figura 8) indica que, en general, las lluvias en Tacubaya siguen una pauta parecida en ambos casos. Sin embargo, si se observa detenidamente la figura 10, donde se han incluido sólo los años inmediatamente anteriores a los Niños Fuertes iniciales, se verá que la pendiente es bastante mayor que en el caso de los Niños Débiles, figura 8, y superada sólo por la pendiente de la línea de regresión correspondiente a los Niños Moderados (figura 4).

El alto coeficiente de regresión (0.92), significativo al nivel de 0.01 de la recta en la figura 10, así como su fuerte pendiente ya mencionada, indican que hay una variación en las pendientes de las líneas que ligan las perturbaciones con las lluvias, depen-

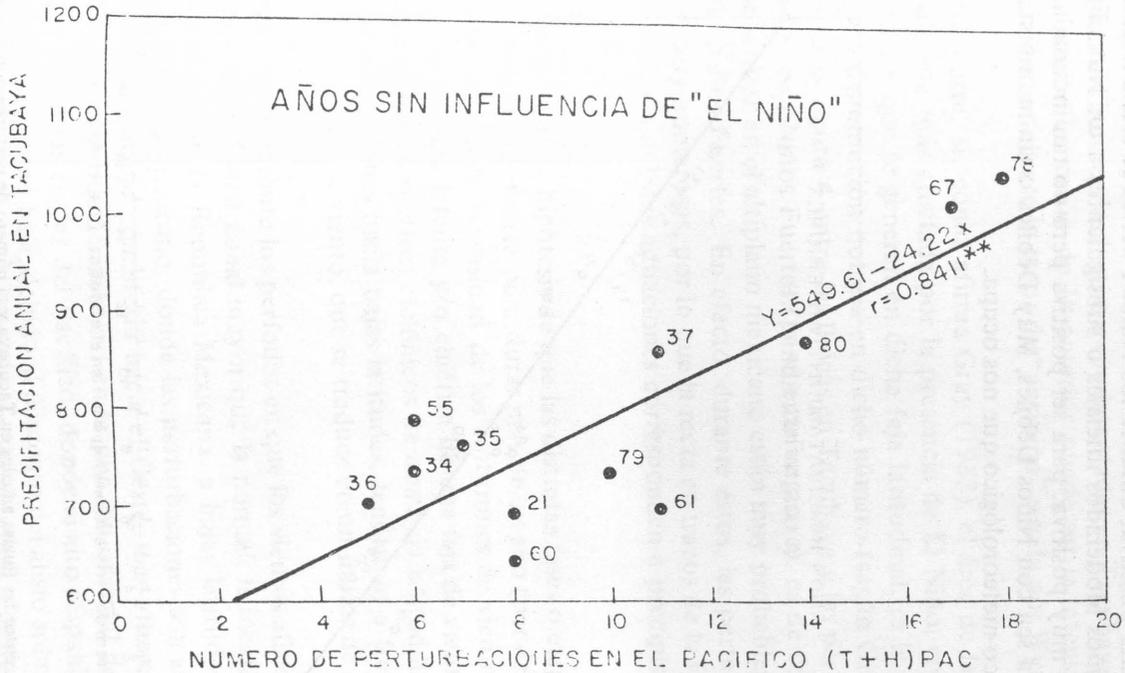


Fig. 9. Línea de regresión entre las precipitaciones anuales en Tacubaya y el número de perturbaciones en el Pacífico (T+H)_{PAC} en años sin influencia de El Niño.

diendo la inclinación de las rectas de la etapa de Niño que esté ocurriendo. Para las lluvias un año antes del comienzo de un Niño Fuerte inicial, la pendiente de la línea de regresión es altamente positiva; durante los Niños Fuertes se torna negativa, y en cambio durante los Niños Moderados iniciales o subsiguientes a un Niño Fuerte, la pendiente vuelve a ser muy positiva, para ser positiva pero no tan inclinada durante el resto de los años, ya sea con Niños Débiles, Muy Débiles o sin manifestación del fenómeno oceanográfico-meteorológico que nos ocupa.

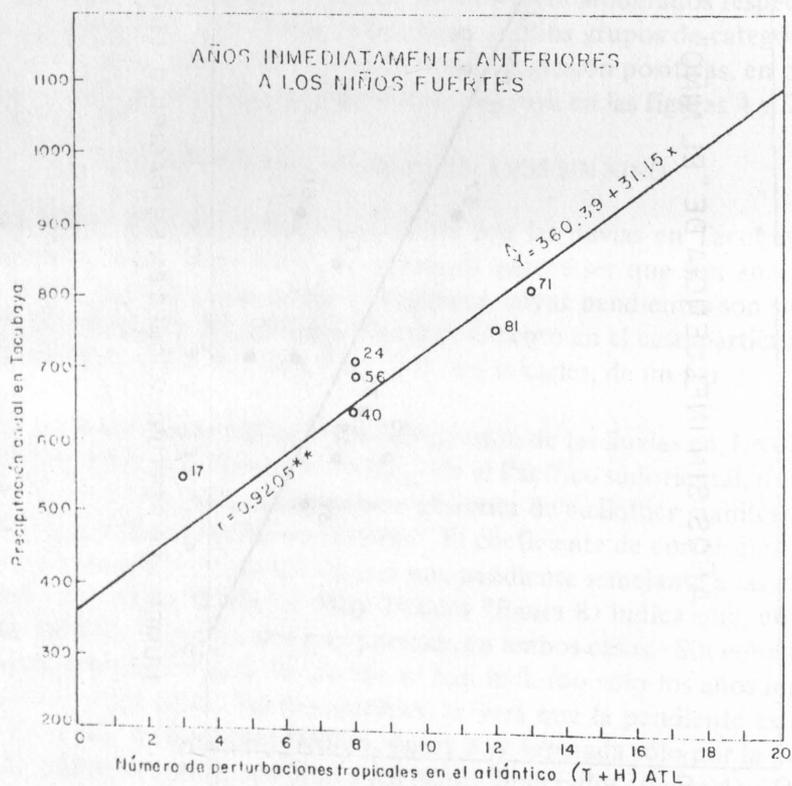


Fig. 10. Líneas de regresión entre las lluvias anuales en Tacubaya y el número de perturbaciones en el Atlántico $(T+H)_{ATL}$ durante los años inmediatamente previos a los Niños Fuertes.

De hecho, la correlación mostrada entre las perturbaciones en el Atlántico y las lluvias en Tacubaya durante los años previos a los Niños Fuertes, etapa llamada por algunos autores el "antiniño", es tan buena que invita a "pronosticar" la incidencia de El Niño con base en las lluvias experimentadas en Tacubaya "un año antes" de su establecimiento. La razón de lo anterior puede ser la intensificación del alisio del hemisferio norte durante la etapa de "antiniño" citada por Wyrtsky *et al.* (1975).

Por otra parte, si, como afirma Gray (1983), el área de la zona intertropical de nuestro planeta más afectada por la presencia de El Niño, en cuanto al número de perturbaciones que se generan en dicha faja latitudinal, es la del Atlántico occidental, con una disminución notoria en dicho número (según Gray) y dada la relación mostrada en la figura 4 entre las lluvias en Tacubaya y las perturbaciones en el Pacífico en años con Niños Fuertes (pendiente negativa), es de concluirse que las situaciones de sequía en el altiplano mexicano están muy probablemente ligadas a la ocurrencia de Niños Fuertes. En efecto, durante éstos, las perturbaciones del Pacífico suelen ser muy numerosas, por lo que la recta en trazos de la figura 4 (con pendiente negativa) indica que estas situaciones corresponden a precipitaciones deficitarias en Tacubaya, D. F.

Se adelanta aquí la hipótesis de que las distintas fases o etapas de evolución de un Niño suficientemente fuerte para durar más de un año (par de años con Niño), traen consigo cambios en la intensidad de los cinturones de vientos, como resultado del transporte de energía latente y/o cinética de una faja de vientos a otra, implícito en el desplazamiento de vórtices ciclónicos de una baja latitud hacia una más alta y, viceversa, de anticiclones hacia bajas latitudes, tendiendo a frenar dicho intercambio a ambos cinturones de viento, que se traduce en un índice de circulación zonal bajo.

Por otra parte, durante los períodos en que los vientos alisios del hemisferio norte adquieren una velocidad zonal mayor que la normal, la incidencia de ciclones en las costas orientales de la República Mexicana, a bajas latitudes, es mayor que en las costas del Pacífico mexicano, donde las perturbaciones son alejadas por la corriente alisia básica del propio hemisferio hacia el Oeste, mar afuera del continente por el lado del Pacífico, produciéndose así en la porción oriental del país una pluviosidad mayor que sobre las costas del Pacífico, donde el alto respaldo orográfico continental torna la pluviosidad baja, debido al descenso del alisio sobre las angostas planicies costeras del norte y, con mayor razón, sobre el litoral o costa brava del sur del Pacífico mexicano.

Por el contrario, en los años en que el alisio se debilita sobre el mar Caribe y el Golfo de México, muy a menudo esto se debe a la interrupción de la cresta subtropical por vaguadas superiores a 700 mb, orientadas en dirección N-S, que inducen a los ciclones tropicales a ganar latitud sobre la península de la Florida, dejando las costas occidentales del Golfo de México desprovistas de estas perturbaciones tropicales. Antes bien el altiplano mexicano se ve invadido en tales ocasiones por una lengua de aire seco, de origen continental, que subside sobre dicha porción del país, inhibiendo las lluvias orográfico-convectivas que de otro modo se presentan en ausencia de tales invasiones durante el verano del hemisferio norte, que es la época en que se presentan los ciclones tropicales en ambos océanos que flanquean a México.

Es decir, la interrupción del alisio no solamente representa una cortadura en la cresta subtropical de alta presión a través de la cual las perturbaciones tropicales avanzan hacia el norte hacia latitudes mayores, sino que además de suspender el flujo normal del aire húmedo a latitudes relativamente bajas (15° a 25° N), hacia el oeste del Golfo de México, sobre el continente, presenta una oportunidad a las lenguas de aire seco, provenientes del norte, de invadir el territorio nacional inhibiendo las lluvias en plena temporada de ciclones, que es la temporada lluviosa en la mayoría de los años.

Así pues, una circulación persistentemente ciclónica sobre la península de Florida y sobre Cuba propicia el establecimiento de lenguas de aire seco de origen continental sobre la mayor parte de la mitad este de la República Mexicana, siendo ello supuestamente una de las causas que generan la sequía intraestival en dicha porción de la República. Asimismo, la incidencia de ciclones en la porción norte de la costa del Pacífico de México se hace más frecuente con la presencia de las vaguadas polares a 700 mb ubicadas sobre el NO de la República Mexicana, así como de celdas de alta presión sobre el Golfo de México, resultantes ambas situaciones sinópticas de la interrupción de la cresta subtropical citada en dos longitudes separadas por más de 60° ecuatoriales.

El esquema anterior varía considerablemente con la posición y amplitud de las vaguadas polares, según el régimen de circulación zonal de los vientos del Oeste dentro de los cuales viajan dichas vaguadas, así como con la velocidad de éstas.

Después de argumentado lo anterior en relación con los efectos que produce un intercambio de ciclones y anticiclones entre cinturones de vientos de dirección

opuesta, es fácil concebir que, en los años en que se establece El Niño (Niños iniciales de un par, con idéntica o diferente intensidad, con tal de que el primero sea Fuerte), caracterizado por una disminución de las perturbaciones tropicales en el Atlántico, según Gray (1983), es de esperarse que una atenuación de El Niño, en el año siguiente, esté caracterizada por un aumento en el número de ciclones tropicales en el Atlántico, y consiguientemente por un frenaje del tren de ondas a latitudes mayores, parecido a una situación de Índice Bajo de circulación zonal, con la producción de vaguadas de gran amplitud casi estacionarias o retrógradas a 700 mb, capaces de generar las alternativas de lluvia excesiva o de sequías persistentes sobre el territorio nacional, que se observan en dichos años.

A pesar de que la fase caliente (El Niño) y la fase complementaria fría (El Antiño) de la oscilación suriana se han logrado explicar en términos de interacciones inestables entre el Océano Pacífico tropical y la atmósfera (Philander, 1985; Cheng, 1985) aún falta mucho por explicar sobre la influencia de estas fases en la República Mexicana y en particular sobre el control que ejercen éstas sobre la precipitación en el altiplano.

CONCLUSIONES

Una conclusión de tipo general es que las lluvias en Tacubaya de mayo a octubre están relacionadas fuertemente con el número de perturbaciones que anualmente se presentan en la porción este del Océano Pacífico, de acuerdo con un alto coeficiente de correlación positivo. Esto era de esperarse, por cuanto se sabe que el número de ciclones (tormentas tropicales + huracanes) en dicho océano está asociado con una alta pluviosidad en el altiplano central.

Por otra parte, las correlaciones presentadas anteriormente muestran que las lluvias anuales en Tacubaya, D. F. y en particular las correspondientes a la temporada lluviosa de mayo a octubre están fuertemente moduladas por la presencia e intensidad de El Niño.

En efecto, se ha mostrado que las lluvias en Tacubaya se incrementan mucho en presencia de Niños Moderados con un número alto de perturbaciones tropicales en el Pacífico, mientras que con Niños Fuertes se observa la tendencia opuesta, es decir, escasean las lluvias en Tacubaya a medida que aumenta el número de perturbaciones ciclónicas en el Pacífico sudoriental.

Los cambios de carácter de los Niños, de un año inicial de un par a uno siguiente del propio par, de igual o menor intensidad, parece que son determinantes de que las lluvias en Tacubaya aumenten fuertemente del primero al segundo años. Así, cuando los Niños pasan de Fuertes iniciales a Fuertes siguientes y en particular cuando el cambio es de Niños Fuertes a Moderados, de un año a otro inmediato, las lluvias en Tacubaya aumentan notablemente, con un incremento en el número de perturbaciones ciclónicas en el Pacífico sudoriental.

AGRADECIMIENTOS

Al señor José Lauro Ramírez Betanzos, por la elaboración de las figuras. A la señora María Luisa González Lora, por el trabajo de mecanografía.

BIBLIOGRAFIA

- ARROYO, J. A., S. SERRA C. y A. B. ESTRADA (sin fecha) Trayectoria de ciclones tropicales. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, copias disponibles.
- BARCENA, M., 1896. Datos para el estudio de las lluvias en el Valle de México. Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, D. F.
- CHENG, N. L., 1985. Modeling the seasonal dependence of the atmospheric response to observed El Niño in 1962-76. *Month. Wea. Rev.*, 113, 11, 1970-1996.
- GRAY, W. M., 1983. Atlantic seasonal hurricane frequency - El Niño and 30 mb QBO influences. Part 1: Forecasting its variability. Atmospheric Science Paper 370. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- GUNTHER, E., 1984. Cyclones in the Eastern Pacific. *Weatherwise*, 37, 1, 37-39, Boston, Mass.
- JAUREGUI, E. and D. KLAUS, 1976. Some aspects of climatic fluctuations in Mexico in relation to drought. *Geofís. Int.*, 16, 1, 45-61.
- MOSIÑO, P. A. e J. C. S. IRACHETA, 1981. Campos de correlación de las lluvias anuales de diversas regiones de la República Mexicana, tomando sucesivamente como base distintos observatorios. M. S. - no publicado.
- NEUMANN, Ch., G. W. CRY, E. L. CASO and B. R. JARVINEN, 1981. Tropical cyclones on the North Atlantic Ocean 1971-1980. National Climatic Center, Asheville, N. C., National Hurricane Center and National Hurricane Research Lab. Coral Gables, Fla.

- NOBLE, G. y M. LEBRIJA, 1957. La sequía en México y su previsión. *Bol. Soc. Mex. Geogr. y Estad.*, Tomo 83, 1, 1-3.
- PHILANDER, S. G. H., 1985. El Niño and La Niña. *J. Phys. Oceanogr.*, 42, 23, 2652-2662.
- QUINN, W. N., D. O. ZOPF, K. S. SHORT, and R. T. W. KUO YANG, 1978. Historical trends and statistics of the Southern Oscillation, El Niño and Indonesian Droughts. *Fishery*, 76, 3, 663-678.
- ROSENTHAL, H. E., 1963. Mexican West coast tropical cyclones, 1974-1961. *Weatherwise*, 16, 5, 226-229.
- WYRTKY, K., 1975. El Niño - The dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. *J. Phys. Oceanogr.*, 5, 572-584.

