

47-47  
~~Met. Cl. 1~~

V CONFERENCIA TECNICA DE HURACANES Y  
METEOROLOGIA TROPICAL

-----  
CICLOS EN LA PRECIPITACION EN CARACAS

Por Ferdinand Grosske  
Universidad Central de Venezuela

RESUMEN

Se discute brevemente la conveniencia de investigar supuestos ciclos. Se encuentran destacadas tendencias ascendentes y descendentes en los parámetros climatológicos, y con esto en todos los valores pluviométricos, los cuales se manifiestan en las llamadas "marchas" que se calculan como "promedios corridos" (1.891/1.900, 1.892/1.901, 1.893/1.902 etc.), suavizando las curvas obtenidas al formar la media sobre 5 valores adyacentes.

Sin poder definir, si se trata de parte de un ciclo o no, se encuentra gran similitud entre las curvas de la temperatura media anual y la cantidad de días con precipitaciones - pero no con la cantidad de precipitaciones en mm.

Existiendo una relación directa y muy buena entre la temperatura media anual y la cantidad de días con precipitaciones, se investiga lo primero algo más detalladamente. Eliminando influencias locales, se encuentra que en la "marcha" de la temperatura media anual se refleja también en Caracas y en el Norte-Central de Venezuela el conocido "calentamiento reciente" que se manifiesta en Caracas desde 1.917 hasta 1.958, quedando incierto, si después de 1.958 el calentamiento reciente terminó, se interrumpió, o si se vislumbra un nuevo enfriamiento. El calentamiento reciente se muestra en una subida de la temperatura media anual por 0.08°C por año en la media.

Hay fuertes indicios de que el calentamiento reciente está causado por una variación de la circulación general. No se comprueba ni se contradice la hipótesis de que esta variación sea parte de un ciclo o no.

No se encuentra una relación simple y directa del ciclo de las manchas solares con otros parámetros de la pluviosidad, y tampoco con la temperatura como Köppen había creído que existiera. Pero en los 7 casos a disposición, la Temporada Seca ha sido siempre más larga que la anterior.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

después del máximo de las manchas solares.

Se encuentra una muy buena relación respecto a la "marcha" entre el ciclo de las manchas solares y las precipitaciones anuales (ciclo de aprox. 22 años), deduciendo que las precipitaciones en mm de las dos Temporadas andan bien diferentes, quedando abierta la interrogante, si estas "marchas" son partes de ciclos o no. Se deduce que la parte de las precipitaciones que caen durante la Temporada Seca aumentarán en el futuro inmediato.

La "marcha" de la cantidad de días con precipitaciones, la cual tiene muy buena relación con la "marcha" de la temperatura media anual, respecto al año, no la tiene tan buena, respecto a la Temporada Pluviosa, y menos aun respecto a la Temporada Seca, pudiendo ser en el último caso que ciertas épocas con similitud de las curvas lo son solamente por pura coincidencia. No obstante, de la curva de la "marcha" de la cantidad de días con precipitaciones durante la Temporada Seca se deduce que estos van en aumento en el futuro inmediato.

También tienen una variación sorprendentemente grande las precipitaciones en mm por día respecto a diferentes años, existiendo muy destacadas tendencias ascendentes y descendentes en diferentes épocas, sin que se pudiera aseverar que corresponde a un ciclo o no.

Lo mismo ocurre al contemplar el principio, final y duración de la Temporada Pluviosa. No obstante, con la variación de la circulación general que supuestamente causó el calentamiento reciente, queda relacionado un adelanto del inicio de la Temporada Pluviosa.

Si bien se comprobó únicamente un solo ciclo, y además una probable relación simple y directa con el ciclo de las manchas solares, mientras no se pueda afirmar o negar la existencia de ciclos en otros parámetros pluviométricos, por las deducciones hechas a base de las tendencias ascendentes y descendentes de importantes parámetros de pluviosidad, la investigación de posibles ciclos tiene su valor.

A B S T R A C T

The convenience of investigating supposed cycles shall be briefly discussed. Outstanding tendencies, ascendants and descendings are present in the climatological parameters and also in all pluviometrical values and they show up in the so called "marchings" calculated as "average runs" / continuous averages (1891/1900, 1892/1901, 1893/1902 etc.) smoothing the obtained curves by forming the mean above 5 values adjacents.

Unable to determine or to define if we are dealing with a part of a cycle or not, a great similitude will be found between the curves of the temperature - by taking the yearly average - and the number of days with precipitations - but not with the quantity of precipitations in mm.

Existing a direct and very good relation between the yearly average temperature and the number of days with precipitations, we have to investigate more closely the first of both. By eliminating local influences, it will be found that in the "marchings" of the average yearly temperature in Caracas and also in the north-central/north-center of Venezuela, the well known "recent temperature rising" is reflected, as manifested in Caracas since 1917 until 1958, leaving open and uncertain if after 1958 the recent temperature rising ended, or was interrupted or if a new cooling will show up. The recent temperature rising is shown by a rising of the average yearly temperature of 0.08°C per year in the mean.

There are strong signs that the recent temperature rising is caused by a variation of the general circulation. The hypothesis of being this variation a part of a cycle has been neither confirmed nor contradicted.

No simple and direct relation of the cycle of the sun spots with other parameters of rain has been found, neither with the temperature as Köppen supposed to exist. But in the 7 cases on hand, the dry season has been always longer than the foregoing after the maximum of the sun spots.

A very good relation referring to the "marching" between the cycles of the sun spots and the yearly precipitations (cycle of aprox. 22 years) has been found, deducing that the yearly precipitations in Caracas are rising during the years to come. The "marchings" of the precipitations in each of the two seasons are moving or going very different, leaving open the question, if these "marchings" are to be considered parts of cycles or not. It is deduced that the part of the precipitations falling during the

dry season will increase during the near future.

The "marchings" of the number of days with precipitations, having a very good relation with the "marchings" of the yearly average temperature, regarding the year, does not have it as good with regard to the rainy season and even less with regard to the dry season; in the latter case it could be that certain epochs have similitude of the curves by pure coincidence only. Nevertheless, from the curves of the "marchings" of the number of days with precipitations during the dry season it is deducted that those will increase during an immediate future.

There is also a big and surprising variation in the precipitations by mm/day with regard to the different years, existing out-standing ascending and descending tendencies during different periods or epochs, without the possibility to asseverate that they correspond to a cycle.

The same occurs if we contemplate the beginning, end and duration of the rainy season. However, with the variation of the general circulation, which is supposed to be the cause of the recent temperature rising, we have a relation with regard to the advance of the initiation of the rainy season.

While there has been verified only one single cycle and besides a likely probable, simple and direct relation with the cycle of the sun spots, as long as we cannot confirm or deny the existence of cycles in other pluviometrical parameters, by the deductions based on the ascending and descending tendencies of important pluviometrical parameters, the investigation of possible cycles is of value.

-----

"V CONFERENCIA TECNICA DE HURACANES Y  
METEOROLOGIA TROPICAL"

-----  
CICLOS EN LA PRECIPITACION EN CARACAS

Por Ferdinand Grosske  
Universidad Central de Venezuela

Hablando de ciclos, entiendo perfectamente que estoy entrando en un terreno sumamente discutido. Hay destacados científicos que niegan el valor que tiene ocuparse de supuestos ciclos, y hay otros, preferentemente jóvenes, que se entusiasman en buscar e interpretar éstos. No quiero tomar parte en esto, sino presentar únicamente lo que he encontrado.

Siendo en los trópicos, y preferentemente en la franja ecuatorial y norteña del Continente Suramericano, el material de observación sumamente escaso, uno está inclinado a buscar posibilidades que pudieran ayudar a mejorar nuestros conocimientos, y sobre todo a buscar mejores posibilidades para los pronósticos a mediano y largo plazo, siendo la cuestión respecto a la Temporada Pluviosa venidera de vital interés económico, y siendo el desarrollo de la pluviosidad a largo plazo de gran importancia para proyectos industriales, en preferencia en lo que a represas de agua se refiere y a las industrias y demás dependencias de las represas.

Es cierto que existen fluctuaciones bastante grandes respecto a todos los parámetros climatológicos. A veces, estas fluctuaciones tienen la apariencia de ciclos, otras veces, el lapso de observación no es suficiente para poder hablar de ciclos, quedando únicamente la constancia de fluctuaciones con marcadas tendencias, sean éstas temporalmente ascendentes, o descendentes.

Si bien un entusiasta pudiera leer, del desarrollo de ciertos parámetros, un ciclo, y excusarse en caso de temporales discrepancias con "otras influencias desconocidas", no voy a entrar en este campo peligroso, consciente del hecho de que el famoso ciclo de Brückner de 35 años, que antes fué reconocido generalmente como un hecho real, no se cumple, como así lo comprobó A. Wagner en el año de 1.940.

Las tendencias ascendentes que alternan con las tendencias descendentes de parámetros climatológicos, las llamaré "marchas". Estas marchas no se presentan en forma obvia a primera vista, sino algo "escondidas", debido a la gran variación de los parámetros de año en año.

FIGURA - 1 -

En la figura - 1 - está representado, por líneas verticales, el número de días con lluvia igual o mayor a 0.1 mm para los años 1.891 a 1.966, encontrándose la escala en el lado derecho de la figura. Se nota la gran diferencia de los extremos, siendo el mínimo 78 y el máximo 222 días con lluvia por año.

La curva delgada sobrepuesta representa los "promedios corridos", 1.891 a 1.900; 1.892 a 1.901; 1.893 a 1.902, etc.; ocurriendo todavía en esta curva irregularidades de consideración, se obtuvo la media sobre 5 valores adyacentes, consiguiendo la curva gruesa a la cual llamamos "marcha".

Tenemos épocas con marcadas tendencias ascendentes y descendentes, fluctuando el promedio corrido entre 103 y 144 días con lluvia por año. Las dos máximas de la marcha distan 45 años. También en otros parámetros encontraremos más tarde ciclos de aproximadamente cerca de 44 años, o sea del cuádruple del ciclo de las manchas solares, pero una secuencia de 75 años no parece suficiente para determinar tal ciclo.

Buscando una correlación se encuentra cierta similitud con la marcha de la temperatura media anual, calculando esta marcha de la misma forma como se explicó anteriormente.

La marcha de la temperatura media anual se representó en la figura - 1 - por la curva superior, encontrándose la escala al lado izquierdo del diagrama. A simple vista parece que existiera una buena relación, sobre todo al considerar un desplazamiento de fase. Entonces, nos aparece una notoria coincidencia entre ambas curvas, resultando, en términos generales, que un aumento de la temperatura media anual provoca, con cierto retraso, un aumento de los días con precipitaciones, y viceversa, pero no - como veremos más tarde - un aumento de las precipitaciones anuales. En la última parte de ambas curvas constatamos una discrepancia considerable, hasta una relación inversa a partir del decenio 1.946/1.955.

Las curvas de la figura - 2 - representan los promedios corridos sin apaciguamiento - de la temperatura media anual, arriba La Colonia Tovar, en el medio Caracas-Cagigal y abajo Maracay. Debido a las diferentes alturas de las 3 estaciones se indicó, para cada estación, una escala diferente en el lado izquierdo de la figura.

Se pueden hacer varias especulaciones sobre el porqué de tanta diferencia en las características de las curvas de las 3 estaciones, y creo haber encontrado una explicación plausible: El factor decisivo es la diferente ubicación de las 3 estaciones. La Colonia Tovar se encuentra en una pendiente montañosa, el Observatorio Cagigal está situado en una colina dentro de un valle y Maracay en la cuenca del Lago de Valencia. La causa misma del aumento de la temperatura media anual es el conocido calentamiento reciente del globo terrestre. A su vez, la causa del calentamiento reciente es, según Flohn y otros una variación en la circulación general, habiéndose desplazado, en términos medios, las Altas Subtropicales más hacia el Norte en nuestro Hemisferio, siendo la influencia tropical en las latitudes subpolares y polares mayor que antes de este desplazamiento. Si la teoría de Flohn es correcta, las influencias subpolares y polares que se manifiestan en nuestras latitudes deben ser menores, reflejándose también aquí el calentamiento reciente. Además, al trasladarse las Altas Subtropicales en su posición media más hacia el Norte, nuestra latitud de  $10\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$  debe quedar en mayor grado, bajo la influencia de la circulación ecuatorial, la cual es mucho más floja que la circulación de los Alisios. La circulación ecuatorial también se destaca por la mayor ocurrencia de calmas. Calmas nocturnas, más frecuentes en la circulación ecuatorial que en la circulación de los Alisios, se reflejan en los valles en la temperatura, formándose en ellos lagos de aire frío durante la noche, lo que influencia la temperatura media anual; y en el caso de Maracay, lo hace de tal forma, que se sobrepone esta influencia al calentamiento general, resultando en Maracay una disminución de la temperatura media anual. En Caracas-Cagigal, por encontrarse situada la estación en una colina dentro de un valle, prevalece, en total, el calentamiento general, pero en forma apaciguada, mientras en la Colonia Tovar, situada en una pendiente de montaña, tenemos el puro reflejo del calentamiento reciente, habiendo aumentado la temperatura media anual desde el decenio de 1.935-1.944 hasta el de 1.952-1.961 de  $15.40^{\circ}\text{C}$ , o sean  $1.36^{\circ}\text{C}$  en 17 años, o alrededor de  $0.08^{\circ}\text{C}$ , por año en el

promedio. Este valor corresponde a los valores encontrados anteriormente en investigaciones al respecto.

La curva de la Colonia Tovar indica también que, a partir del decenio 1.951-1.960 hay una irregularidad en el calentamiento reciente, quedando abierta la cuestión de si se trata de una simple irregularidad o si se vislumbra ya el inicio de un nuevo enfriamiento, coincidiendo esta consideración perfectamente bien con los resultados obtenidos anteriormente por otros investigadores.

Del material presentado aquí no podemos deducir, si el calentamiento reciente es parte de un ciclo, si el mismo terminó, o si se vislumbra ya, un nuevo enfriamiento.

Si mi deducción de la sobreposición del calentamiento reciente por acumulación nocturna de aire frío en valles fuera cierta, la amplitud de los extremos diarios, de la temperatura en valles, debería aumentar, lo cual sí ocurre.

Por los registros sabemos que el calentamiento reciente se manifiesta en Caracas después de 1.917 continuado hasta 1.958, y no se sabe como va a desarrollarse en el futuro.

Debemos encontrar otra consecuencia, puesto que un desplazamiento de las Altas Subtropicales hacia el norte, más a menudo debe manifestarse en Caracas la influencia de la circulación de los Alisios del Hemisferio Sur. Esta influencia debe reflejarse por mayor ocurrencia de Segundas Temporadas Secas que se intercalan en la Temporada Pluviosa.

Tabla - 1 -

OCURRENCIA DE SEGUNDAS TEMPORADAS SECAS (POR QUINQUENIOS)

A). Antes del calentamiento reciente:

1891-95	96/00	01/05	06/10	11/15	
2	2	0	1	2	media: 1.4

B). Durante el calentamiento reciente

16/20	21/25	26/30	31/35	36/40	41/45	46/50	51/55	
2	1	2	1	2	1	1	1	media 1.5

C). Después del supuesto fin del calentamiento reciente

56/60	61/65	
0	0	media 0,0

Las deducciones que se pueden hacer de la tabla - 1 - respecto al inicio del calentamiento reciente no son suficientemente claras, pero si nos dan un indicio respecto a que el calentamiento reciente haya terminado a partir del quinquenio 1.956/60. No obstante, siendo la ocurrencia de Segundas Temporadas Secas en Caracas un evento de poca frecuencia, el material estadístico no es suficiente para hacer deducciones fehacientes. Ahora bien, la circulación de los Alisios del Hemisferio Sur debe manifestarse también en "Epocas Secas" durante la Temporada Pluviosa, considerando como tal una época de por lo menos 7 días sin precipitaciones mensurables. Las causas para tal evento pueden ser dos: primera, una estabilización excepcional y temporal del aire dentro de la circulación ecuatorial, y segunda, la influencia de la circulación de los Alisios del Hemisferio Sur. Si el desplazamiento hacia el Norte de las Altas Subtropicales de nuestro Hemisferio fuera cierta, debieran ocurrir en Caracas más "Epocas Secas" durante la Temporada Pluviosa al iniciarse el calentamiento reciente, o sea a partir de 1.917.

Tabla - 2 -

OCURRENCIA DE "EPOCAS SECAS" DURANTE LA TEMPORADA PLUVIOSA (7 DIAS O MAS SIN PRECIPITACIONES MENSURABLES), POR QUINQUENIOS

A). Antes del calentamiento reciente

91/95	96/00	01/05	06/10	11/15	
6	10	6	4	5	media 6.2

B). Durante el calentamiento reciente

16/20	21/25	26/30	31/35	36/40	41/45	46/50	51/55	
11	11	12	8	5	7	4	6	media 8.0

C). Después del supuesto fin del calentamiento reciente

56/60	61/65	
7	1	media 4.0

La tabla - 2 - confirma mejor que la tabla - 1 - el razonamiento antes explicado, y con ésto la teoría de Flohn, Willett y Butzer.

La acumulación de "Epocas Secas" durante la Temporada Pluviosa en los 3 quinquenios de 1.916 a 1.930 coincide con un aumento máximo de la temperatura media anual.

No encontramos un ciclo respecto a la ocurrencia de Segundas Temporadas Secas y de "Epocas Secas" durante la Temporada Pluviosa.

Anteriormente se han hecho investigaciones para averiguar, si el calentamiento reciente es parte de un ciclo o no, siendo los resultados de tales investigaciones no concluyentes. El material presentado aquí confirma esta incertidumbre.

Pasemos a una investigación que hice respecto a la relación entre el ciclo de las manchas solares y la temperatura media anual. Köppen, en el año 1.873, creyó haber encontrado una relación simple y directa entre el ciclo de las manchas solares y la temperatura en los Trópicos, coincidiendo, según él, un máximo de las manchas solares con una disminución de la temperatura de 0.4°C. En cambio en 1.914, Köppen creyó haber comprobado que antes de 1.800, la relación había sido inversa. Investigando el lapso del cual disponemos de datos para Caracas no encontramos ninguna relación entre manchas solares y temperatura.

FIGURA - 3 -

Siendo en los Trópicos las precipitaciones más importantes que la temperatura, hemos buscado, una relación simple y directa entre las precipitaciones y el ciclo de las manchas solares, siendo el resultado tan negativo como en la investigación anterior.

Buscando otras relaciones simples y directas con el ciclo de las manchas solares encontramos lo siguiente:

En los 7 casos a disposición, un año después del máximo de las manchas solares, la Temporada Seca resultó siempre más larga que la del año anterior.

Tabla - 3 -

DURACION DE LA TEMPORADA SECA RESPECTO A LA ANTERIOR

1894/95	+ 32 días	1938/39	+ 14 días
1906/07	+ 29 días	1948/49	+ 20 días
1918/19	+ 8 días	1958/59	+ 9 días
1929/30	+ 3 días	media	+ 15 días

-----  
La "marcha" de la temperatura media anual presentaba destacadas tendencias ascendentes y descendentes en diferentes épocas, sin que hayamos podido determinar un ciclo. En cambio, la "marcha" de la pluviosidad anual si tiene un ciclo, aproximadamente de 22 años, o sea del doble del ciclo de las manchas solares.

FIGURA - 4 -

La curva superior representa la "marcha" de la pluviosidad anual en Caracas, calculando "promedios corridos" (1891/1900, 1892/1901, 1893/1902 etc.), y tomando de estos valores la media de 5 años adyacentes. Vemos una curva que ciertamente podemos considerar como un ciclo de aprox. 22 años.

Considerando que la polaridad del Sol tiene un ciclo de aprox. 22 años, y tomando la ocurrencia de manchas solares como reflejo del ciclo de la polaridad, hemos tomado los números relativos de las manchas solares alternativamente como positivos y negativos. Calculando entonces promedios corridos y calculando otra vez la media sobre 5 valores adyacentes, encontramos la curva inferior, en la figura - 4 -, Se anotaron en paréntesis los años de los máximos de las manchas solares, y además los decenios de la "marcha", en los cuales ocurrió dicho máximo. Esto último se hizo también para la marcha de la pluviosidad anual, anotando adicionalmente el retraso o el adelanto del ciclo de las precipitaciones anuales, respecto al ciclo de las manchas solares.

Sin duda existe una relación muy buena entre ambas curvas, y con esto un ciclo en la pluviosidad anual. Generalmente, respecto a la "marcha" de ambos parámetros, la pluviosidad anual sigue en sus máximos y mínimos a los de las manchas solares, pero una vez las máximas coinciden exactamente, y en otro caso el desplazamiento de fase respecto a la pluviosidad anual es negativo.

Respecto al promedio de la pluviosidad anual podemos decir que nos encontramos actualmente en, o bien cerca, de un mínimo. Habiendo ya empezado a subir la curva de las manchas solares podemos deducir que la pluviosidad anual, respecto a los promedios sobre 10 años, va a subir también en los próximos años, deducción que tiene gran importancia para la economía del país, si bien no podemos predecir, si vienen años individuales con escasez o con abundancia excepcional de lluvias, debido a la gran irregularidad que existe aquí en la pluviosidad. Solamente en términos generales podemos hacer el pronóstico arriba enunciado.

Habiendo encontrado en las precipitaciones anuales un ciclo de unos 22 años, que tiene obviamente relación con el doble del ciclo de las manchas solares, vamos a observar más detenidamente las precipitaciones en las dos Temporadas. Contemplando primeramente el Año Hidrológico Genético, el cual empieza con el primer día de la Temporada Pluviosa y termina con el último día de la Temporada Seca, encontramos una "marcha" casi congruente a la del año calendario.

Ahora bien, las causas de las precipitaciones en las dos Temporadas son diferentes. Las precipitaciones de la Temporada Pluviosa, en general, son causadas por la inestabilidad del Aire Ecuatorial que migra hacia o se forma en nuestras latitudes durante el verano del Hemisferio, causando así dicha temporada.

Las precipitaciones durante la Temporada Seca, en su mayoría son causadas por invasiones del frente polar o de Aire de origen polar, ocurriendo muy a menudo estas invasiones en la altura. Tratándose de diferentes causas, la "marcha" de la pluviosidad en ambas Temporadas debe ser diferente, cosa que confirma la figura siguiente:

FIGURA - 5 -

La curva superior representa la "marcha" de la pluviosidad, en mm, del Año Hidrológico. Como se suponía, las dos curvas inferiores, representando la marcha de la pluviosidad, en mm, de la Temporada Pluviosa y de la Temporada Seca tienen características diferentes. Parcialmente hay similitud pero, también parcialmente, las dos curvas andan en sentido contrario, especialmente al final de la secuencia, donde constatamos que las lluvias aumentaron en la Temporada Pluviosa y disminuyeron en la Temporada Seca.

Se hace hincapié en la variación de las precipitaciones en mm, observando márgenes muy amplios. Se anotó al lado de cada curva el máximo absoluto, la media sobre 75 años y el mínimo absoluto, resultando que determinadas Temporadas Secas pueden tener más pluviosidad que determinadas Temporadas Pluviosas, y se menciona aparte que hubo dentro de la secuencia representada, dos años, en los cuales la Temporada Seca tuvo más precipitaciones que la Temporada Pluviosa siguiente. (1.903/1.904, 1950/1951).

En las curvas de las dos Temporadas tenemos marcadas tendencias ascendentes y descendentes, fluctuando los promedios de 10 años en un margen muy amplio.

En las curvas de las dos Temporadas, por separado, no podemos definir un ciclo, pero en la suma de ambas, si hay ciclo, a pesar de que las causas de las precipitaciones de ambas temporadas son diferentes. La curva que más se asemeja a la de las manchas solares es la de la Temporada Seca, después de la curva del Año Hidrológico. Sin poder aducir más que la apariencia de las curvas, podemos presumir que la pluviosidad durante la Temporada Seca va en aumento para el futuro en sus valores promedios, al igual que las precipitaciones de todo el Año Hidrológico. No podemos decir lo mismo con respecto a la Temporada Pluviosa, puede ser que sí aumente, como también puede ser que no.

El hecho de ocuparse de la búsqueda de ciclos también puede ser de valor en el caso de que no se encuentren éstos, ya que de las tendencias ascendentes y descendentes de las curvas se pueden hacer deducciones valiosas. Al contemplar las curvas de la figura - 5 - pudiera ser razonablemente sostenida la opinión de que las precipitaciones anuales van en aumento en sus valores de promedio, y las precipitaciones en las dos Temporadas van a estar mejor equilibradas, si bien ciertos años pueden ser

bastante diferentes del promedio como siempre sucede en nuestra área.

Siendo de sumo interés la pluviosidad durante la Temporada Seca, preparé una gráfica que representa la "marcha" del porcentaje de precipitaciones del Año Hidrológico, que cae durante la Temporada Seca.

FIGURA - 6 -

Observamos otra vez un margen sumamente amplio, pudiendo caer durante la Temporada Seca solamente un 0.6% de las precipitaciones del Año Hidrológico, como también un 44.1%. Tenemos en la "marcha" épocas con muy destacadas tendencias ascendentes y descendentes. No puedo afirmar que estas tendencias pudieran llegar a ser un ciclo. Uno puede suponer que la irregularidad entre los decenios 1.914/24 y 1.931/41, o entre 1.914/24 y 1.937/47 proviene de "influencias desconocidas", y con cierta imaginación, se podría interpretar la curva como un "ciclo disturbado". Hay dos posibles suposiciones de la existencia de un ciclo, las cuales dibujé en línea rayada. De una suposición resultaría un ciclo de 22 años; de la otra uno de 44 años. El suponer que dichas curvas representan un ciclo, tiene algo en su favor por el hecho de que se pudieran tratar de períodos de 22 años ó de 44 años, o sea el doble o el cuádruple del período del ciclo de las manchas solares, pareciéndome un ciclo de 22 años lo más aceptable.

Lo que parece cierto es el hecho de que nos encontramos actualmente en, o cerca de un mínimo respecto a la parte de precipitaciones del Año Hidrológico que cae durante la Temporada Seca. Que las precipitaciones durante la Temporada Seca aumentarán en el futuro, es una conclusión valiosa aun en el caso de que se discuta o se niegue la existencia de un ciclo.

-----  
Es de suponer que los días con lluvia y las precipitaciones caídas en una Temporada tienen una relación directa, es decir, cuantos más días con lluvia hay, tanto más precipitaciones se registran, y viceversa. Pero es el caso, que esto no ocurre, sino solo aproximadamente en la Temporada Seca, como así lo demuestra la siguiente figura.

FIGURA - 7 -

Las curvas de las figuras 5 y 7 no tienen semejanza sino solamente en cierto modo respecto a la Temporada Seca

Se observa, a simple vista, que la curva de la Temporada Seca tiene similitud con la de la figura - 5 -, pero respecto a la Temporada Pluviosa y el Año Hidrológico, las curvas de los días con lluvia y las de las precipitaciones en mm, son bien diferentes.

Otra vez observamos una fluctuación sumamente grande en este parámetro, y hay también determinadas épocas con marcadas tendencias ascendentes o descendentes. Como veremos más tarde, en la Temporada Pluviosa y también en el Año Hidrológico, la marcha de los días con precipitaciones andan aproximadamente en sentido inverso a la marcha de la intensidad de las lluvias, lo cual significa que, tanto más intensa son las lluvias, tanto menos días con lluvia hay, y viceversa. Esta relación no existe en la Temporada Seca.

No se pueden hacer deducciones sobre la "marcha" futura de las curvas del Año Hidrológico y de la Temporada Pluviosa, pero por la impresión que nos deja la curva de la Temporada Seca, se puede deducir que el número de días con precipitaciones aumentará en el futuro, durante la Temporada Seca, al igual que las precipitaciones en mm, como hemos deducido anteriormente.

FIGURA - 8 -

Como los demás parámetros, también las precipitaciones por día pluvioso fluctúan en un margen sumamente amplio, lo cual no es raro si se comparan diferentes días, pero que la fluctuación promedio en un año sea tan amplia, preferentemente en la Temporada Seca, es sorprendente. En la Temporada Seca del año 1.958/59 cayeron 1.2 mm de precipitación por día pluvioso, en su valor medio, y en la Temporada Seca, 1.950/51 cayeron precipitaciones hasta 8 veces mayores, es decir, 9.6 mm por día pluvioso.

A pesar de tan destacadas tendencias ascendentes y descendentes no podemos determinar un ciclo ni hacer deducciones sobre el futuro desarrollo de la cantidad de lluvia que cae, por día pluvioso.

En otras cuestiones sumamente importantes tampoco encontramos ciclos, pero siempre hay marcadas épocas de tendencias ascendentes y descendentes.

Cada año se repite la cuestión, referente a: ¿Cuándo comenzará la Temporada Pluviosa? ¿Cuánto tiempo durará? ¿Será leve o fuerte?. Cada año los empíricos pronosticadores retornan, enredando a la población, y nosotros, los profesionales, no podemos decir nada al respecto. Se buscó una solución a esto, al averiguar si hay o no ciclos en estos parámetros, y el resultado ha sido negativo.

FIGURA - 9 -

Como de costumbre, encontramos un margen sumamente amplio, en este caso, respecto al principio, la duración y el final de la Temporada Pluviosa, como lo demuestra el cuadro que encabeza la gráfica. También encontramos marcadas tendencias ascendentes y descendentes, y en este caso sería atrevido hacer suposiciones sobre el futuro desarrollo de las curvas, preferentemente en lo que al inicio de la Temporada Pluviosa se refiere. Las curvas del principio y del final de la Temporada Pluviosa parcialmente andan paralelas, y parcialmente andan en sentido inverso, y de un principio temprano o tardío de la Temporada Pluviosa no se pueden hacer deducciones sobre su final. La curva del principio de la Temporada Pluviosa en 1.952/61 se encuentra, respecto a los valores de promedio sobre 10 años, en una posición más temprana que nunca, lo que también es un reflejo de la variación de la circulación general, pues si las Altas Subtropicales se trasladan más hacia los polos, Caracas debe quedar más tempranamente, en la circulación ecuatorial y con esto debe entrar la Temporada Pluviosa anticipadamente.

Por los datos estadísticos de los años individuales, sabemos que el adelanto del principio de la Temporada Pluviosa empieza en el año 1.917, al igual que el reflejo del calentamiento reciente, pero la fluctuación, de año en año, del principio de la Temporada Pluviosa es mucho mayor que la fluctuación de la temperatura media anual, y hasta hay cierto retraso del principio de la Temporada Pluviosa alrededor del año 1.929.

En todas las gráficas presentadas aquí, hemos observado ciertas irregularidades inexplicables en el principio de la secuencia, y estoy inclinado a creer que las observaciones no se hicieron con la debida exactitud sino a partir del primer decenio de nuestro siglo.

## CONCLUSIONES

Hemos encontrado en todos los parámetros investigados en la llamada "marcha" de los mismos, marcadas tendencias ascendentes y descendentes, las cuales permiten en varios casos hacer conclusiones sobre el desarrollo futuro. En unos casos no encontramos ciclos, en otros se puede suponer su existencia, y en un solo caso encontramos un ciclo, relacionado con el ciclo de las manchas solares, es decir en el caso de las precipitaciones anuales en mm, las cuales presentan un ciclo de aprox. 22 años, o sea el doble del ciclo de las manchas solares.

Además encontramos una relación simple y directa con la ocurrencia de máximos de manchas solares, debiendo tomarse el resultado con cierta reserva, pues se trata solamente de 7 casos. Sin embargo, todos ellos cumplen sin excepción la relación supuesta. Esta relación es: La Temporada Seca, después del máximo de las manchas solares dura más que la anterior, en la media por 15 días.

En las investigaciones sobre la temperatura media anual, y en la estadística de "Epocas Secas" durante la Temporada Pluviosa se encontraron buenos indicios que sostienen la teoría respecto al desplazamiento de las Altas Subtropicales más hacia los polos y que las variaciones del clima están causadas por variaciones de la circulación general. Anteriormente se buscaron, pero no se encontraron, ciclos respecto a estas variaciones cortas del clima, y el material usado en el presente trabajo no permite conclusiones para adelantar en esta cuestión de sumo interés.

Salvo las relaciones con el ciclo de las manchas solares queda abierto a discusión, si existirán o no ciclos respecto a ciertos parámetros. Dichas investigaciones de supuestos ciclos permiten, en algunos casos, hacer deducciones definitivas sobre un probable desarrollo de importantes parámetros climatológicos, trayendo consigo la investigación de supuestos ciclos algo positivo.

L I T E R A T U R A

Blüthgen, J.

Allgemeine Klimageographie (in: Lehrbuch der allgemeinen Geographie, Band II. Ed.: Walter de Gruyter & Co., Berlin 1964)

Brückner, E.

Klimaschwankungen seit 1700, nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. (Geographische Abhandlungen 4, nr. 2, 1.890).

Butzer, K. W.

The recent climatic fluctuation in lower latitudes and the general circulation of the pleistocene. (Geogr. Ann. 39, 1957).

Flohn, H.

Zur Didaktik der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre (in Geographische Rundschau 1953 nr. 5).

Grosske, F.

Sobre la pluviosidad en Caracas. (Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Departamento de Meteorología e Hidrología, Caracas, 1967.)

Klanke, A.

Precipitaciones diarias del Observatorio Cagigal. (Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Departamento de Meteorología e Hidrología, Central de Datos Geofísicos. Caracas, 1965.)

Tabares Martínez, L. E.

Lluvias diarias del Observatorio Cagigal, 1890 a 1958, y su frecuencia. (Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. Caracas, 1959.

Wagner, A.

Klimaänderungen und Klimaschwankungen (Die Wissenschaft, Bd. 92, Braunschweig 1940).

Willett, H. C.

Long-period fluctuations of the general circulation of the atmosphere (Journal of Meteorologie, Vol. 18 nr. 1. American Meteorological Society, 1949.)

Figura -1-

Días con Lluvia  $\geq 0.1$  mm y

Temperaturas medias anuales

(Marcha)

días  
200

Días con lluvia  
Max. abs.: 202 (1938)  
Media: 124 (1891/1965)  
Min. abs.: 78 (1899)

Temp. med. anuales  
21.7°C (1958)  
20.1°C (1891/1965)  
18.1°C (1917)

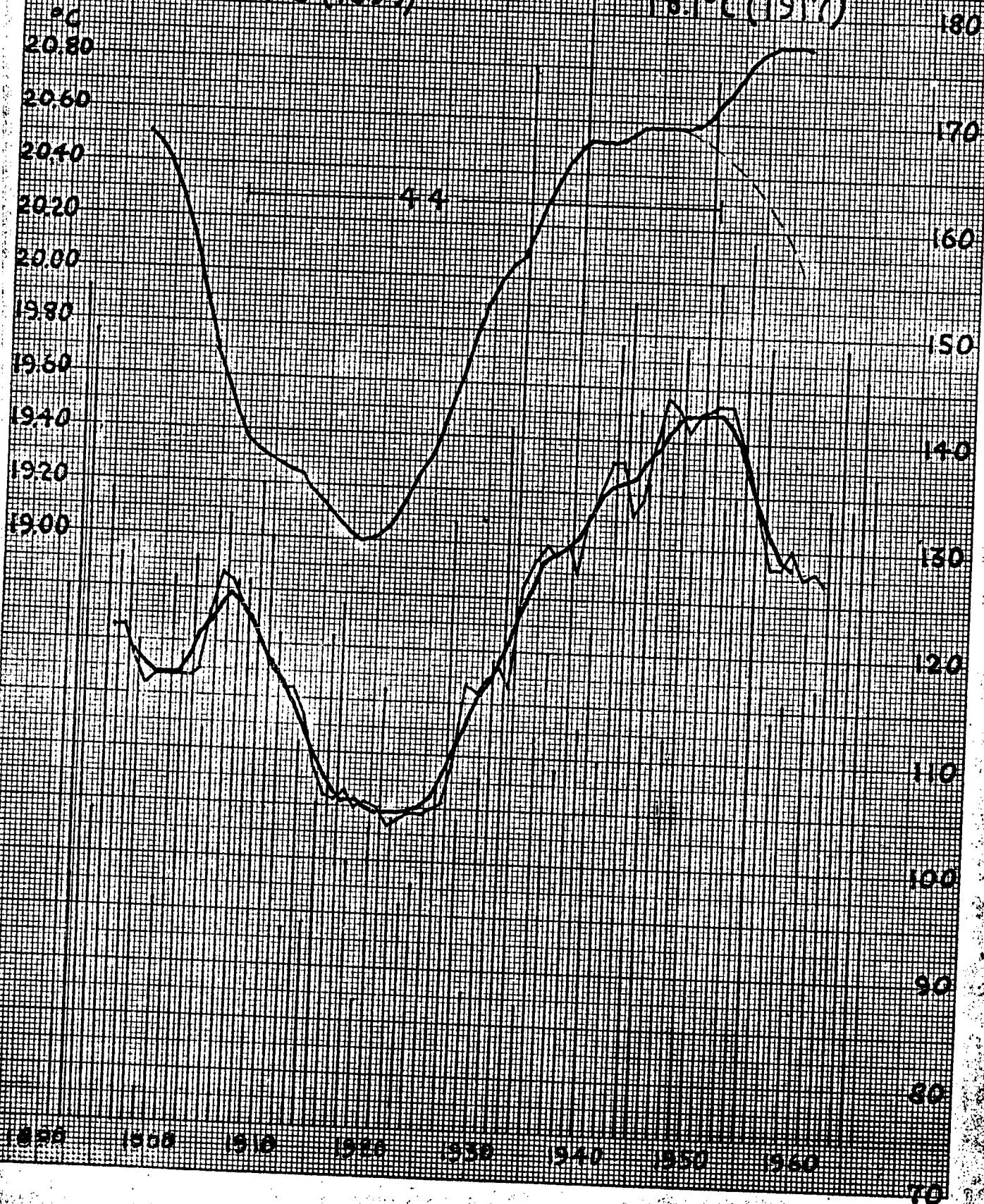


Figura -2-

Temperaturas medias anuales

(Promedios corridos)

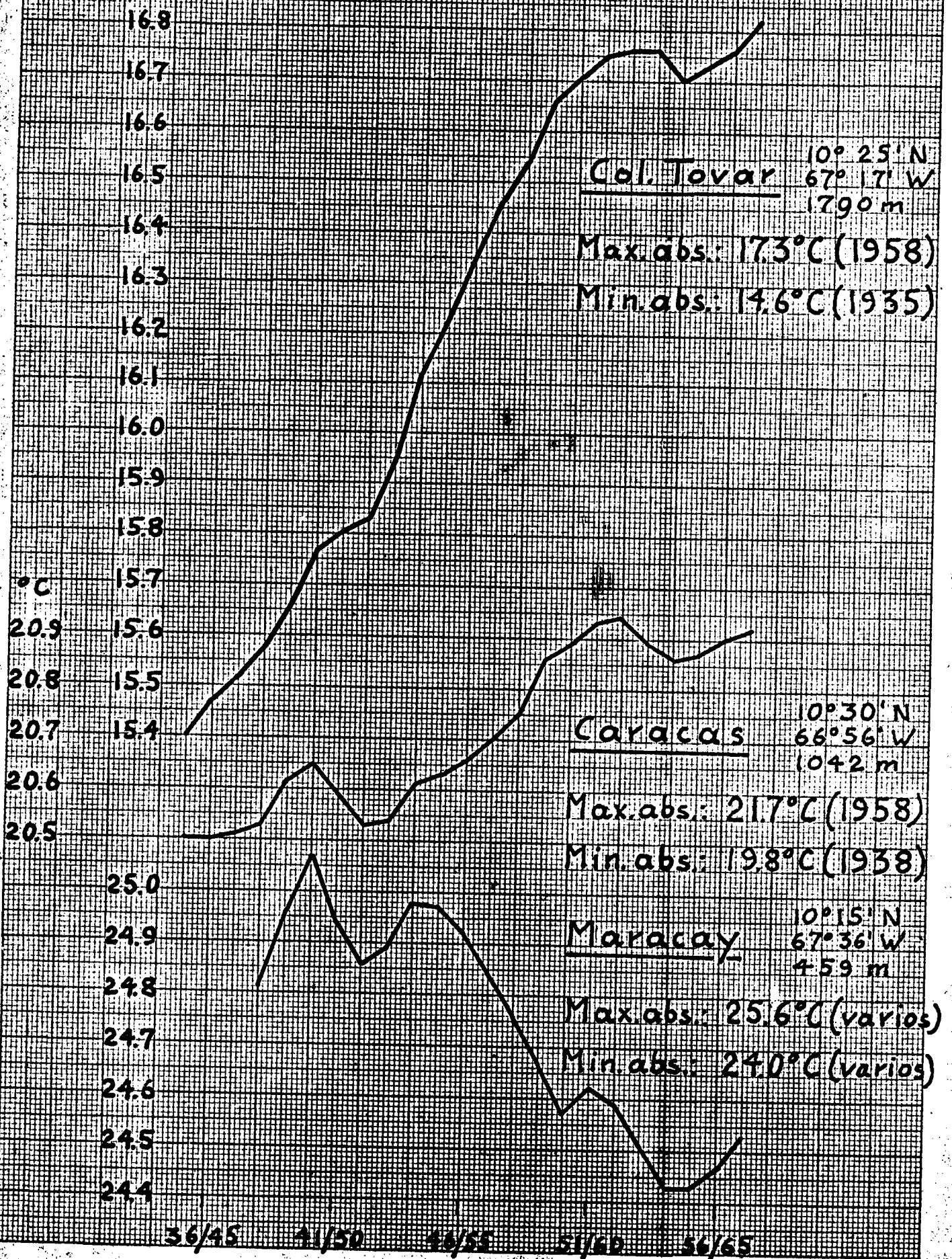
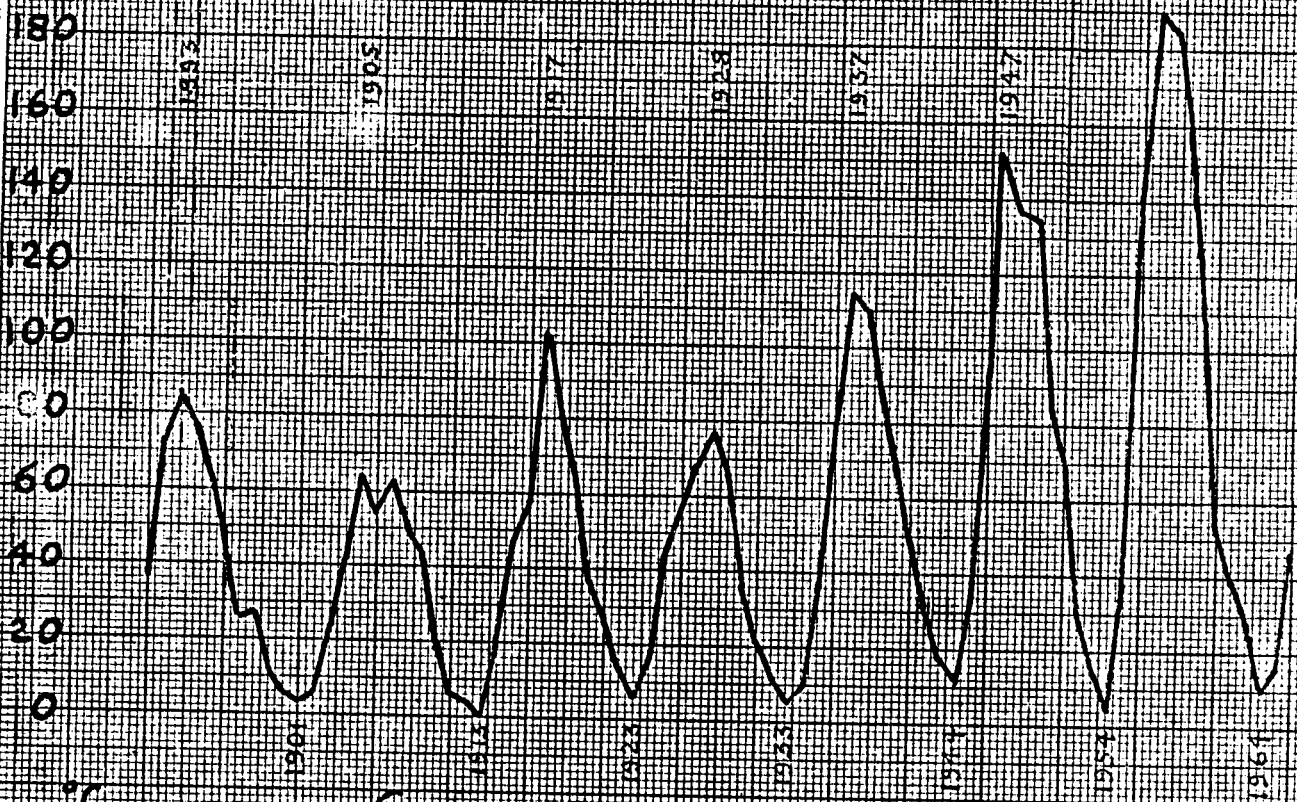


Figura - 3 -

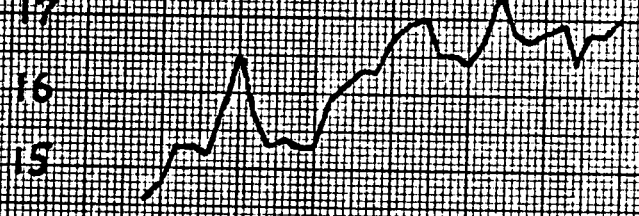
Manchas solares (números relativos según Wolf)  
y Temperaturas medias anuales



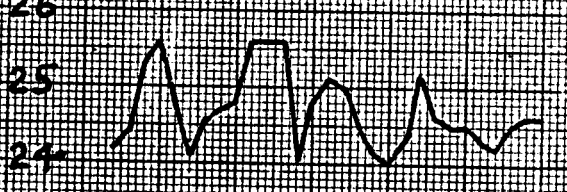
Caracas



Col. Tovar



Maracay



1891 1901 1911 1921 1931 1941 1951 1961

Figura -4-

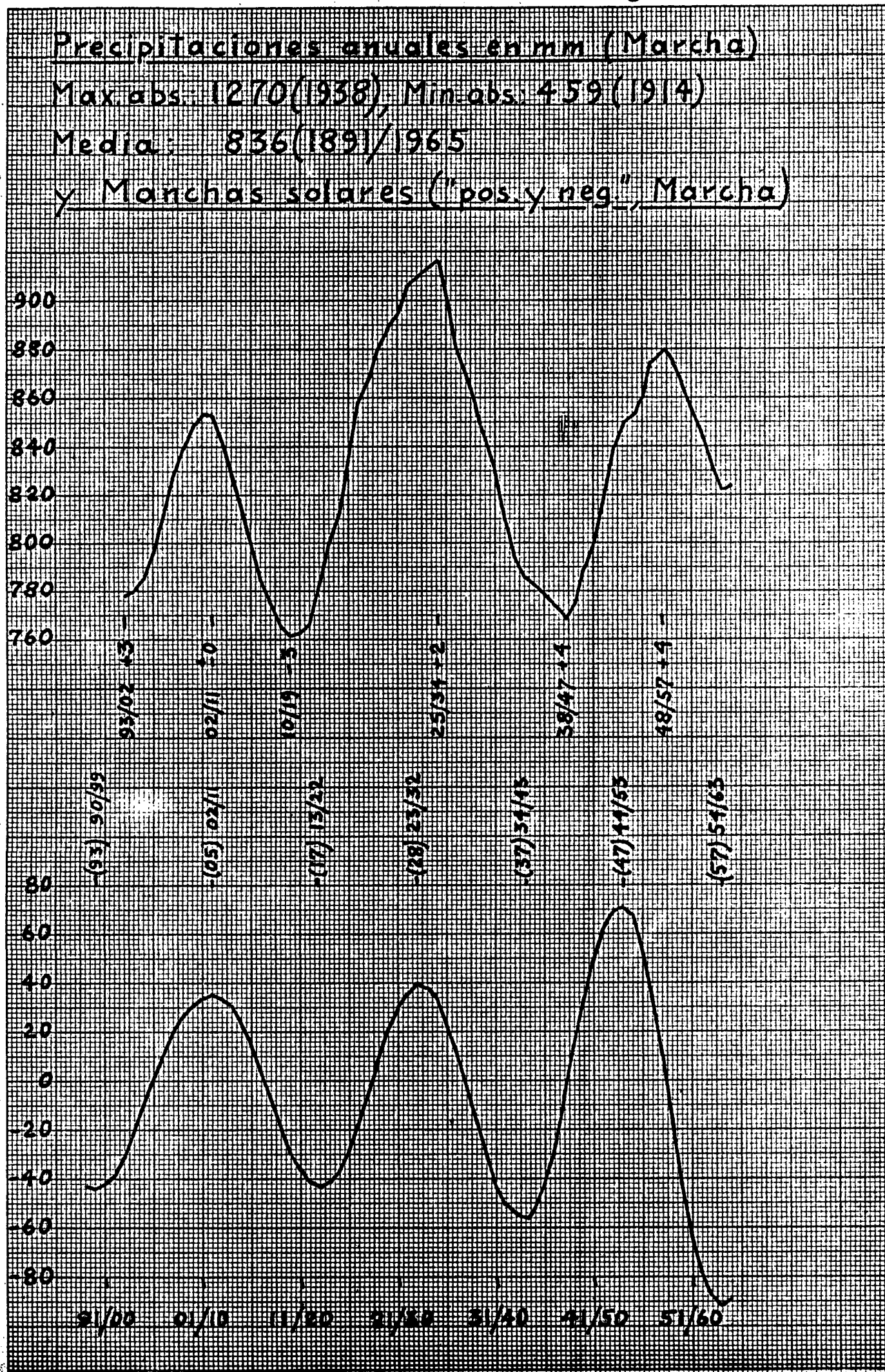


Figura -5-

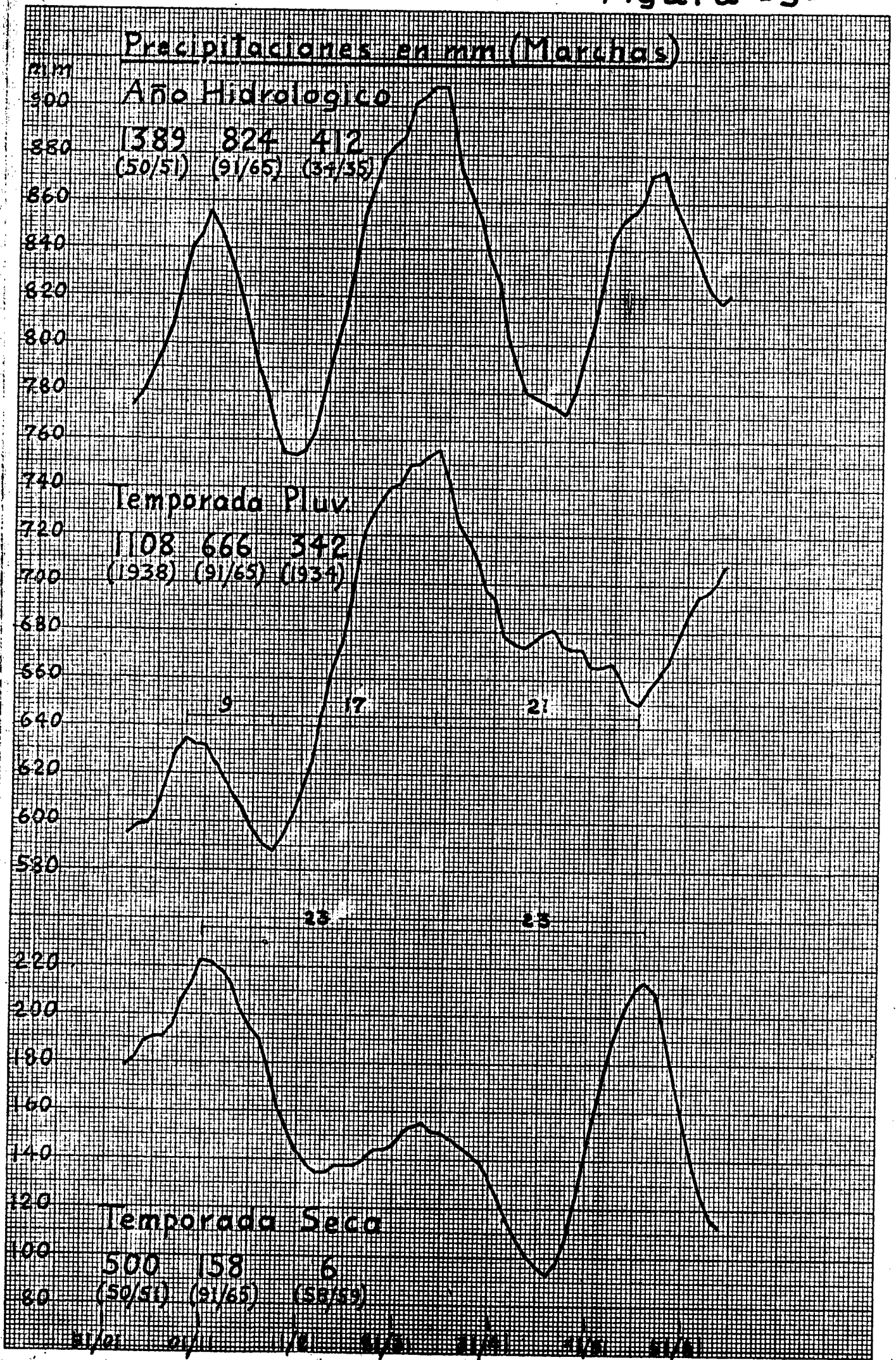
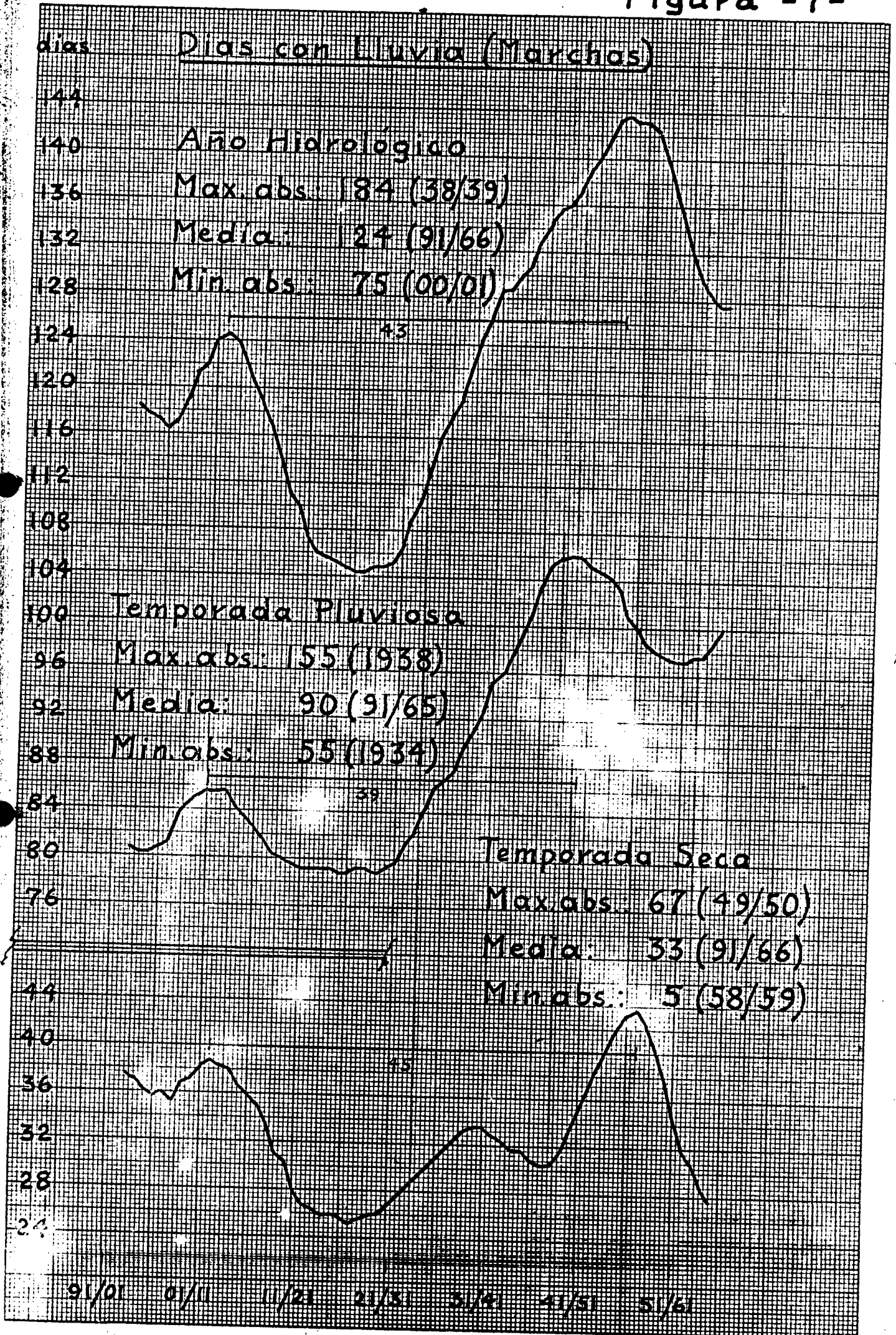


Figura -7-



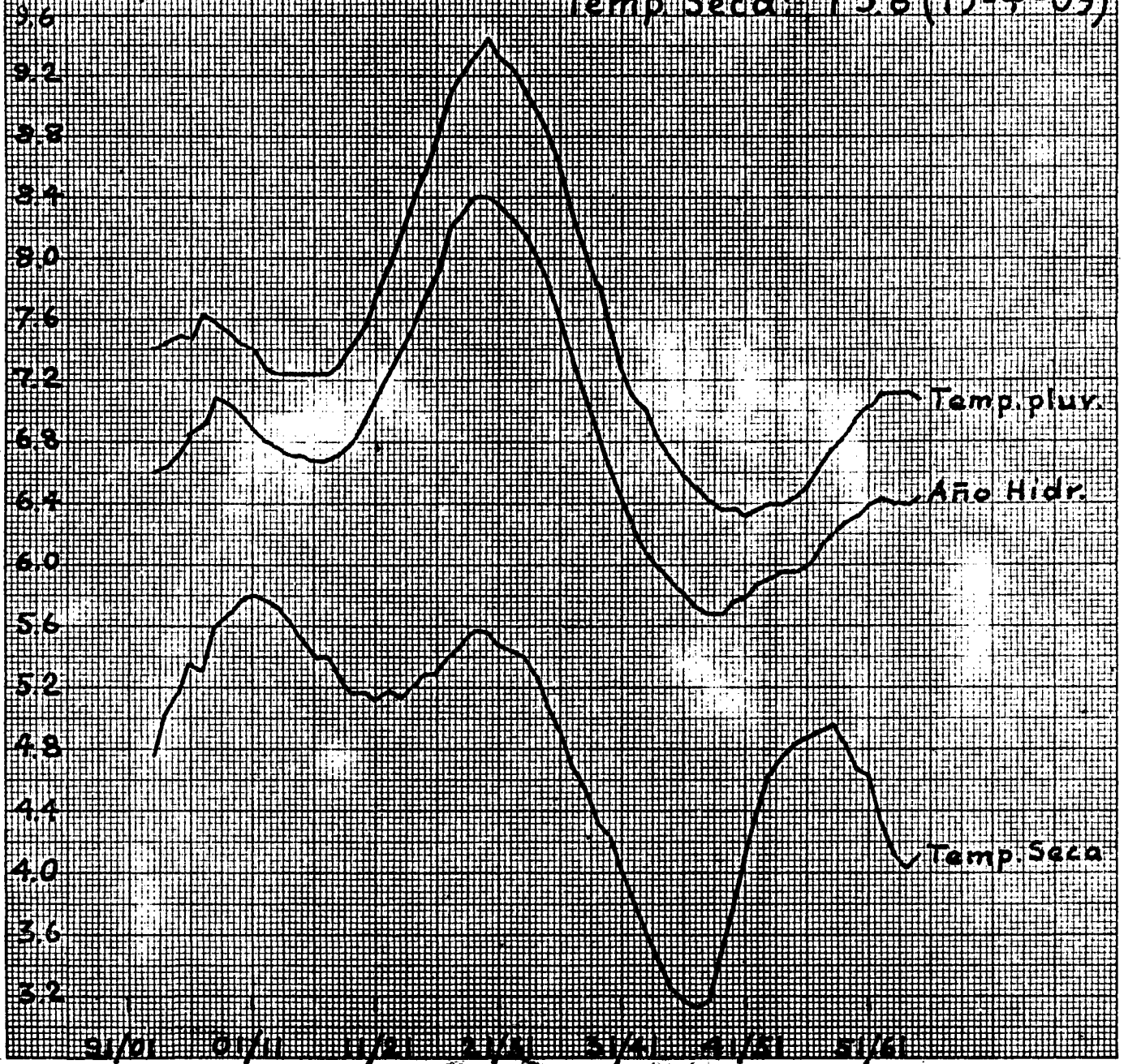
Precipitaciones en mm por día lluvioso  
(Marchas)

	Max. anual	Min. anual	Media (91/66)
Temp. Pluv.	12.6 (1924)	4.8 (1951)	7.3 mm
Año Hidr.	11.9 (23/24)	4.2 (44/45)	6.6 mm
Temp. Seca	9.6 (50/51)	1.2 (58/59)	4.8 mm

Max. abs.

Temp. Pluv.: 86.3 (1-9-43)  
Temp. Seca: 73.6 (19-4-09)

mm/día pluv.



Temporada Pluviosa			
	Extremos abs.		Media(1891/1965)
su Principio	13-4(1967)	30-6(1891)	15-5
su Final	27-9(1902)	12-12(1928)	10-11
su Duracion (Marchas)	117(1891)	237(1938)	180 días

