

ALGUNOS ASPECTOS DE LAS FLUCTUACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN MÉXICO EN LOS ÚLTIMOS CIENT AÑOS

Por *Ernesto Jáuregui Ostos*.*

RESUMEN

Las observaciones instrumentales de precipitación en México, desde el último cuarto del siglo XIX hasta la presente década, muestran que en este periodo han ocurrido significativas fluctuaciones de lluvia en el centro y norte del país. Los periodos más secos se presentaron en la última década del siglo XIX y en la década de los años cuarenta y principios de los cincuenta del siglo XX.

Los periodos lluviosos en el centro de México se observaron en los años treinta y en los sesenta. En la primera mitad de la presente década se observa en algunos lugares una tendencia decreciente de la lluvia. Las fluctuaciones mencionadas están ligadas con cambios correspondientes de la intensidad de la corriente de vientos del oeste en el hemisferio norte.

SUMMARY

Instrumental precipitation records since the last quarter of the XIX century show that significant rainfall fluctuations have occurred in Central and Northern Mexico. The driest period occurred in the last decade of the last century. Other dry periods were the late 1940's and first part of the fifties. Wet periods in Central Mexico were observed in the thirties and sixties. A decreasing trend has been observed during the first part of the seventies. An attempt is made to explain these changes in terms of fluctuations in the strength of the Westerlies.

1. INTRODUCCIÓN

Las fluctuaciones climáticas que se han venido observando recientemente en diversas regiones de la Tierra, entre ellas nuestro país, han comenzado a ser objeto de preocupación debido principalmente a su impacto directo en la producción de alimentos en un mundo cada vez más consciente de lo precario de la capacidad alimentaria en relación con una

población que crece aceleradamente. En el presente trabajo, después de explorar en las fuentes más antiguas al alcance del autor los datos climatológicos en México, trataremos de contestar en forma general a la pregunta: ¿Ha variado el clima en México en los últimos cien años? ¿Qué tan importantes han sido los cambios ocurridos? Vamos a utilizar el término fluctuación para referirnos a cambios de la precipitación ocurridos en unos 5 hasta 100 años aproximadamente. Al mismo tiempo intentaremos relacionar las variaciones de los men-

* Investigador del Instituto de Geografía de la UNAM.

cionados factores climáticos con las fluctuaciones de la intensidad de la circulación de las corrientes atmosféricas a escala planetaria, que últimamente parecen haber causado desplazamientos meridionales (es decir, en latitud) de las zonas climáticas.

Aunque el tema de las fluctuaciones climáticas no es completamente nuevo, todavía en la década de los años sesenta se convino entre los países que integran la Organización Meteorológica Mundial utilizar el periodo 1931-60 como el adecuado para representar los valores 'normales' de temperatura, precipitación, etc., reflejando la antigua idea del clima como estático que sólo presenta variaciones pequeñas, al azar, de un año al siguiente. Curiosamente, ahora se sabe que dicho periodo (1931-60) se

encuentra dentro del medio siglo (1980-1940), considerado por varios investigadores (ver, p. ej. Lamb, 1969) como el más caluroso en cuando menos mil años.

2. EVIDENCIAS HISTÓRICAS DE CAMBIOS CLIMÁTICOS EN MÉXICO CENTRAL (SIGLOS XVI A XIX)

En el México prehispánico, Tláloc, dios de las lluvias, es muestra de la importancia que tenía para los antiguos pobladores de México la precipitación, la cual en años buenos daba por resultado abundantes cosechas, y en otros, cuando el dios mostraba su descontento, las cosechas no se lograban por escasez de las lluvias (o por heladas extemporáneas).

Tabla 1

Anomalías climáticas principales (deficiencia de lluvias o heladas anticipadas) ocurridas en México en el periodo 1710-1810. (Extractada de Florescano, 1969)

<i>Años</i>	<i>Anomalías climáticas</i>	<i>Cosechas</i>
1709-10	Sequía	1709-10: malas cosechas. Escasez
1711	Sequía y nevada en el valle de México	
1713	Heladas anticipadas	
1720	Sequía en junio	1721: cosechas escasísimas
1735	Lluvias atrasadas y sequía en julio	
1749	Heladas en octubre en el N y W de Nueva España. Nov. heladas y falta de lluvias	1749: pérdidas de cosechas en el N y W de Nueva España
1755	Sequía en junio	
1768	Sequía y falta de lluvia en todo el reino	1769: malas cosechas
1773	Sequía y helada en mayo	
1778	Sequía en junio	
1779	Sequía en junio	
1780	Sequía y helada	
1785	Retraso de las lluvias. Sequía en mayo. Heladas tempranas en mayo y más severas el 27 de agosto; repiten las heladas en noviembre	1785; pérdida general de las cosechas de maíz en todo el reino
1797	Lluvias excesivas en octubre y noviembre impiden levantar la cosecha	
1808	Sequía prolongada en todo el reino	1808: malas cosechas
1809	Sequía general; heladas anticipadas	1809: pérdida de la mayor parte de la cosecha de maíz

En la década de los años setenta del siglo xvi aparece, quizá por primera vez, una admirable descripción del clima de México en el libro "Antigüedades de la Nueva España", de Francisco Hernández, primer explorador científico de la medicina y la naturaleza en México (ver Somolinos, 1971).

Establecida la administración colonial, la secuencia de años buenos y años malos de cosechas se registró en las actas de cabildo originales; sobre éstas y otras fuentes se basa el excelente estudio de E. Florescano (1969) que relaciona las fluctuaciones pluviométricas y las crisis agrícolas en la Nueva España.

Este autor menciona que los desastres agrícolas más sobresalientes, espaciados aproximadamente cada 30 años en el valle de México, ocurridos en los siglos xvi y xvii, fueron los correspondientes a los años 1597-98, 1624-25, 1661 y 1692 que, curiosamente, fueron también (como señala Florescano) años de crisis agrícola en el centro de Francia (Beauvais).

Del trabajo de este autor (cuadro 10) resumimos en la tabla 1 las sequías más sobresalientes ocurridas en el siglo xviii y principios del xix.

Es curioso observar en la tabla que, en general, la falta de lluvias (sobre todo en los primeros meses de la siembra: abril, mayo, junio) se presentó en el siglo xviii asociada a invasiones de aire polar que evidencian la prevalencia de un régimen de circulación meridional y que produjeron heladas prematuras en agosto o septiembre en la altiplanicie mexicana. Las sequías de comienzo y fines del siglo xviii y las de principios del siglo xix coinciden con periodos en que la circulación del hemisferio norte (evidenciada por una menor frecuencia de vientos del SW, en Inglaterra) se debilitó considerablemente (ver Lamb, 1967) (como está ocurriendo en la presente década) dando lugar a penetraciones profundas de aire frío en los trópicos, como se verá con más detalle más adelante.

3. LOS DATOS INSTRUMENTALES.

Mediciones de la lluvia en la ciudad de México.

Para examinar algunas tendencias de la precipitación y la temperatura en el centro y norte

de México hemos utilizado los datos de algunas estaciones climatológicas cuyo registro abarca diversos periodos de los últimos cien años (y en algunos casos hasta 150 años) (Fig. 1).

Entre las primeras observaciones meteorológicas realizadas en forma sistemática en México se pueden mencionar las de Antonio Alzate (1780) quien midió la temperatura del aire (durante 9 meses del año 1769) en el exterior de su domicilio (a las 7, 12, 15 y 19 horas) en las calles de Correo Mayor.

Otro mexicano que se interesa por la climatología en aquel tiempo, fue Antonio León y Gama (1787) quien publica sus observaciones meteorológicas de la ciudad de México correspondientes al año de 1786.

En su informe (de 2 páginas) León y Gama describe a grandes rasgos el clima que prevaleció en el año 1786 (se supone que en la ciudad y sus alrededores) refiriéndose a las heladas de enero y febrero en que "el azogue bajó hasta 3, 2° Réaumur (-4.4°C). Al hablar de las lluvias dice que éstas fueron "menos copiosas que el año anterior (1785), pero a tiempo y bastantes para producir abundancia de semillas, sin embargo de haber helado desde el 21 al 25 de octubre". León y Gama menciona también en este artículo las observaciones barométricas que realizó por muchos años y su relación con la dirección de los vientos. A partir de estas mediciones deduce (por el método de Lalande) que la altura de la ciudad de México sobre el nivel del mar es de 1201 toesas (o 2790 varas). También por esos años de finales del siglo xviii, el abogado de la Real Audiencia de la Nueva España, Ignacio Vargas (1971), individuo del Real Colegio, publicó un trabajo sobre el pronóstico de los temporales del año 1771, en el que "se da noticia del peso del aire, la cantidad de luz que entra en la atmósfera y el calor de ésta en cada estación".

En los años de 1826 y 1827 aparecieron por primera vez con regularidad, en el periódico "El Sol", las observaciones de temperatura del aire en la ciudad de México en tres horas del día (7, 14 y 23 horas) así como la precipitación diaria (medida en pulgadas y líneas) ocurrida y la humedad relativa.

Al examinar estos datos, que según nuestro conocimiento son los únicos registrados en México en la primera mitad del siglo pasado, se puede deducir lo siguiente:

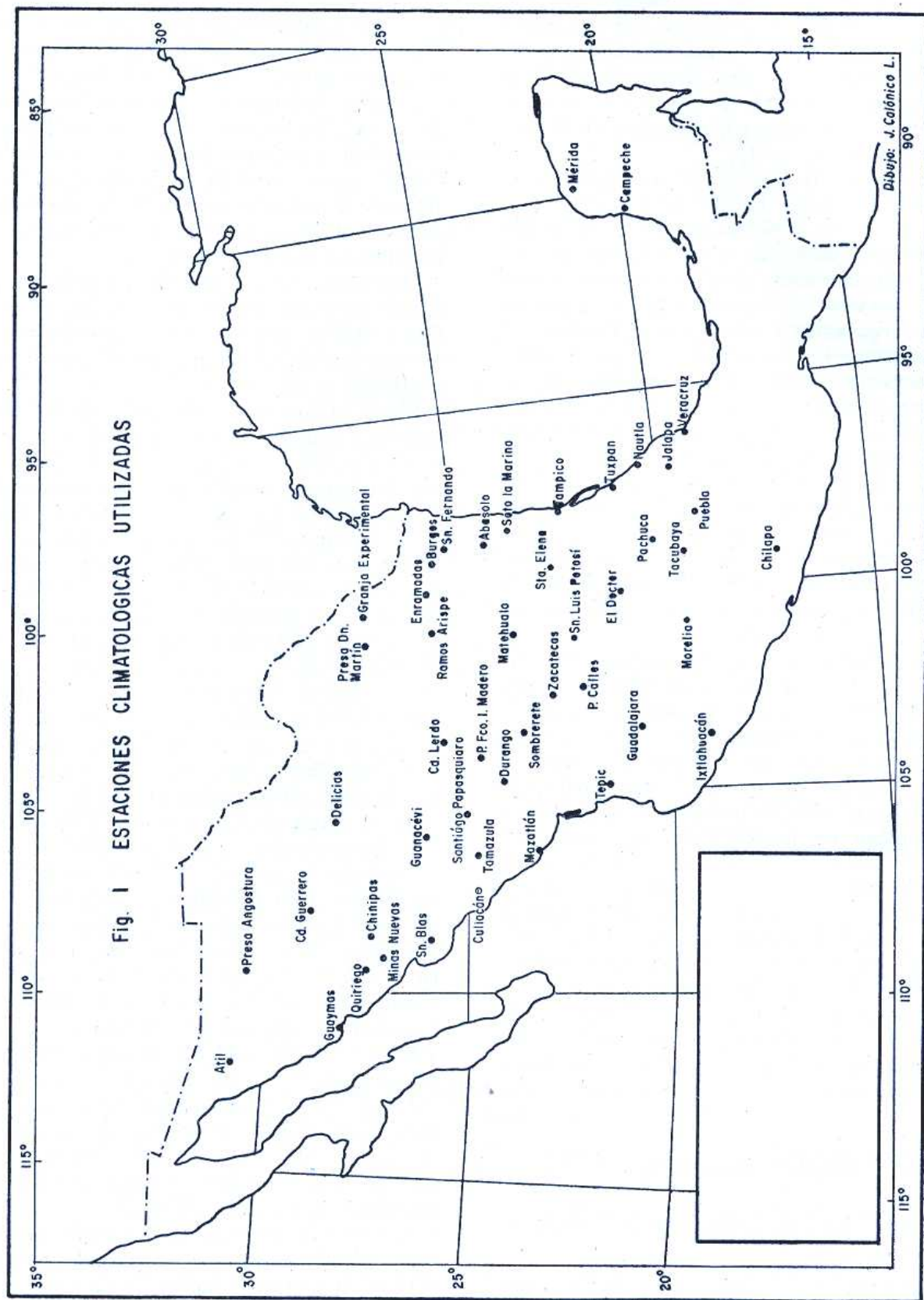


Tabla 2. TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS PROMEDIO EN DOS PERIODOS DEL SIGLO XIX EN LA CIUDAD DE MÉXICO

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
El Sol	T mín	7.2	9.1	12.0	15.4	16.0	16.7	16.3	16.0	15.6	12.2	10.5	7.9
Prom. 1826-27	T máx	17.5	19.7	20.8	22.8	22.9	22.4	21.9	21.7	21.8	19.8	19.0	17.7
Palacio Nacional	T mín	-1.2	1.0	0.0	4.3	5.8	7.4	7.5	8.2	8.2	2.3	-1.0	-1.7
1877-92 Barceña, 1893	T máx	25.0	26.8	28.8	31.6	30.0	29.5	28.0	28.9	28.5	25.6	25.1	23.0

a) Las temperaturas mínimas son de 6° o más altas y las máximas unos 6° más bajas que las observadas, por ejemplo, 50 años después, en el último tercio del siglo (periodo 1877-92) en el área urbana central (Palacio Nacional). Estos resultados significan que los termómetros no se encontraban libremente expuestos en una caseta meteorológica convencional de paredes de persiana (que por aquellos años con seguridad todavía no se utilizaba), sino en el interior de un local abrigado (tabla 2). Consecuentemente, estos primeros datos de temperatura no son utilizables, para fines de comparación, con temperaturas que se observaron posteriormente en abrigos meteorológicos estandarizados.

De 1833 a 1834 Francisco de Gerolt hizo observaciones en la Escuela de Minas; años después, de 1841 a 1845 el señor José Gómez de la Cortina realizó mediciones meteorológicas en la ciudad (incluidas en la tabla 3A), al mismo tiempo que los miembros de la Sección de Geografía de la Plana Mayor del Ejército lo hacían en los años de 1842 a 1843. También en la Escuela de Minas se hicieron observaciones en los años 1850, 1856, 1857 y 1858. En 1856 (de enero a noviembre) el profesor L. C. Evendberg hace mediciones de la lluvia caída en la ciudad de México. Posteriormente, en 1865 y 1866 el señor Ignacio Cornejo mide la lluvia colectada en la capital en esos años. Vienen después las observaciones de Juan de Mier y Terán, preparador de física, en la Escuela Preparatoria, en los años de 1868 a 1875 (ver los datos en la misma tabla 3A).

En 1876 no se realizaron observaciones pluviométricas en la ciudad. Pero éstas comenzaron en forma sistemática a partir de marzo del siguiente año, cuando se estableció el Observatorio Meteorológico Magnético Central en el piso alto del Palacio Nacional, lo que habría de fomentar la creación de la primera red meteorológica nacional.

La única estación que cuenta con un registro de cerca de un siglo (92 años) es el Observatorio de Tacubaya (que funcionó como estación termopluviométrica en el periodo 1884-1900) (tablas 3B y 3C) hasta que el Observatorio Meteorológico que funcionaba en Palacio Nacional se trasladó a ese sitio (El Observatorio Meteorológico Central del Palacio Nacional siguió trabajando como estación climatológica de segundo orden, hasta el año de 1920). (Ver datos de precipitación en tabla 3D). Otra estación climatológica cercana a Tacubaya (distante unos 20 Km) fue la ubicada en la hacienda San Nicolás de Buenavista, cercana a Xochimilco, cuyo registro comprende los años de 1855 a 1875 (ver tabla 3A).

Las mediciones de lluvia en la provincia, en el siglo XIX. Creación de la primera red meteorológica nacional.

Otros lugares donde comenzaron a medirse variables meteorológicas fueron: Puebla, Querétaro, León, Aguascalientes, San Luis Potosí, Mazatlán, Zacatecas, Córdoba etc. (Ver tabla 4 en anexo). Infortunadamente, gran parte de estas estaciones dejaron de funcionar entre finales del XIX y las primeras décadas de este

Tabla 3A. DATOS PLUVIOMÉTRICOS ANUALES DE ESTACIONES UBICADAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO O SUS CERCANIAS, EN EL SIGLO XIX

(Anónimo, 1888 y periódico "El Sol")

AÑO	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	UBICACIÓN	AÑO	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	UBICACIÓN
1826	752.2	Centro de la	1855	768.6	Hda. San Nicolás
1827	592.0	Cd. Fuente: periódico "El Sol"	1856	585.4	Buena Vista,
			1857	497.6	Xochimilco
1841	451.7	Centro de la	1858	504.8	
1842	541.3	Cd. Fuente:	1859	637.6	
1843	659.6	José Gómez de	1860	355.3	
1844	549.0	la Cortina			
1845	677.0		1861	347.8	
1856	456.4	Área urbana	1862	639.0	
(ene-nov)		México, Prof. L. C. Ervendberg	1863	552.8	
1865	1011.0	Observatorio	1864	734.4	
1866	568.1	Escuela de Minería. Observador: Ignacio Cornejo	1865	924.1	
1868	692.1	Escuela Preparatoria.	1866	532.1	
1869	718.3	Observador: Juan de	1867	744.9	
1870	695.0	Mier y Terán.	1868	504.4	
1871	746.4		1869	440.3	
1872	758.7		1870	518.7	
1873	596.2		1871	690.2	
1874	737.1		1872	544.1	
1875	669.1		1873	565.7	
			1874	674.9	
			1875	517.9	

Anónimo (1888) apuntes para el estudio de las lluvias en México.

Boletín Mensual Observatorio Meteorológico Magnético Central, Tomo I, No. 10, 151-158.

siglo, por lo que las series climatológicas resultan fragmentadas.

Fuera de la ciudad de México los registros más antiguos y con mayor número de años de observación en el siglo pasado corresponden a Tepic, Nay., donde el señor Manuel Escudero realizó anotaciones de la lluvia durante el sorprendente lapso de medio siglo: 1844 a 1894. Infortunadamente, los datos originales de 1860-64 y 1869-84 fueron destruidos (Ver Bol. Mensual No. 4 del Observatorio Meteorológico Magnético Central, de abril de 1895, p. 27); lo que quedó de esta serie pluviométrica aparece en la tabla 4. De no haberse perdido parte de los datos, ésta habría sido la serie más larga de precipitación observada en el siglo pasado en nuestro país. Los datos originales estaban anotados por Escudero, en pulgadas inglesas.

Dentro del segundo tercio del siglo pasado están las observaciones pluviométricas realizadas por Apolinario Nieto, en Córdoba, Ver. en el quinquenio 1859-63 (tabla 4). Es hasta finales de la década de los años setenta del siglo XIX, cuando comienza a funcionar mayor número de estaciones climatológicas; de esta época datan las observaciones de Querétaro, Qro., la Hacienda de Pabellón, Ags. y Colima, Col. (tabla 4, en el anexo al final del texto).

Finalmente, con la inauguración del Observatorio Meteorológico Magnético Central (a iniciativa del entonces ministro de Fomento, Vicente Riva Palacio) en 1877, se amplía la red de estaciones meteorológicas en nuestro país. Así, en 1877-78 comienzan a funcionar los observatorios de León Gto., Zacatecas, Zac., San Luis Potosí, S.L.P., Puebla, Pue., Teziu-

Tabla 3B. PRECIPITACIÓN ANUAL (mm) DE LA ESTACIÓN TACUBAYA, DESDE SU FUNDACIÓN EN 1884, HASTA 1974.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1880					492.6	679.0	582.9	846.5	632.2	713.2
1890	792.5	883.0	485.5	727.0	388.5	627.8	440.3	—	—	—
1900	670.2	583.4	555.4	617.1	860.1	513.2	654.3	738.0	591.6	504.6
1910	551.4	464.4	646.0	706.1	810.2	379.5*	580.8	552.0	701.6	750.4
1920	724.6	692.3	801.9	639.2	714.1	958.1	856.4	744.7	784.6	734.2
1930	813.0	818.9	762.3	678.6	736.5	763.7	703.9	856.2	760.1	739.3
1940	646.4	882.1	643.8	614.8	731.0	460.3	675.7	603.8	743.0	520.6
1950	663.4	842.1	817.5	491.0	657.5	788.8	696.0	504.6	1035.8	812.3
1960	641.8	698.4	780.7	980.1	849.7	845.4	720.8	1013.2	1097.8	819.5
1970	725.5	867.6	811.0	912.4	661.0	902.4				

* Faltan meses febrero y marzo.

Fuente: Boletín Mensual Observatorio Meteorológico Central, 1895, 1897 y 1941.

Tabla 3C. PRECIPITACIÓN QUINQUENAL MEDIA (mm) DE LA ESTACIÓN TACUBAYA, EN EL PERIODO 1884-1974.

Promedio 1884-1974: 685.3 mm

1884-86	585.0	1887-91	773.4
1892-96	533.8	1897-01	660.5
1902-06	640.0	1907-11	649.2
1912-16	663.8	1917-21	684.1
1922-26	793.9	1927-31	779.1
1932-36	729.0	1937-41	776.8
1942-46	625.1	1947-51	674.6
1952-56	690.2	1957-61	738.8
1962-66	835.3	1967-71	904.7
1972-74	794.8		

tlán, Pue. etc. (ver datos correspondientes en la tabla 4).

En 1888, once años después de fundado, se inicia la publicación del Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico Central. El Ing. Mariano Bárcena, entonces director, publica en

el número 10 del tomo I del mencionado boletín un trabajo titulado "Apuntes para el estudio de las lluvias en México", en el que aparecen los datos de lluvia que se habían observado en diversas localidades de la república, hasta esa fecha, y de los cuales hemos hecho una síntesis en las tablas 3 y 4, completando la información en donde fue posible, hasta los años recientes. En algunos casos la década de los años 1910-20 quedó incompleta debido al movimiento armado. La red climatológica nacional estaba formada al principiar este siglo, por unas 25 estaciones (fig. 2).

Poco antes de la muerte del Sr. Bárcena, en 1899, según relata la Srta. Isabel González (.1911), "el director de Telégrafos Federales, Ing. Agustín Chávez, propuso a la Sría. de Comunicaciones y Obras Públicas la creación de una serie de estaciones meteorológicas en todo el país, que estuviera a cargo de los mismos telegrafistas quienes deberían enviar diariamente el resultado de sus observaciones a la Dirección de Telégrafos para, con estos datos, hacer una carta del tiempo. Aceptada la proposición comenzó a publicarse en México la primera carta del tiempo de los Telégrafos Federales, impresa en litografía, en el año 1898". Una de las primeras aplicaciones de estas cartas fue el pronóstico de los "nortes" del Golfo

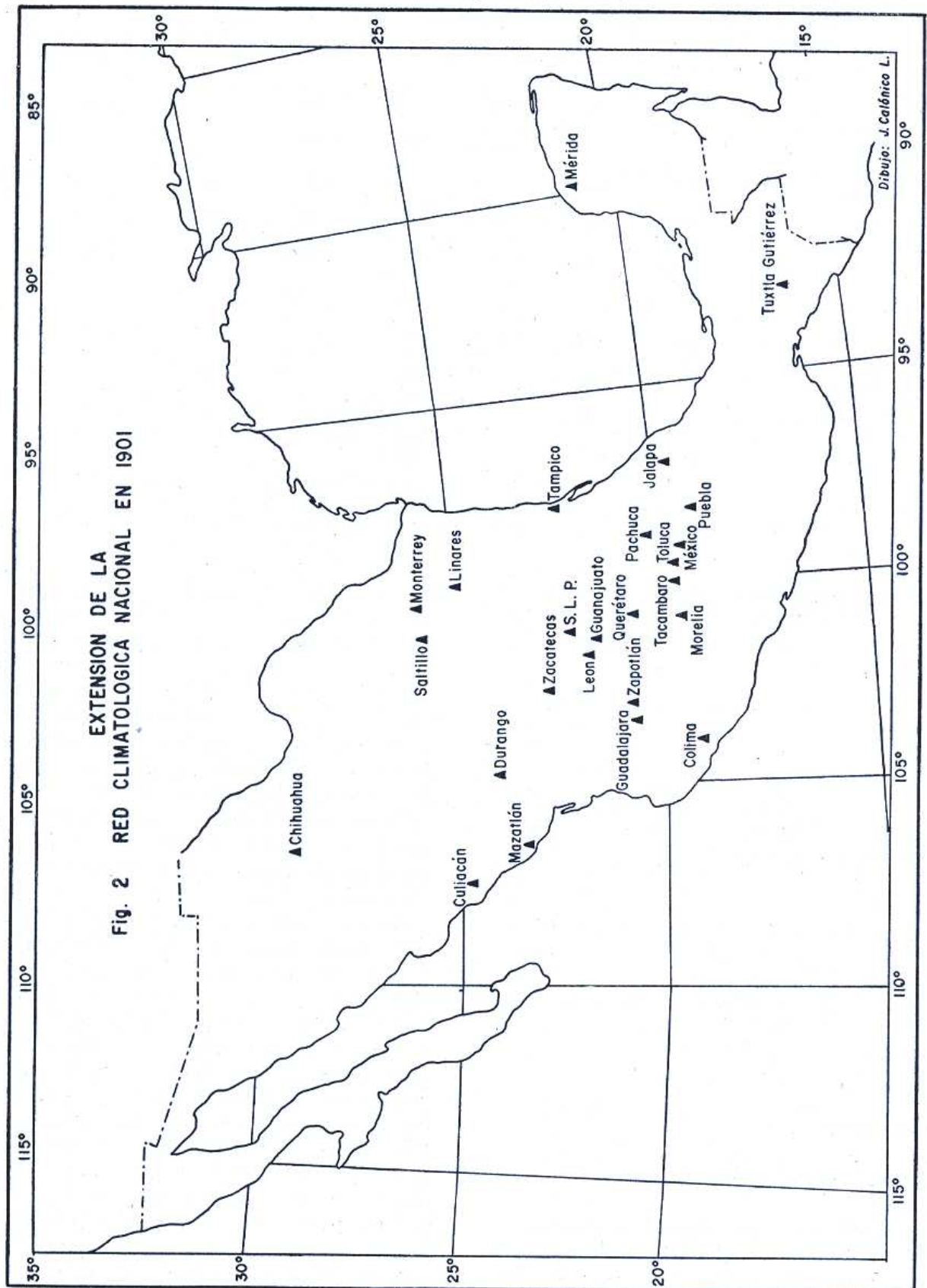


Tabla 3D. PRECIPITACIÓN ANUAL (mm) DE LA ESTACIÓN PALACIO NACIONAL, PERIODO 1877-1920.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870								404.0	892.6	477.2
1880	552.2	615.2	661.6	608.7	468.5	675.7	532.9	812.7	740.6	498.1
1890	638.1	658.3	444.2	568.6	331.9	559.1	452.0	652.1	593.8	581.1
1900	535.9	527.1	452.7	574.9	844.5	419.4	604.9	579.3	635.8	338.3
1910	591.0	676.0	596.9	606.5	748.5	570.0	506.4	393.5	579.8	659.5
1920	482.4									
Normal 1877 - 1920: 576.0										

Fuente: Boletín Mensual, Observatorio Meteorológico Central 1903-4 y tarjetas del Servicio Meteorológico Nacional.

de México, que comenzó a hacerse en agosto de 1901, cuando ya se contaba con dos cartas sinópticas diarias (6.23 a.m. y 6.23 p.m.).

3. LAS SEQUÍAS DE FIN DE SIGLO EN MÉXICO

En la figura 3 aparecen graficados los valores quinquenales de la lluvia anual, para algunas localidades de México, y en la figura 4 su distribución espacial. Cuando no se pudieron obtener de los boletines las cantidades anuales de lluvia, se utilizaron los promedios pentadales para el periodo 1878-1901, del trabajo del Ing. Rómulo Escobar (1903) quien fue el primer meteorólogo que intentó hacer un análisis de las tendencias de la precipitación en México.

Las gráficas muestran una tendencia general decreciente en el último tercio del siglo XIX, siendo en la mayoría de los casos el quinquenio 1892-96 el más seco; esta situación se extiende en el centro y norte del país y aun más allá de la frontera norte, como se aprecia en las gráficas de Yuma, El Paso, Texas y Gálveston, Texas (figura 4).

McDonald (1956) ha encontrado también que los periodos secos en Arizona han sido a finales de siglo, uno, y el otro en los años 40 y 50 (1942 a 1956), los que coinciden precisamente con los dos principales periodos secos de muchas estaciones en el centro y norte de México.

En el quinquenio subsecuente las precipitaciones se recuperan (ver Guanajuato, Querétaro, Oaxaca y Zacatecas de la figura 3). Ya desde entonces el mencionado Escobar concluía que, "la causa de la disminución de las lluvias en el periodo estudiado debe haber sido una extraña a la acción del hombre, pues nunca había habido más ferrocarriles (y en consecuencia la tala de los bosques por donde pasaban) ni nunca se han despoblado más nuestros montes que en el último quinquenio (1897-1901) y, sin embargo, las lluvias se han incrementado en este periodo".

El meteorólogo Manuel Moreno (1894), al reseñar las lluvias en Tacubaya, señala, "entre los años analizados figura el de triste memoria de 1892, año escasísimo en lluvias en casi todo el país". Este mismo autor advirtió ya desde entonces, al examinar la distribución anual, la reducción de las lluvias en julio, o sequía de verano, que en el periodo de 1884-93 se observó en seis años del total de diez analizados para Tacubaya. Al revisar la lluvia de otras estaciones del altiplano, Moreno encontró que Puebla, León y Oaxaca "acusar también dicha característica". En relación con el quinquenio 1892-96 los boletines del Observatorio Meteorológico consignan, por ejemplo, que en junio de 1892 la sequía fue tan prolongada que mucho ganado murió en el norte. También en el año seco de 1894 hubo escasez en el campo y se importaron granos de los Estados Unidos. Este quinquenio ha sido el más seco (un 78% de la normal 1884-1974) en más de 90 años

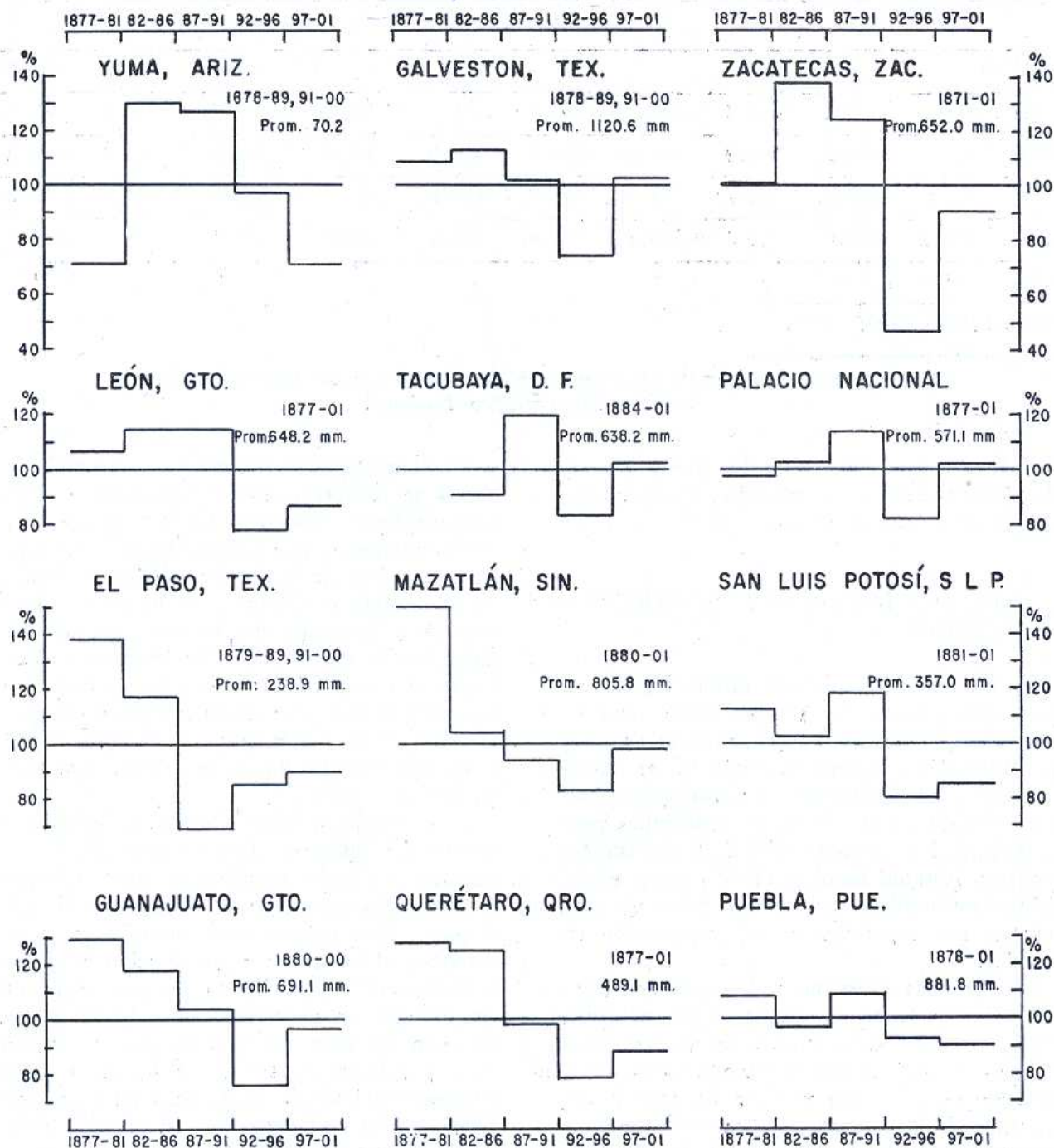


FIG. 3 VARIACION DE LA PRECIPITACION MEDIA QUINQUENAL, (en por ciento de la normal.) EN DIVERSAS ESTACIONES DURANTE EL ULTIMO CUARTO DEL SIGLO XIX.

Dibujó: JORGE CALONICO L.

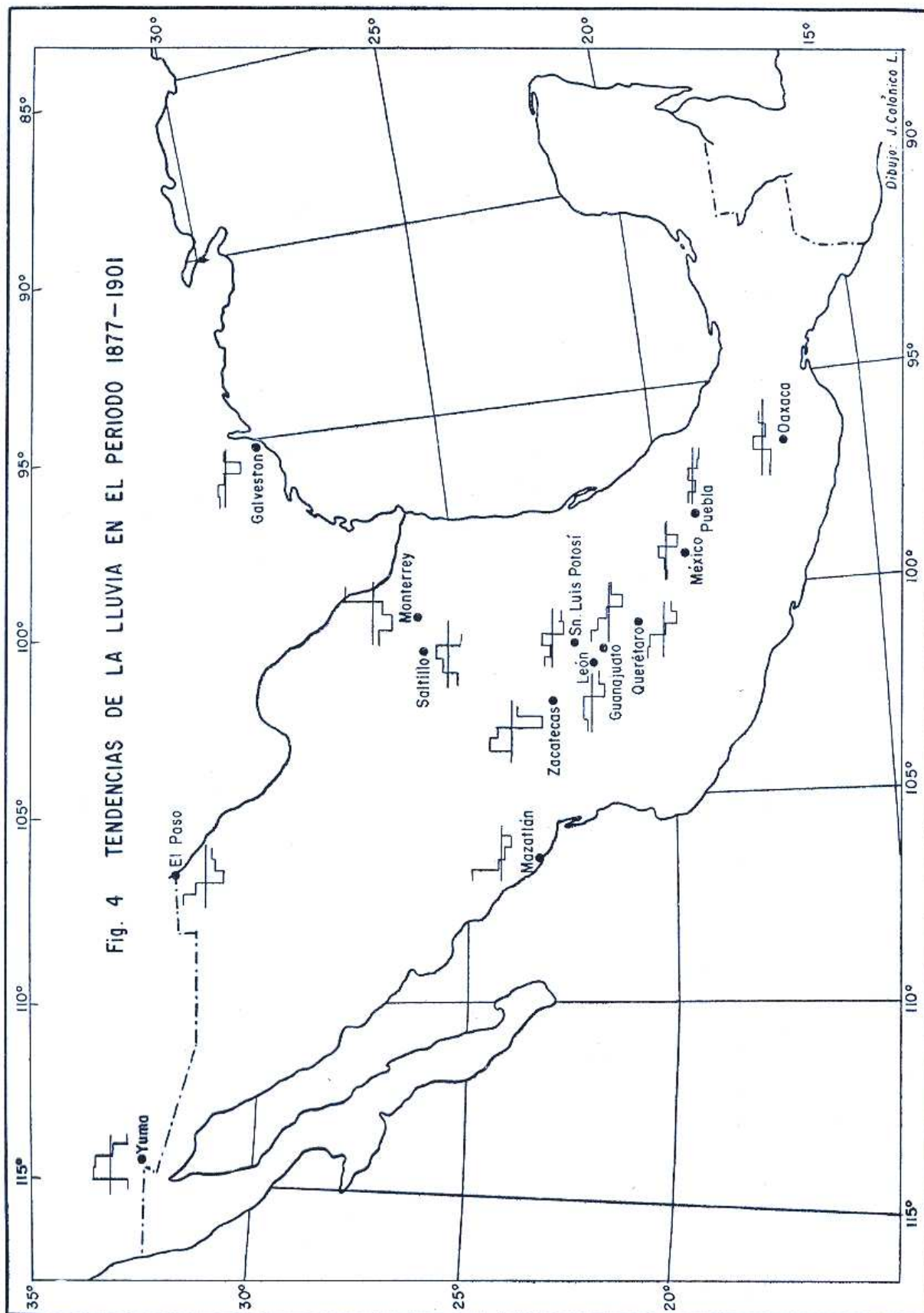


FIG. 5 VARIACION DE LA PRECIPITACION MEDIA QUINQUENAL EN LA CIUDAD DE MEXICO Y SU VECINDAD DESDE PRINCIPIOS DEL SIGLO XIX Y DESPLAZAMIENTO DE LOS ANTICICLONES DEL ATLANTICO Y PACIFICO NORTE EN 1905-65

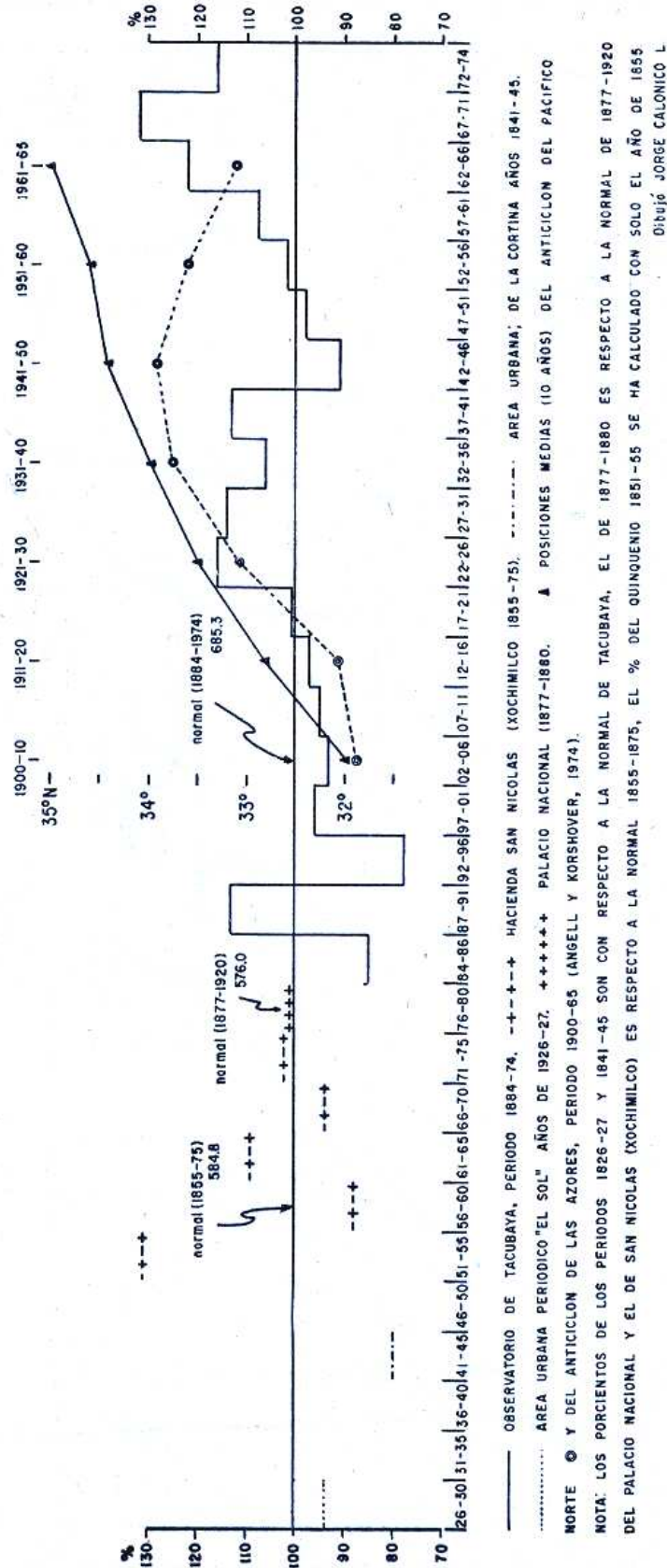


Tabla 5. GRADO DE SIGNIFICANCIA DE LA DIFERENCIA PLUVIOMÉTRICA ENTRE LOS QUINQUENIOS 1891-95 y 1966-70 EN DIVERSAS ESTACIONES DEL CENTRO DE MÉXICO.

ESTACIÓN	1891-1900 prom.	Desvío tipo	1961-1970 prom.	Desvío tipo	t'	%
Tacubaya	603*	175	853	135	2.95	1
San L. Potosí	285	57	389	130	2.21	5
Morelia	667*	110	828	125	2.62	3
Querétaro	435	125	640	164	2.98	1
León	534	117	639	152	1.64	12
Zacatecas	520*	203	431	129	1.14	13

* 7 años.

de registro continuo de la lluvia en la estación de Tacubaya (figura 5).

Si se compara la precipitación media de la década 1891-1900 con la correspondiente a 1961-70 en algunas estaciones del centro de México, la diferencia es, en general, estadísticamente significativa según se aprecia en la tabla 5.

Simultáneamente con la deficiencia de las lluvias en el verano se observaron en las últimas décadas del siglo inviernos más crudos y, así, para citar algunos ejemplos, en 1881 las invasiones de aire polar ocasionaron heladas en Ozuluama, Ver., sobre la planicie costera; esta tormenta invernal produjo también nevadas en Ciudad Victoria y en Zacatecas y aun en Oaxaca (ver La sequía en México, Noble y M. Lebríja, 1957). En febrero de 1896 cayó una fuerte nevada en Zacatecas (de una vara de altura); un año después, en enero, las nevadas se abatieron sobre Monterrey, Saltillo y Laredo.

Estas penetraciones anormalmente intensas de aire polar en los trópicos son características de una marcada circulación meridional que prevaleció al finalizar el siglo pasado en el hemisferio norte y que en el Atlántico Norte se manifestó por una baja frecuencia de tipos de tiempo llamados "del Oeste" (Lamb, 1966; Kowal y Kassam, 1975) y situaciones de bloqueo prominente. Las sequías en México durante este mismo periodo coincidieron con una disminución brusca de la lluvia en vastas regiones tropicales, como la ha reportado Krauss (1955). Este tipo de circulación predominantemente meridional de finales del siglo pasado estuvo asociado también con un decrecimiento de la temperatura a escala planetaria (Mitchel, 1971).

La precipitación comenzó a aumentar en México, en general, durante los primeros veinte años del presente siglo (fig. 5), alcanzando un primer máximo a partir de los años veinte, que se prolongó en algunos lugares hasta los años treinta (ver fig. 6), observándose, en general, menor frecuencia de periodos con lluvia deficitaria (sin embargo, hubo sequías como la de 1932 que abarcó casi todo el país).

El aumento general de la lluvia en los años veinte y treinta en México, estuvo asociado con una intensificación de la circulación zonal hemisférica observada en las latitudes templadas (es decir, con frecuencia de tipos de tiempo del oeste en Europa) (Lamb, 1966) lo que resultó en un desplazamiento general, hacia el norte, de las celdas subtropicales en el Atlántico y Pacífico y, consecuentemente, una intensificación de los alisios húmedos en la región del Caribe. Esta intensificación alcanza su máximo precisamente en la década 1921-30, para luego empezar a decrecer según se aprecia en la figura 7. En esta misma se incluyen las curvas formadas con datos de Angeli y Korshover (1975), que muestran el desplazamiento latitudinal que han sufrido las celdas semipermanentes de ambos océanos, en el periodo 1900-1965; cada punto representa la posición promedio de 10 años (1906-15, 1916-25, etc.) del punto de máxima presión superficial de los llamados centros de acción del Atlántico y del Pacífico, y derivados de mapas medios mensuales a intervalos de 5° de latitud-longitud. Se advierte que hay una relación estrecha entre la posición media de los anticiclones semipermanentes y las variaciones de la lluvia en el centro de México, representadas por Tacubaya.

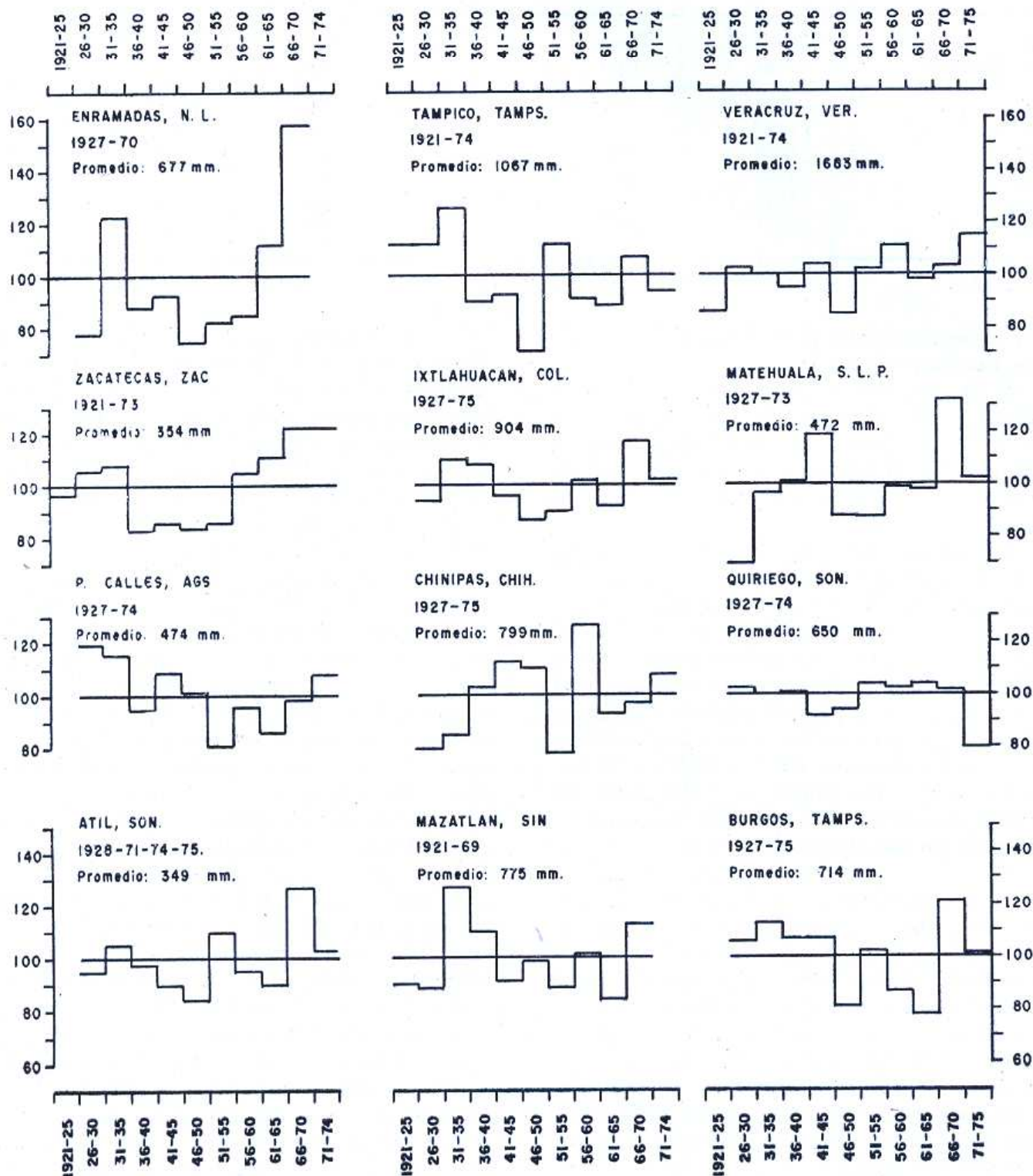


FIG. 6 VARIACION QUINQUENAL DE LA LLUVIA EN ALGUNAS ESTACIONES DE MEXICO

4. LOS CENTROS DE ACCIÓN Y LAS LLUVIAS EN MÉXICO.

Las lluvias deficitarias de finales del siglo XIX y principios del actual, en México, corresponden con posiciones australes extremas de los centros de acción tanto del Pacífico como del Atlántico; a medida que éstos se desplazan hacia el norte las precipitaciones tienden a aumentar al reforzarse los alisios. El anticiclón de las Azores alcanza su posición más al norte en la década de 1935-45, cuando la lluvia en México había ya comenzado a decrecer. A partir de ese periodo la posición del anticiclón Bermuda-Azores inició su migración hacia el sur; este desplazamiento ha estado asociado, según lo señalan Angell y Korshover, con un corrimiento hacia el *este*, mientras que en el sector del Pacífico el corrimiento hacia el norte está ligado con un desplazamiento hacia el *oeste*.

El movimiento hacia el sur y hacia el este del anticiclón de Azores, después de 1945, ha sido relacionado por Windstanley (1973) con la sequía reciente al sur del Sahara (en el Sahel). En el caso de México, los movimientos de ambos centros de acción en las direcciones señaladas es determinante para las precipitaciones, ya que el país se encuentra en medio de ellos; así, si bien el desplazamiento hacia el sur de la celda de las Azores, en las últimas décadas ha significado menor posibilidad de formación de perturbaciones y tormentas en los alisios del Atlántico tropical frente a las costas de África (que después se desplazarían hacia nuestras

costas), el corrimiento simultáneo de este anticiclón, de las Azores hacia el este ha significado, al mismo tiempo, menor influencia de flujo anticiclónico en la vecindad del Golfo de México y del mar Caribe.

Angell y Korshover consideran que posiblemente la escasez de ciclones en el Atlántico, a partir de 1970, haya sido ocasionada en parte por el desplazamiento hacia el sur, de la celda de las Azores, observado en los últimos años.

Por otra parte, el desplazamiento hacia el norte y hacia el oeste del anticiclón semipermanente del Pacífico, ha sido continuo desde comienzos del siglo hasta la década de los años sesenta; esto ha permitido un corrimiento correspondiente hacia el norte, del anticiclón del Sur Pacífico Oriental (en el hemisferio sur) y, consecuentemente, de la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC), dando por resultado mayor actividad ciclónica en Centroamérica y en nuestras costas del Pacífico.

5. LA ACTIVIDAD CICLÓNICA Y LAS SEQUÍAS DE LOS AÑOS CUARENTA

En la tabla 6 aparece la frecuencia de los ciclones tropicales que afectaron a nuestro país, en ambos litorales, desde que existen registros. Estos datan de finales del siglo XIX, del lado del Golfo de México y Caribe, mientras que los que tocan las costas del Pacífico comenzaron a contarse desde los años veinte.

Es probable que los datos anteriores a la década de los años treinta sean poco confiables

Tabla 6. FRECUENCIA DECENAL DE CICLONES TROPICALES QUE TOCARON O PASARON CERCA (A MENOS DE 200 MILLAS) DE LAS COSTAS DE MEXICO

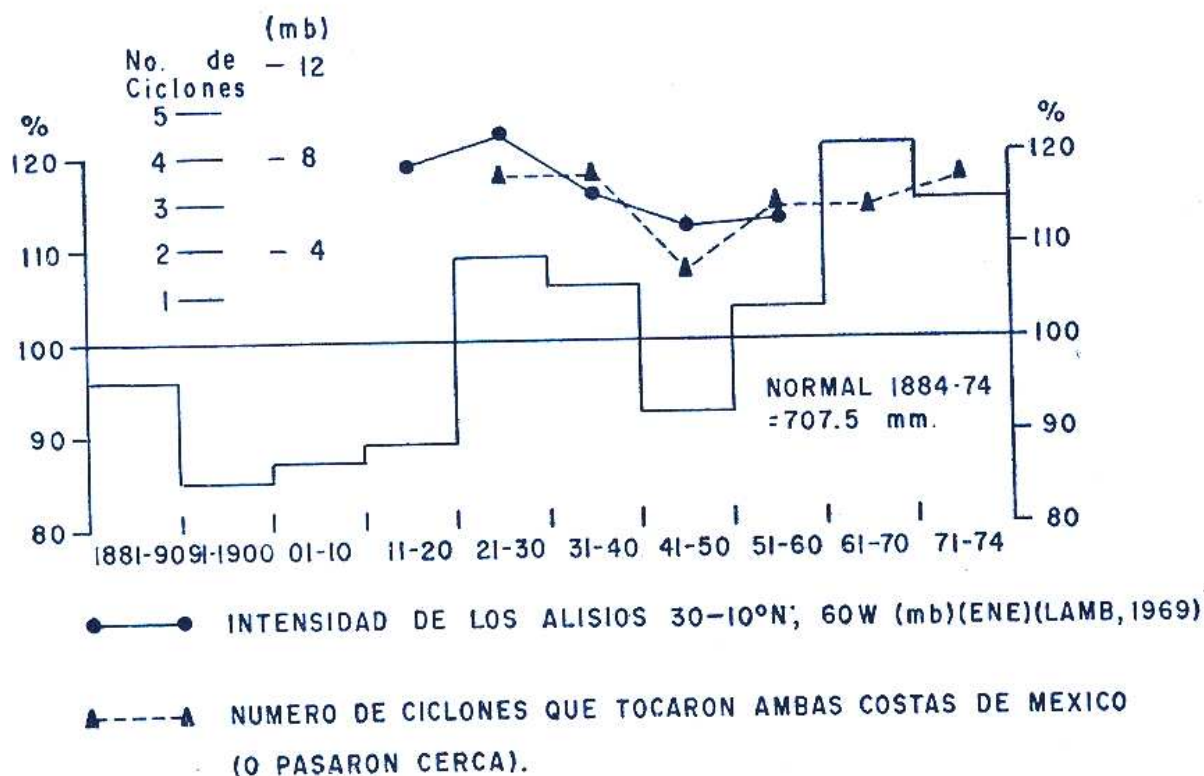
	1886-89	90-99	1900-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-74
Atlántico	10	9	4	9	4	7	2	5	10	9
Pacífico					58*	56	24	44	40	14
	promedio decenal				promedio anual			promedio 1970-74		
Atlántico	6.2				0.6			1.8		
Pacífico	44.4				4.4			2.8		

* excluido el año de 1920.

debido a la escasa información y medios para detectar dichas tormentas, que había antes de la Segunda Guerra Mundial. En todo caso, se advierte en la tabla que los ciclones han sido más numerosos en el lado del Pacífico que en el del Golfo de México y Caribe (siete veces más en promedio); en algunas décadas, como en la de los años veinte, son mayores hasta por un factor de 14. En esta misma tabla se aprecia un descenso de la actividad ciclónica en nuestro país, en ambas costas, durante la década de los años cuarenta. Este decrecimiento se refleja en la curva de precipitación quinquenal promedio, de Tacubaya (fig. 5) y, en general, en todo el país (fig. 6) (ver gráficas de precipitación media quinquenal para Matlhuala, Zacatecas, Zac., Tampico, Enramadas, N. L., Ixcalhuacán, Col. y Atil, Son. por ejemplo). En todos estos lugares la precipitación media de

los quinquenios 1941-45 y 1946-50 estuvo entre un 10 y un 25 por ciento por abajo del valor normal. Esta reducción de la actividad ciclónica en los litorales mexicanos durante la década de los años cuarenta y principios de los cincuenta determinó el segundo periodo de sequías que, aunque menos intenso que el de finales del siglo XIX, causó serios daños a la economía del país. Así, en 1944 y 1945 ocurrieron sequías en el centro y norte de México; la escasez de lluvias se acentuó en 1946 cuando la insuficiencia de lluvias se extendió a casi todo el país.

El resto de los años cuarenta (y principios de los cincuenta) fueron en general años secos y, en consecuencia, desastrosos para la agricultura y las actividades ganaderas. En agosto de 1950, por ejemplo, la falta de agua ocasionó la muerte de ganado en Sinaloa.



Nuevamente, como durante la sequía de finales del siglo XIX, el tiempo en los años cuarenta se caracterizó por mayor prevalencia de flujo meridional en Norteamérica (incluyendo México), en el semestre centrado en el invierno, y que en ocasiones se prolongó dentro de la estación lluviosa en nuestro país. De este modo, en marzo de 1940 cae una copiosa nevada en la ciudad de México; una onda fría en ese mismo año desplomó la temperatura a menos de 6°. En enero de 1941 un norte con intensa onda fría produce nevadas en Jalapa, Ver. En diciembre de 1947 ocurrió una tormenta de nieve en San Luis Potosí. Las "ondas frías" ocasionadas por el descenso de masas de aire polar, a nuestras latitudes, produjeron heladas tempranas y tardías que perjudicaron los cultivos. La onda fría de noviembre de 1950 ocasionó que varias personas murieran de frío en la ciudad de México. Otra masa de aire gélido en enero de 1951, produjo pérdidas de cítricos en Tamaulipas y una nevada en Monterrey, que duró cuatro horas.

La segunda mitad de los años cincuenta y hasta terminar la década de los años sesenta representa, en general, un periodo en que las lluvias fueron crecientes en gran parte de México (ver gráficas de la fig. 6) coincidiendo con un incremento de la actividad ciclónica en la vecindad de nuestras costas, especialmente del lado del Pacífico (tabla 6 y Fig. 7). Correspondientemente, la precipitación en el centro de México, representada por Tacubaya, alcanza su valor máximo en 90 años de registro, en el quinquenio 1966-70, llegando a ser hasta un 28 por ciento superior al promedio de todo el periodo, que es de 679.0 mm.

6. EL RETORNO DE LA PREVALENCIA DE FLUJO MERIDIONAL Y LAS SEQUÍAS RECIENTES DE LOS AÑOS SETENTA

Al principiar la presente década han vuelto a aparecer manifestaciones de una tendencia a precipitaciones deficitarias en algunas regiones del norte de México. La escasez de lluvias ha ocurrido también simultáneamente en otras partes del planeta (el Sahel, el medio oeste de los Estados Unidos, el sureste de Asia, el norte de China, la India, etc.) y sus desastrosos efectos han sido ampliamente divulgados. Las

sequías en los últimos años han afectado seriamente las actividades agropecuarias en zonas localizadas en el norte del país, como en Sonora, Sinaloa y Coahuila.

Alternando con años en que son numerosas las perturbaciones tropicales que acarrear abundantes lluvias, recientemente se han presentado años caracterizados por baja incidencia de ciclones en nuestras costas. El promedio 1970-74 de ciclones que afectaron las costas del Pacífico fue sólo un 63 por ciento del promedio para el periodo 1921-69. En 1973, por ejemplo, ocurrió el menor número de tormentas tropicales en el Atlántico, en los últimos 40 años (Frank y Herbert, 1974); a pesar de la reducción en la actividad ciclónica en estos últimos años, los efectos de éstos se reflejaron en excedentes de lluvia en 1970, 1971, 1972 y 1973 en el noreste del país y en la vertiente del Golfo de México. Por otra parte, en 1971 el gran número de ciclones en el Pacífico mexicano originó lluvias excedentes en casi todo el litoral.

Simultáneamente con estas regiones de lluvias abundantes en el periodo 1970-74, la escasez de precipitaciones ocurrió en regiones del norte del país, como se aprecia en la tabla 7.

Recientemente, en junio de 1976 se ha presentado una difícil situación agrícola en Baja California y Sinaloa, por la sequía, habiéndose tenido que dejar de cultivar miles de hectáreas en esta última entidad, por insuficiencia de agua de riego en las presas de dicho estado. Sin embargo, en el resto del país las lluvias han sido en 1976 abundantes y aun han provocado inundaciones en el centro.

De nuevo, como a fines de siglo pasado, la mayor variabilidad de las lluvias en gran parte de México coincide con una elevada frecuencia de tipos de circulación meridional que se prolongan incluso más allá del semestre invernal. Las tormentas invernales tienen en el país mayor frecuencia e intensidad (Klaus y Jáuregui, 1975). Como resultado, las lluvias invernales muestran tendencia a aumentar, particularmente en la vertiente del Golfo de México; por otra parte, la frecuencia de heladas en los meses de transición tiende, asimismo, a aumentar; como ejemplo podemos citar la helada de septiembre de 1974, que destruyó cultivos desde Tamaulipas hasta el estado de México.

Simultáneamente con las señales de un cambio de clima en algunas zonas localizadas, del

Tabla 7. LOCALIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN EL NORTE DE MÉXICO. PERIODO -1970-74

<i>Región</i>	<i>Año</i>	<i>Intensidad (en % de la normal may.-oct.)</i>
Tamaulipas, N. León y centro-norte de San Luis Potosí	1970	entre 60 y 80
Centro-sur de Chihuahua, sur de Sonora y norte de Sinaloa	1973	60-80
Sonora, Tamaulipas, N. León y oriente de Coahuila	1974	40 en Coahuila, 60-80 en el resto

norte de México, han aparecido en otras regiones del planeta condiciones meteorológicas anómalas y, así, en Europa Occidental padecen actualmente (verano de 1976) la peor sequía en muchos años (desde 1725 en Francia e Inglaterra) al grado que los productos agrícolas en este país se han encarecido y la exportación de ellos se reducirá este año en un 30 por ciento. Debido a la falta de agua, los agricultores de Alemania Occidental han perdido hasta un 80 por ciento de la cosecha de frijol de soya y un 40 por ciento de la producción de granos.

Otro efecto posible de estas penetraciones anormalmente profundas en los trópicos, de vientos templados del Oeste, más allá del semestre invernal, tanto en México como en otras regiones tropicales, es que dicha circulación ayuda a inhibir el desarrollo de tormentas tropicales. Tanto este factor como las temperaturas anormalmente bajas del agua del mar fueron la causa principal del reducido número de ciclones y tormentas tropicales que se han observado en el Atlántico Norte desde 1972 (ver Hope, 1975; Herbert y Frank, 1974). Sin embargo, ya para la temporada de 1975 los factores mencionados acusaron reducción en magnitud y extensión en el Atlántico tropical

(Herbert, 1976) evidenciándose una tendencia hacia una actividad ciclónica normal. La rama ascendente (en latitud) de estas penetraciones de aire comparativamente frío está constituida por una corriente de aire tropical tibio que puede ocasionar ondas de calor en las latitudes templadas y que en este verano (1976) padecen, por ejemplo, en Europa Occidental donde las temperaturas han sido anormalmente elevadas.

En resumen, las observaciones instrumentales de precipitación en México, desde el último cuarto del siglo XIX hasta la presente década, muestran que en este periodo han ocurrido fluctuaciones significativas de la lluvia en el centro y norte de nuestro país. Los periodos más secos se presentaron en la última década del siglo XIX, en la década de los cuarenta y principios de los cincuenta. Los periodos lluviosos en el centro de México se observaron en los años treinta y en los sesenta. En la primera mitad de la presente década se observa en algunos lugares una tendencia decreciente de la lluvia. Las fluctuaciones mencionadas están ligadas con cambios correspondientes registrados en la intensidad de la corriente de vientos del Oeste, del hemisferio norte.

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX

promedio 1921-75: 682.6 mm				GUANAJUATO						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1860	—	—	—	—	688.0	916.0	703.0	537.0	605.0	889.0
1870	770.0	495.0	502.0	716.0	647.0	481.0	650.0	—	—	—
1880	680.6	893.7	1057.8	1063.2	468.8	1077.6	746.0	998.6	804.3	702.9
1890	1029.5	510.7	—	—	659.6	576.2	504.2	740.2	744.4	620.7
1900	653.2	551.9	545.6	572.7	901.9	686.2	792.0	515.7	532.8	352.0
1910	672.1	686.0	802.9	722.7	674.8	—	606.3	471.8	307.3	734.6
1920	432.2	527.7	601.4	868.1	470.4	829.2	993.7	808.1	638.4	648.4
1930	875.9	744.1	496.9	823.6	776.5	1004.4	592.7	673.3	591.1	642.7
1940	697.0	1135.2	528.9	693.5	702.6	480.0	672.2	773.2	814.1	539.0
1950	537.7	668.3	648.1	631.7	668.5	799.4	455.0	284.4	828.1	691.4
1960	495.6	340.6	536.3	619.7	808.7	600.0	773.4	—	—	—
1970	759.2	1088.0	526.3	780.5	628.1					

promedio 1927-70: 302.1 mm			SALTILLO, COAHUILA							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1880	—	—	—	—	—	—	542.9	660.1	637.0	573.6
1890	582.5	353.5	777.7	347.0	460.8	596.0	713.0	343.0	405.0	586.3
1900	741.4	328.3	451.2	220.5	288.9	348.0	259.8	319.6	358.6	415.2
1910	296.8	407.8	447.6	457.0	507.9	—	—	—	—	—
1920	222.4	261.6	—	—	—	—	—	208.1	260.8	255.1
1930	478.9	459.8	216.4	263.4	389.6	447.6	391.0	372.9	492.4	555.5
1940	377.1	475.2	366.0	315.2	310.6	205.6	251.4	250.5	370.4	191.8
1950	378.8	234.6	170.3	193.4	149.0	181.3	136.1	107.8	358.7	351.0
1960	252.8	256.9	180.8	248.2	289.7	293.8	412.1	426.1	338.4	236.9
1970	228.8	—	—	—	—					

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX (*Continuación*)

	promedio 1921-75: 652.6 mm				LEON, GUANAJUATO					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870	—	—	—	—	—	—	—	—	601.5	709.2
1880	825.4	630.0	699.3	900.1	613.2	786.2	725.9	781.9	869.7	768.2
1890	867.3	429.9	473.2	648.5	552.7	531.3	314.3	571.6	747.5	510.4
1900	560.6	438.5	554.9	636.2	747.2	739.4	664.0	518.7	593.6	497.7
1910	590.7	811.0	912.2	697.5	869.2	—	—	313.6	479.2	872.4
1920	—	443.8	615.8	716.7	437.4	728.0	831.5	831.0	765.2	498.6
1930	690.2	548.0	610.9	679.4	671.1	816.9	610.1	678.5	559.4	597.6
1940	604.5	705.6	663.3	683.0	656.0	442.5	552.2	658.8	662.6	555.5
1950	487.9	563.4	596.1	660.8	590.1	594.7	652.7	520.1	943.4	815.2
1960	465.5	388.7	556.2	688.3	717.8	764.6	666.9	850.1	648.3	388.8
1970	724.7	902.7	735.5	945.0	686.8	826.0	—	—	—	—

	promedio 1921-71: 816.5 mm				PUEBLA, PUE.					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870	—	—	—	—	—	—	—	—	1117.6	845.6
1880	977.9	912.5	930.2	974.3	673.7	973.4	750.6	1143.3	984.7	952.6
1890	854.0	1022.9	824.5	1274.0	719.7	598.1	686.2	827.5	862.5	781.0
1900	764.2	737.3	870.6	816.9	953.9	685.8	748.5	734.7	1060.2	615.1
1910	829.0	639.9	798.3	984.9	558.9	—	771.6	652.3	636.3	944.3
1920	815.4	618.9	860.7	728.4	769.0	880.1	982.8	875.8	750.3	610.9
1930	677.8	980.8	568.6	958.2	890.2	877.6	808.0	1041.2	766.4	739.1
1940	776.1	812.4	916.3	845.3	853.2	734.0	715.4	984.5	788.3	538.8
1950	624.3	685.7	883.1	700.5	1125.4	1170.9	893.7	651.4	1136.7	940.0
1960	791.9	674.1	701.9	841.6	871.4	931.6	792.4	701.0	—	665.4
1970	801.6	893.3	1094.9	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX (Continuación)

PABELLON, AGUASCALIENTES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	610.5
1870	841.5	372.6	350.9	485.0	307.4	358.1	552.9	377.4	467.1	434.4
1880	697.4	602.1	444.2	605.5	262.1	648.5	539.2	669.1	758.9	566.6
1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	—	—	—	—	—	—	—	449.8	398.5
1930	657.4	631.7	239.3	583.0	692.4	1011.1	368.3	451.7	460.8	493.6
1940	499.8	650.9	475.4	554.0	443.6	283.3	339.5	492.2	438.0	304.3
1950	311.2	464.0	372.2	440.8	391.0	413.2	391.7	262.0	757.4	388.9
1960	272.4	352.6	444.1	519.1	434.4	571.6	493.1	716.9	489.1	324.9
1970	656.1	550.7	456.6	614.2	419.0	437.2	—	—	—	—

promedio 1922-74: 365.2 mm

SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1880	—	—	—	—	—	—	414.1	507.2	508.2	334.8
1890	530.8	269.2	242.1	392.6	229.1	285.7	209.2	364.8	297.8	291.2
1900	264.4	149.1	144.4	391.7	490.6	383.0	478.5	157.4	—	—
1910	—	286.0	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	—	336.0	335.7	330.0	424.6	285.1	440.4	340.4	246.6
1930	—	320.1	332.5	422.8	442.0	440.5	416.2	240.5	373.7	328.8
1940	250.4	488.5	354.0	264.7	498.3	199.3	371.6	338.9	403.1	191.0
1950	275.0	428.0	323.9	378.9	252.9	496.6	420.3	293.6	657.2	501.5
1960	210.6	327.3	251.3	297.1	440.2	383.8	501.9	633.9	504.9	329.6
1970	220.7	386.9	400.7	420.1	235.9	—	—	—	—	—

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX (*Continuación*)

promedio 1921-69:		MAZATLAN, SINALOA								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1880	948.6	1454.2	425.7	748.7	1122.6	1117.5	799.5	1206.5	676.4	834.4
1890	685.8	390.9	326.1	777.4	560.3	1088.5	594.2	695.3	663.5	852.1
1900	812.6	948.5	406.7	730.1	771.2	932.5	1062.2	1192.6	611.2	563.6
1910	642.7	706.3	387.5	385.3	643.3	—	—	537.6	516.2	777.7
1920	594.4	435.9	893.8	582.9	670.4	916.7	1161.6	791.7	940.2	639.1
1930	894.8	1101.4	817.9	1549.9	806.0	639.9	1425.3	913.3	693.7	829.2
1940	401.0	388.7	652.1	791.0	1000.2	704.0	879.0	613.9	1244.5	681.5
1950	403.9	592.1	582.2	780.7	709.7	796.5	488.6	630.3	1466.6	1069.8
1960	638.7	529.6	508.5	708.6	571.4	936.2	720.5	782.0	942.8	1050.4
1970	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ZACATECAS, ZAC.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870		560.0	672.0	—	—	—	—	—	560.0	672.0
1880	690.0	700.0	717.0	825.0	990.0	981.0	978.0	978.0	1146.1	—
1890	—	—	—	—	367.9	271.8	472.8	784.9	510.0	422.3
1900	805.3	469.1	440.6	419.8	—	685.8	537.6	302.5	413.8	368.1
1910	389.6	586.4	455.0	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	273.5	445.9	422.2	225.2	341.4	407.8	405.5	418.8	243.1
1930	403.2	266.6	206.1	310.2	520.0	617.8	277.3	235.1	253.9	364.3
1940	317.7	395.7	345.4	228.2	326.3	227.8	268.5	288.4	366.8	275.6
1950	284.9	302.4	262.8	260.4	183.0	514.7	272.5	252.1	682.7	481.5
1960	171.7	334.7	358.5	325.1	447.1	504.3	521.6	594.8	542.7	183.7
1970	319.6	530.7	317.7	448.4	—	—	—	—	—	—

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX (*Continuación*)

COLIMA, COL.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1453.6
1870	1109.1	821.5	1090.9	1093.2	1122.5	928.3	833.6	755.4	1416.5	1049.9
1880	960.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	738.0	711.0	1173.6	1095.4	1016.8	797.4	992.2	1061.9	620.0
1930	885.5	949.8	837.7	799.0	793.3	679.4	1213.0	919.4	675.3	736.3
1940	541.2	—	879.4	935.5	—	—	848.0	855.9	760.5	—
1950	756.2	789.0	946.8	685.6	1018.0	992.5	938.4	769.3	1032.6	1125.2
1960	596.6	757.6	1024.6	1080.0	799.7	1016.2	984.7	1262.5	1035.5	1059.2
1970	1625.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

QUERETARO, QRO.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870	584.4	532.5	597.7	552.7	646.3	561.0	718.0	577.1	675.1	562.9
1880	638.5	665.6	470.2	477.1	285.8	557.0	606.7	500.0	480.0	440.0
1890	539.9	471.1	374.0	641.1	372.9	259.2	289.7	523.1	505.1	569.5
1900	348.6	300.4	587.1	426.1	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	428.8	—	—	371.8	690.2	516.4	577.8	381.3	304.9
1930	509.7	541.8	—	—	486.6	590.8	433.2	596.8	369.3	444.9
1940	405.8	581.2	437.1	668.4	642.9	349.8	507.9	469.5	452.6	427.8
1950	625.7	577.0	628.7	669.0	626.3	732.9	579.4	451.9	836.4	712.0
1960	304.3	446.8	483.1	731.1	667.1	646.3	833.2	922.7	571.8	421.4
1870	681.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX (Continuación)

TEPIC, NAY.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1840	—	—	—	—	1270.0	1066.8	1524.0	1765.3	1727.7	1955.8
1850	1892.3	1638.3	1447.8	1333.5	1651.0	1231.9	774.7	609.6	952.5	1854.2
1860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1870	—	—	—	—	—	1447.8	1155.7	1473.2	1676.4	1244.6
1880	—	—	—	—	—	—	1498.6	1384.3	1663.7	—
1890	1409.7	1371.6	1231.6	1600.2	1181.1	—	—	—	—	—
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	—	936.1	1224.2	1101.4	1278.9	1734.9	1266.6	1171.9	1108.4
1930	1033.5	1359.5	1138.1	1050.1	1155.6	1186.2	1341.3	1164.3	988.9	1101.9
1940	940.7	1103.8	900.6	1195.1	1198.2	868.8	1188.9	1271.6	1598.7	894.8
1950	1452.7	860.3	1342.0	1013.9	886.8	1508.7	1336.7	971.8	2425.0	2708.7
1960	674.6	1224.7	1326.6	1147.1	1259.9	1249.9	1410.4	1531.8	1375.8	1229.5
1970	1142.1	2535.6	952.6	—	—	—	—	—	—	—

CORDOBA, VER.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2641.8
1860	2780.0	3288.0	2628.0	2655.0	—	—	—	—	—	—
1870	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	2012.1	2550.3	2082.9	1876.9	2068.3	2893.7	2245.2	2284.4	2718.1
1930	2025.4	2749.5	1982.6	2317.8	2135.7	2084.2	2804.2	2512.8	2411.1	2250.1
1940	1683.7	2191.0	2587.3	1774.2	1999.9	1938.8	1877.3	1853.5	2312.3	1563.0
1950	1796.3	1630.3	2757.1	1888.5	2643.3	2504.4	2386.0	1712.7	2722.5	2657.0
1960	1802.4	2063.9	1903.0	1995.5	2214.8	2220.0	1951.8	2135.5	1883.0	1880.0
1970	1992.0	1894.0	2626.1	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 4. DATOS PLUVIOMETRICOS ANUALES DE DIVERSOS LUGARES DE MEXICO A PARTIR DEL SIGLO XIX (*Continuación*)

TEZIUTLAN, PUE.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870	—	—	—	—	—	—	—	—	1339.2	1927.2
1880	—	1884.2	1263.2	—	1240.6	—	—	—	—	—
1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920	—	1582.2	1722.9	1753.9	1905.0	2057.0	1690.8	1740.8	1415.0	1698.3
1930	1771.2	2216.2	1845.9	1913.0	1171.9	1731.6	1642.2	1399.8	1287.3	1973.4
1940	1183.3	1777.9	1826.6	1008.2	1411.0	1509.4	1274.5	1647.2	1142.7	1590.0
1950	1546.9	1396.2	2133.0	1425.7	2212.0	2351.6	1956.0	1306.5	1862.2	1542.2
1960	1366.7	1673.5	1125.9	960.5	1350.1	1276.0	1456.3	1174.3	1403.5	1881.8
1970	—	1620.8	1812.8	1476.3	2172.5	1543.2	—	—	—	—

BIBLIOGRAFÍA

- Angell, J. K., J. Korshover 1974. "Quisi-biennial and Long-term Fluctuations in the Centers of Action". *Mo. Weather Rev.* Vol. 102, (10), 669.
- Bárcena, M. 1893. *El clima de la ciudad de México*. Ofna. tipográfica de la Secretaría de Fomento. México.
- Escobar, R. 1903. "El régimen de las lluvias en México". *Bol. Mensual del Observatorio Meteorológico Central de México*, No. 9, p. 536.
- Florescano, E. 1969. *Precios del maíz y crisis agrícolas en México*. El Colegio de México, Serie 4, p. 129.
- Frank N. L., P. Hebert, 1974. "Atlantic Tropical Systems of 1973". *Mo. Weather Rev.* Vol. 102, 290-95.
- González I. 1911. "Los progresos de la Meteorología en México". *Bol. Mensual del Observatorio Meteorológico Magnético Central* No. 3, p. 234-239.
- Hebert, P. N. Frank 1974. "Atlantic Hurricane Season of 1973", *Mo. Wea. Rev.* Vol. 102, p. 280-89.
- Hebert, P. (1976. "Atlantic Hurricane Season of 1975", *Mo. Wea. Review*; 104 (4), p. 453.
- Hope, J. 1975. "Atlantic Hurricane Season of 1974", *Monthly Wea. Review* Vol. 103 (4), p. 285-293.
- Kowal, J. M., Kassam H. 1975. "Rainfall in the Sudan Savanna Region of Nigeria", *Weather*; Vol. 30 (1).
- Lamb, H. H. 1967. "Britains Changing Climate". *Geogr. Journ.* Vol. 133 (4), p. 455.
- Lamb, H. H. 1966. "Climate in the 1960's" *Geogr. Journ.* Vol. 132 (2), p. 183-212.
- León y Gama, A. 1787. "Observaciones Meteorológicas del año próximo (pasado) hechas en México", *Gaceta de México*, Tomo 2 No. 28, p. 297-299.
- McDonald, J. E. 1956. *Variability of precipitation in an arid region*. Tech report Meteor. and Climatol. of Arid Regions No. 1, Inst. of Atm. Phys of Arizona, Tucson.
- Moreno, M. 1894. "Las lluvias en Tacubaya", *Bol. Observatorio Astronómico* Tomo I p. 324.
- Somolinos, G. 1971. *La Primera Expedición Científica en América*. SEP Setentas, Sría. de Educación Pública, México.
- Vargas I. 1791. *Pronóstico físico-matemático de los temporales de 1791*. Imprenta Joseph de Jáuregui, en calle S. Bernardo (40 p.).
- Winstanley, D. 1973. "Rainfall Patterns and Atmospheric General Circulation", *Nature* 245, p. 190-194.

RECONOCIMIENTO

El autor agradece al Director de la Dirección de Geografía y Meteorología, Cap. Silvino Aguilar A., su gentileza al darnos acceso a los archivos climatológicos; al Sr. Francisco Cruz su colaboración en el presente trabajo por la

extracción y procesamiento de los datos. Asimismo, la ejecución de los cálculos para las pruebas de significación estadística. El autor agradece también al Sr. Jorge Calónico la elaboración de los dibujos y a la Sra. Aída Casas, el trabajo estenográfico.