

## EL REGIMEN PLUVIOMETRICO ANUAL EN EL OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE 1891-1980 UN CASO DE ANALISIS ESTADISTICO

---

Lic. Víctor Freddy Saborío T.\*

---

### RESUMEN

Con el fin de describir el comportamiento y las características de las precipitaciones mensuales y anuales, el Observatorio Meteorológico de San José, Costa Rica, de la serie 1891-1980, se aplicaron (a los valores mensuales y anuales de precipitación), algunas medidas estadísticas clasificadas en tres grupos: tendencia central, de dispersión y cálculo de probabilidad. Del análisis de cada una de las medidas estadísticas correspondientes a los grupos antes indicados, se infiere que la serie es homogénea. Así mismo, cada uno de los treintenios analizados representa las características climáticas de la serie y por lo tanto del área. Por otra parte, se obtuvo que, las precipitaciones del régimen anual y la de los períodos lluviosos -mayo a noviembre- se puede, describir estadística y gráficamente por medio de la prueba de la distribución normal, y utilizar los valores medios como representativos y también, aplicar otras pruebas paramétricas a la serie, que a la vez facilita su análisis.

---

\* Docente de la Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional

El régimen de precipitación de los períodos secos -diciembre a abril- se describe adecuadamente por medio de la prueba estadística de la **GAMMA INCOMPLETA MIXTA**. No se encontró, aparentemente, relación de dependencia entre los períodos secos y lluviosos. Finalmente, en lo que a variaciones de precipitación anual de la serie se refiere, se observó un máximo anual en los años comprendidos entre 1927 y 1942 aproximadamente (treintenos móviles) infiriendo que pueda haber una probable relación con cambios similares ocurridos en otras latitudes intertropicales, aparentemente debido a una anomalía en el ciclo de humedad aunque la razón fundamental de dicha situación no está clara.

## RESUME

On décrit les variations interannuelles et le caractère des précipitations, à niveau mensuel et annuel, enregistrées par l'Observatoire météorologique de San José (Costa Rica), de 1891 à 1980, en effectuant les mesures de tendance centrale, de l'indice de dispersion et des probabilités de retour.

Ces trois analyses montrent que la série est homogène et aussi que chaque sous-série de 30 années est représentative de la série et de la zone étudiée.

D'autre part on affirme que la variation interannuelle ainsi que celle de la variation de la quantité de pluie durant l'hivernage (mai-novembre) correspondent à une distribution normale.

Par contre, pour la saison sèche (décembre à avril), c'est l'utilisation de la distribution gamma incomplète mixte qui paraît adéquate et il y aurait indépendance satisfaisante entre saisons sèche et humide. Finalement, les moyennes chevauchantes de la pluviosité interannuelle montrent que celle-ci fut maximale entre 1927 et 1940, maximum que l'on retrouve dans d'autres zones intertropicales. La raison de cette anomalie humide reste inconnue.

## INTRODUCCION

Dentro de los estudios geográficos, los análisis climatológicos ocupan un lugar prioritario ya que el clima tiene una gran influencia en la actividad humana. El hombre debe tener conocimiento de las condiciones climatológicas generales del lugar donde habita, para organizarse de acuerdo con ellas, principalmente las que se relacionan con el régimen de lluvias y de temperaturas. Debe hacerlo económicamente con respecto de este recurso, pues su abundancia o escasez constituye un serio problema. Así el hombre define: los períodos de siembra, de vacaciones, de cosecha, el diseño de sus viviendas, lineamientos en cuanto a urbanización y arquitectura, emplazamiento de las concentraciones industriales, etc.

La precipitación es uno de los recursos naturales más valiosos con que se cuenta, ya que el rendimiento agrícola depende en gran medida de ella. El hombre tiene su mirada puesta en este elemento climático y de ahí la importancia de poseer registros confiables, con el fin de conocer cuál es su comportamiento a través de los años y, lo que es más importante para el geógrafo, las consecuencias que de ellas se derivan para la vida humana, independientemente de sus causas.

La estadística tiene un papel muy importante en los estudios climáticos y pluviométricos en particular, ya que permite cuantificar este elemento en relación con el tiempo, posibilita hacer predicciones de otros fenómenos de gran importancia económica y social como son las inundaciones, sequías, estimación de cosechas, de energía hidroeléctrica, etc.

Por medio de los registros podemos conocer la distribución y los montos de las lluvias durante el año, lo cual es importante la cantidad total registrada al finalizar el mismo. Basta un ejemplo: la ocurrencia de una pequeña lluvia en la época seca antes de la floración del café, puede ser decisiva para la producción de ese año, independientemente de la cantidad de precipitación ocurrida en ese lapso.

La climatología, en su fase inicial se limitaba a recoger y elaborar los valores obtenidos a través de la observación de los diferentes elementos que constituyen el clima, se procedía a almacenar los datos. Esta etapa se superó con el empleo de la cuantificación y de la estadística producto del desarrollo de las ciencias físicas y matemáticas.

Los datos meteorológicos originales forman un conjunto heterogéneo de números que es necesario clasificar y analizar de otra manera. En este sentido, E. Fontseré (1930), cuando todavía no era frecuente la aplicación de la estadística a la climatología afirma que: "detrás de los millones de cifras que llevan anotados en sus registros los observatorios esparcidos por todo el mundo, se hallan escondidos fenómenos del mayor interés científico y económico y es precisamente reglamentando la discusión de aquellos datos, desde el punto de vista de la estadística moderna como se ha de lograr que tales fenómenos salgan a la luz, revelándose entonces lo que tengan de sistemático y lo que presenten de actual" (Albertosa 1975:60).

Tradicionalmente se han obtenido los valores medios, que sólo dan una idea aproximada de lo ocurrido en una región o área durante un período, de aquí que su representatividad se convierta en una cifra abstracta por ser producto de un simple cálculo aritmético. Así pues, es necesario el empleo de algunos estadísticos o estimadores adicionales que permiten formarse una mejor idea de la ocurrencia del fenómeno, tanto espacial como temporalmente, sin sacrificar el beneficio de la síntesis.

En esta investigación se aplican algunas técnicas estadísticas y se analizan los valores obtenidos por medio de ellas, con el fin de sacar uno o varios parámetros que muestren el comportamiento y las características de la serie, cuya representatividad se pueda proyectar a una serie mayor de los datos. De la aplicación de la estadística a la climatología, se podría obtener una información científica más amplia, derivada de las explicaciones de carácter sinóptico que requiere y del análisis de los fenómenos climatológicos, que se presentan en la circulación que está fuera de los objetivos del presente estudio.

## I. ASPECTOS METODOLOGICOS OBJETIVOS E HIPOTESIS

### 1.1 Objetivos del Estudio

Los objetivos están dirigidos a establecer el comportamiento de las precipitaciones, anuales y mensuales en la ciudad de San José, que permitirá la planificación y la puesta en marcha de ciertos proyectos de mediano o largo plazo, lo que redundará en beneficio de la propia ciudad capital.

#### Objetivos Generales

Analizar la aplicabilidad de técnicas estadísticas al régimen de precipitaciones del Observatorio Meteorológico de San José.

Evaluar la representatividad de los valores medios de precipitación.

#### Objetivos Específicos

Describir el comportamiento y caracterizar los valores de la serie (1891-1980), en cuanto a las precipitaciones anuales y mensuales, desde el punto de vista estadístico.

Analizar estadística y gráficamente las variaciones de las precipitaciones anuales que se han producido en la serie.

Identificar la posible relación de causalidad entre los períodos secos y lluviosos comprendidos en la serie.

### 1.2 Hipótesis del Trabajo

De acuerdo con los registros en cuanto a los valores de las precipitaciones en el período 1891-1980 del Observatorio Meteorológico ubicado en la ciudad de San José, se puede plantear que:

Las precipitaciones del régimen anual observadas paseen la tendencia hacia una distribución normal, por lo tanto, se espera que todos los años observados tengan un comportamiento típico en estas condiciones de clima.

Las precipitaciones del régimen mensual observado (períodos secos y períodos lluviosos), no obedecen a una distribución normal o gaussiana, por lo tanto, se espera que el conjunto de los años observados de los períodos tengan un comportamiento dísimil respecto de las precipitaciones anuales.

De la lectura, análisis y selección de trabajos afines realizados en el área o fuera de ella, se tomó como marco de referencia la investigación realizada por L.M. Albertosa<sup>1</sup>, sobre la aplicación del método estadístico en climatología, en la ciudad de Barcelona.

1. Revista de Geografía, volúmenes IC y X, números 1-2, enero-diciembre de 1975 y 1976, bajo los títulos: "La aplicación del método estadístico en climatología: 105 años de lluvias en Barcelona (1866-1970)", I parte y, "La aplicación del método estadístico en climatología: El régimen anual de las precipitaciones en Barcelona", II parte.

Este estudio pluviométrico se basa en la división clásica estacional del año, al cual entre otros objetivos realiza una valoración del régimen medio anual, que es sin duda la técnica más utilizada en climatología analítica. Para tal fin, recurrió a la aplicación de las medidas estadísticas de tendencia central y de dispersión.

Debido a la dudosa representatividad del régimen medio anual, de la forma que con frecuencia se ha llevado a cabo y puesto que la distribución anual de las precipitaciones constituye una característica de gran valor en climatología, L.M. Albertosa procura dar una imagen lo más real posible, por esto, aplicó a la serie (1866-1970) algunas técnicas matemáticas, como el coeficiente relativo de Angot, el régimen probable, el modal y la variabilidad anual. Finalmente, expresó que una de las características de la climatología en cuanto a ciencia es ser explicativa; y el método analítico, aunque incorpora técnicas matemáticas, es incapaz de ofrecer una explicación de los fenómenos del tiempo, con lo cual refuerza la idea de que éstos han de explicarse por la circulación atmosférica regional, en consonancia con los factores geográficos.

El trabajo de María del Rosario Ocampo (Algunos aspectos de la precipitación en Costa Rica, 1981) sirvió de base para estimar el régimen anual y su ajuste a la distribución normal, así como para considerar la precipitación de los períodos secos y su aproximación a la "Gamma Incompleta Mixta".

Debido a la existencia de un sistema montañoso con dirección noroeste - sureste, desde el punto de vista de las precipitaciones el país se divide en dos vertientes: a la caribeña influenciada fundamentalmente por los vientos Alisios del este y noreste y b. la pacífica influenciada principalmente por los vientos del suroeste; es a este último régimen al que pertenece la Depresión Tectónica Central y por consiguiente el Observatorio Meteorológico de San José, el cual se sitúa en el interior de la misma. Este observatorio se caracteriza por presentar una época seca y otra lluviosa bien definidas. Debido a que el territorio costarricense es un centro permanente en bajas presiones, llegan hasta éste los vientos Alisios del noreste (provenientes de las altas presiones subtropicales, de los anticiclones de las Azores y de las Bermudas), los cuales son los que más inciden en el país.

De todo lo anterior, resalta el hecho de que el Observatorio Meteorológico de San José, se sitúa a sotavento tanto de los vientos Alisios del noreste como del suroeste. Asimismo, que la Depresión Tectónica Central presenta valores pluviométricos moderadamente lluviosos (1000 - 2000 mm) frente a los del país en general.

Con el fin de conocer algunos aspectos más sobre las precipitaciones (anuales y mensuales) del Observatorio Meteorológico de San José se eligió como base metodológica la investigación realizada por L.M. Albertosa. Se seleccionó el período 1891-1980, de los registros del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), se excluyeron los años anteriores a 1891, porque para los años de 1881 a 1884 no existen datos (Rosales 1964), lo cual interrumpe la serie hacia atrás.

Por la necesidad de adaptarse a las normas que establece la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que ordena los períodos en treinta años, "aunque los nuevos convenios son menos rígidos y conservan como fundamentales los treintenios del acuerdo de Varsovia, pero se recomienda que se subdividan en decenios, empezando siempre cada decenio por un año terminado en uno (1), y concede importancia al período de cincuenta años". (Jansá, 1969:74).

Para este estudio, los treintenios son: 1891-1950, 1920, 1921-1950, 1951-1980, los cuales difieren un poco de los señalados por la OMM. (1871-1900, 1901-1930, 1931-1960). Resulta oportuno señalar, para efectos de comprobación, que se establecieron posteriormente con el fin de observar si la serie tenía un comportamiento disímil. En estos dar últimos treintenios (1906-1935, 1936-1965), se ordenaron con base en los mismos datos dos treintenios distintos (1906-1935, 1936-1965), se rompe con una norma establecida por la OMM., ya que dichos períodos empiezan con año terminado en seis (6).

De acuerdo con el régimen pluviométrico al cual está sometido el Observatorio y las consideraciones antes indicadas, se procedió a dividir propiamente el trabajo en: "Análisis de las precipitaciones del régimen anual" y "Análisis del régimen mensual de las precipitaciones en períodos secos y lluviosos". Es importante, desde el punto de vista climático-geográfico, que las precipitaciones anuales y mensuales se ajusten a una distribución normal, por cuanto, de resultar así el trabajo es más sencillo y por ende de más fácil análisis, lo que resulta ventajoso desde el punto de vista metodológico-práctico; asimismo, permite utilizar los promedios como valores representativos del área en que se encuentra el Observatorio en particular, procurando tener una imagen real de las distribuciones de las precipitaciones, constituyen una de las características de gran valor en climatología. Desde el punto de vista agro-climático, es importante que la distribución sea normal porque permite trabajar con los valores típicos, en función de los requerimientos de distintos cultivos y variedades; todo lo cual redundará en una mejor planificación del uso del suelo.

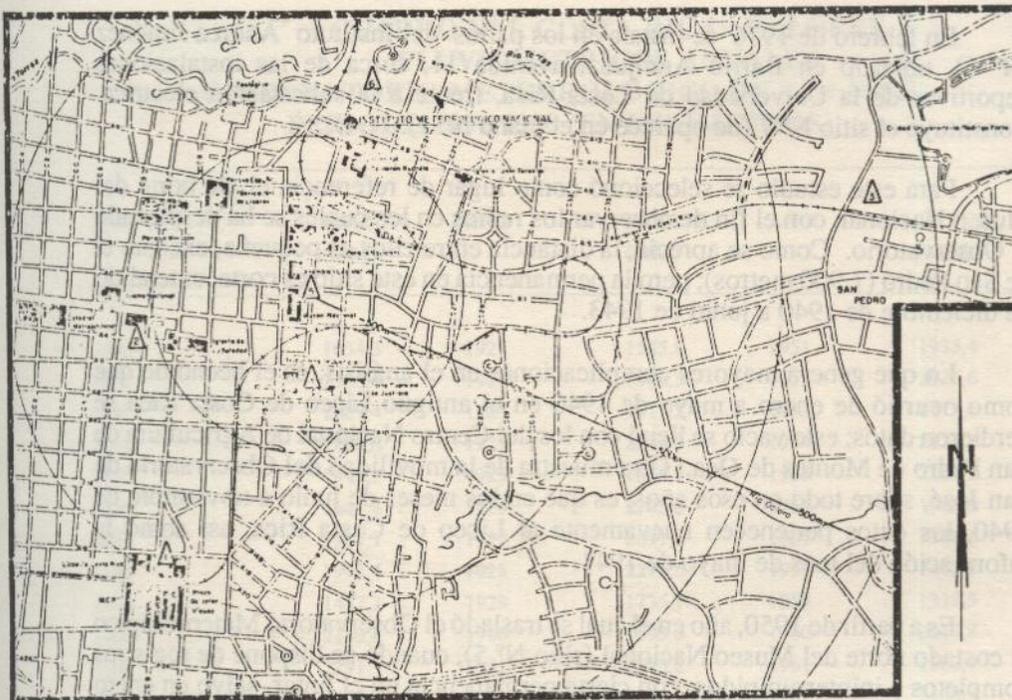
Para la determinación de las características estadísticas de la serie (1891-1980), se procedió, en primer lugar, a definir el número de clases, para lo cual se realizaron distintas pruebas de clasificación (histogramas), con los datos del Observatorio Meteorológico de San José. Las técnicas estadísticas empleadas en este trabajo, se han agrupado en tres tipos, que contribuyen a determinar las características de la serie: a. las de tendencia central (media aritmética, mediana y moda), las cuales con un solo valor, caracterizan la serie; b. las de dispersión (amplitud, desviación típica y coeficiente de variación) que denotan el grado de probabilidades de los parámetros correspondientes a los conceptos anteriores, lo que indicará la probabilidad de ocurrencia del suceso.

Este estudio será necesario revisarlo y actualizarlo, una vez concluida la presente década, para ajustarlo estrictamente a los treintenios, como norma establecida por la OMN.

## **2. ANALISIS DEL REGIMEN ANUAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, COSTA RICA**

### **2.1 Sitios en los que se ha ubicado el Observatorio**

El Observatorio Meteorológico de San José ha ocupado siete sitios diferentes, dentro del área Metropolitana. (plano N° 1).



**UBICACIONES**

- 1 LICEO DE COSTA RICA
- 2 ANTIGUO MUSEO (CCSS)
- 3 ANTIGUA SEDE DEL CENTRO NACIONAL DE AGRICULTURA
- 4 ANTIGUA SEDE DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
- 5 MUSEO NACIONAL
- 6 BARRIO ARANJUEZ

**PLANO 1: DIVERSAS UBICACIONES DEL OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, C.R.**

En primer lugar correspondió al Liceo de Costa Rica (Nº 1), desde 1888 hasta 1902; a partir de 1903 se trasladó al antiguo Museo Nacional (Nº2), sitio donde hoy se levanta el edificio de la Caja Costarricense de Seguro Social. En junio de 1936, al ser clausurado el Instituto Físico-Geográfico, los datos se obtienen en el Centro Nacional de Agricultura ubicado en San Pedro de Montes de Oca (Nº 3), sitio donde hoy se encuentra el edificio de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica (Comunicación verbal, Licda. Patricia Ramírez; IMN).

En julio de 1943 se reubicó en la antigua sede de la Universidad de Costa Rica (Nº4), donde hoy se levanta el edificio central de la Corte Suprema de Justicia, aunque se especula sobre la fecha en que se iniciaron las observaciones de este lugar; aquí funcionó hasta 1950, fecha en que se trasladó al costado norte del Museo Nacional (Nº 5).

En febrero de 1976 se instala en los patios del Instituto Andrea Jiménez (Nº 6), ubicado en Barrio Aranjuez, avenida 11, cerca de las instalaciones deportivas de la Universidad de Costa Rica, frente a la subestación eléctrica. Constituye el sitio Nº 7 (no aparece en el plano Nº 1).

Para este estudio se seleccionó como lugar de referencia el ala norte del Museo Nacional, con el fin de observar los radios en los cuales se ha desplazado el Observatorio. Como se aprecia, la distancia entre ellos es pequeña, excepto el de San Pedro (1.900 metros); pero la permanencia en este sitio es corta, extendido de diciembre de 1940 a junio de 1943.

Lo que genera mayores complicaciones en el análisis, es el hecho de que como ocurrió de enero a mayo de 1940 en el antiguo Liceo de Costa Rica se perdieron datos; este vacío se llenó con los del Centro Nacional de Agricultura de San Pedro de Montes de Oca. Otra muestra de la movilidad del Observatorio de San José, sobre todo en esos años, es que en los meses de junio a noviembre de 1940, los datos pertenecen nuevamente al Liceo de Costa Rica, así como la información del mes de mayo de 1941.

Es a partir de 1950, año en el cual se trasladó el Observatorio Meteorológico al costado norte del Museo Nacional (sitio Nº 5), cuando se dispone de registros completos e ininterrumpidos, con cierta permanencia en el lugar, salvo en enero de 1976, mes en el cual no se realizaron observaciones; pero a partir de febrero de ese mismo año, se obtienen los datos del sitio número seis ubicado en Barrio Aranjuez.

Es importante anotar que para los meses de julio de 1888, setiembre y octubre de 1921, no existen datos. Sin embargo, aparecen valores correspondientes a los meses en los que no hubo observaciones; éstos fueron calculados por medio de los métodos: a. curva de doble masa y comparación y b. por interpolación. (Comunicación verbal, Víctor Castro: IMN).

## **2.2 Los Valores Pluviométricos Anuales en el Observatorio Meteorológico de San José (1891-1980)**

La serie de valores diarios de las precipitaciones medidas en San José de Costa Rica, es una de las más largas de América Central. Las observaciones pluviométricas más antiguas de esta ciudad se remontan a 1866, pero a partir de 1888, año en que se funda el Instituto Meteorológico Nacional, cuando se dispone de registros casi ininterrumpidos y confiables (IMN: 1973). Sin embargo, para este estudio, se ha prescindido de los años anteriores a 1891<sup>2</sup>, centrando el análisis en los noventa años comprendidos entre 1891-1980 (cuadro Nº 1).

Con los valores obtenidos del cuadro Nº 1, se elaboró la figura Nº 1, que representa el régimen interanual y el promedio del período, que resultó ser de 1904 mm. Como se aprecia en la distribución de la figura (Nº 1), es necesario interpretar con suma precaución dicho promedio, resultante de valores tan dispares en la serie

2. Tal como se indicó en la metodología.

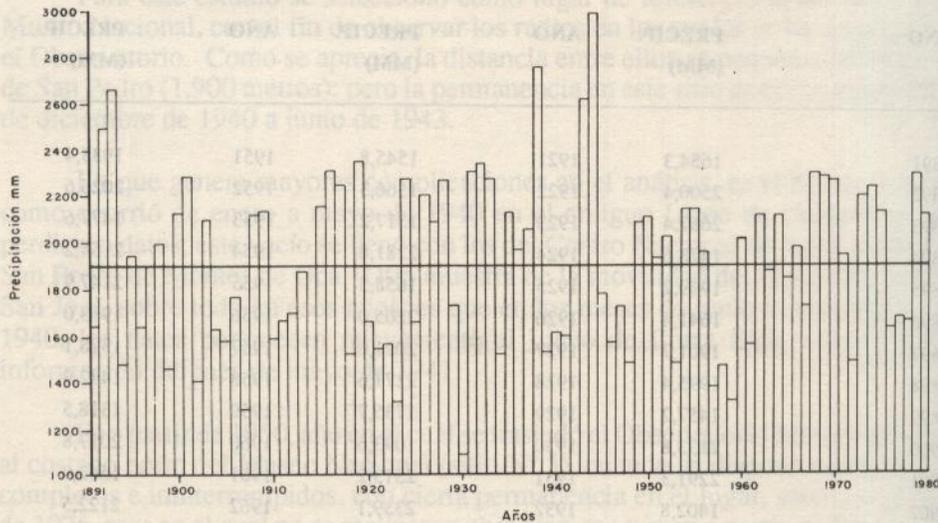
**CUADRO N° 1. COSTA RICA: VALORES  
PLUVIOMETRICOS ANUALES  
OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE  
PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**

| AÑO  | PRECIP.<br>(MM) | AÑO  | PRECIP.<br>(MM) | AÑO  | PRECIP.<br>(MM) |
|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|
| 1891 | 1654,3          | 1921 | 1545,8          | 1951 | 1935,4          |
| 1892 | 2500,4          | 1922 | 1566,3          | 1952 | 2026,6          |
| 1893 | 2667,4          | 1923 | 1317,2          | 1953 | 1477,6          |
| 1894 | 1478,6          | 1924 | 2281,8          | 1954 | 2154,2          |
| 1895 | 1949,2          | 1925 | 1658,5          | 1955 | 2147,9          |
| 1896 | 1641,4          | 1926 | 2205,0          | 1956 | 1963,0          |
| 1897 | 1901,7          | 1927 | 2091,6          | 1957 | 1378,1          |
| 1898 | 1995,4          | 1928 | 2271,6          | 1958 | 1472,9          |
| 1899 | 1457,2          | 1929 | 1735,7          | 1959 | 1318,5          |
| 1900 | 2133,8          | 1930 | 1093,6          | 1960 | 2017,8          |
| 1901 | 2291,3          | 1931 | 2313,2          | 1961 | 1562,9          |
| 1902 | 1402,8          | 1932 | 2339,1          | 1962 | 2122,5          |
| 1903 | 2097,5          | 1933 | 2274,9          | 1963 | 1882,2          |
| 1904 | 1627,6          | 1934 | 1518,9          | 1964 | 2125,6          |
| 1905 | 1574,2          | 1935 | 2135,2          | 1965 | 1850,6          |
| 1906 | 1766,6          | 1936 | 1968,5          | 1966 | 1980,9          |
| 1907 | 1287,1          | 1937 | 2057,2          | 1967 | 1732,1          |
| 1908 | 2127,6          | 1938 | 2754,3          | 1968 | 2300,8          |
| 1909 | 2137,4          | 1939 | 1533,2          | 1969 | 2288,7          |
| 1910 | 1594,5          | 1940 | 1614,7          | 1970 | 2275,7          |
| 1911 | 1666,7          | 1941 | 1596,2          | 1971 | 1947,7          |
| 1912 | 1700,4          | 1942 | 1903,5          | 1972 | 1491,6          |
| 1913 | 1883,3          | 1943 | 2620,1          | 1973 | 2204,1          |
| 1914 | 1221,2          | 1944 | 2986,3          | 1974 | 2237,2          |
| 1915 | 2160,8          | 1945 | 1780,5          | 1975 | 2138,3          |
| 1916 | 2311,2          | 1946 | 1573,7          | 1976 | 1626,7          |
| 1917 | 2245,8          | 1947 | 1724,6          | 1977 | 1683,7          |
| 1918 | 1521,8          | 1948 | 1482,6          | 1978 | 1670,4          |
| 1919 | 2355,0          | 1949 | 2094,8          | 1979 | 2099,1          |
| 1920 | 1659,5          | 1950 | 2112,3          | 1980 | 2114,1          |

OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, COSTA RICA.  
Localizado 09° 56' Lat. N, 84° 05' Long. W, altitud 1172 m.s.n.m.

FUENTE: INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL

**FIG. 1. COSTA RICA: PRECIPITACIONES ANUALES.  
OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO  
1891-1980. (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09° 56' Lat. N, 84° 05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.

Elaborado por Freddy Saborío.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

y tan extremos aritméticamente como 1093,6 mm en el año de menor precipitación (1930) y 2986,6 mm en el más lluvioso (1944), lo que manifiesta, aparentemente, una amplitud excesiva de 1892,7 mm o de un cociente igual a 2.73.

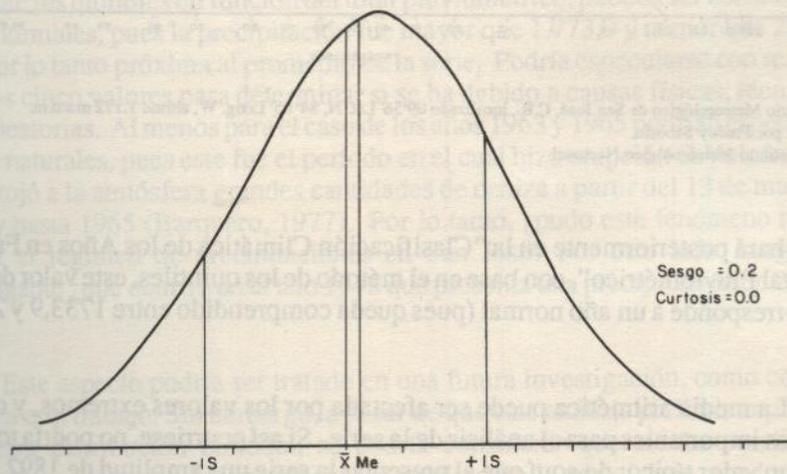
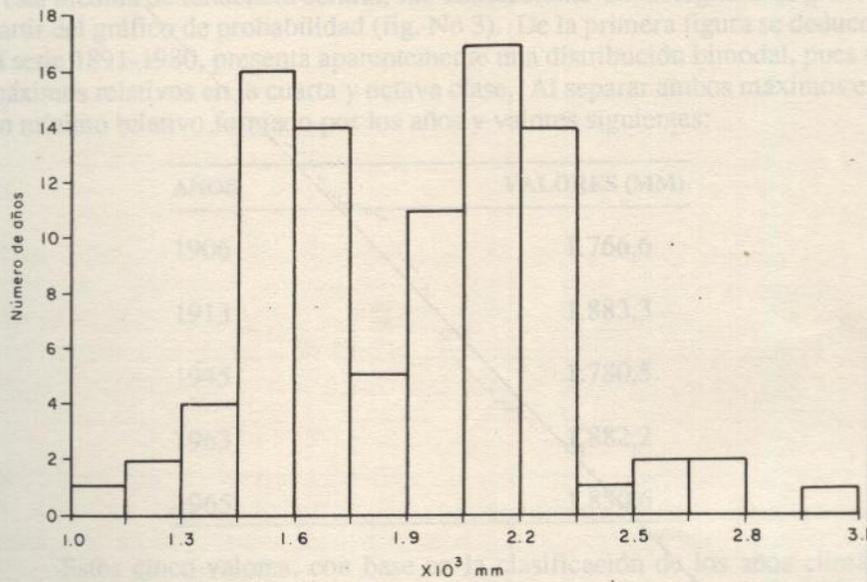
### 3. ANALISIS DE LAS MEDIDAS ESTADISTICAS DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO DE LA SERIE (1891-1980)

A pesar que según la regla de Sturges, el número de clases recomendado es de siete, se procedió a distribuir los datos en catorce clases. De esta forma se ganó generalidad con una pérdida mínima de información. Las clases se establecieron a partir de 1000 mm y mantienen un intervalo constante de 150 mm (figura N° 2). La aproximación a la curva de distribución se obtuvo del gráfico de probabilidad (fig. N° 3).

#### 3.1 Medidas de Tendencia Central

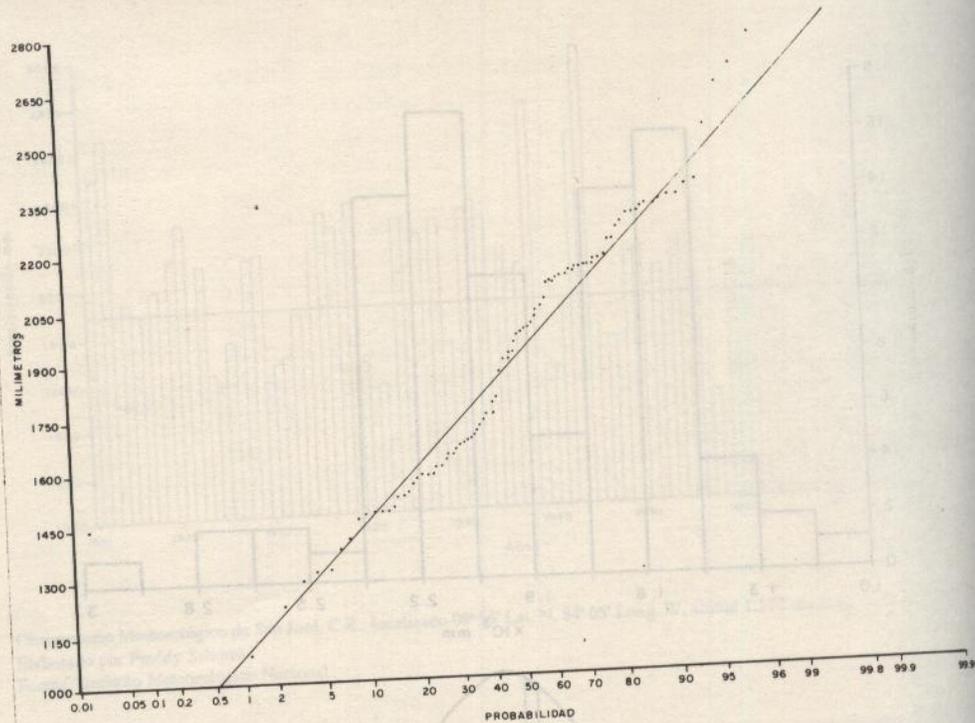
**Media Aritmética:** Esta medida, conocida popularmente como promedio ( $\bar{x}$ ) de los valores observados es de 1904 mm. Debido a las propiedades de la media, este valor de 1904 mm se considera como un valor típico para toda la serie; la tendencia de los datos y su dispersión alrededor de este valor permiten cuantificar y cualificar la serie (1891-1980) dividida en treintenios. De acuerdo con el análisis

**FIG. 2. COSTA RICA: HISTOGRAMA Y CURVA DE AJUSTE DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980. (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09° 56' Lat. N, 84° 05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Elaborado por Freddy Saborío.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

**FIG. 3. COSTA RICA: PROBABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE. PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

que se hará posteriormente en la "Clasificación Climática de los Años en Función del Total Pluviométrico", con base en el método de los quintiles, este valor de 1904 mm corresponde a un año normal (pues queda comprendido entre 1733,9 y 2074,4 mm).

La media aritmética puede ser afectada por los valores extremos, y ocultar aspectos importantes para el análisis de la serie. Si así ocurriese, no podría tomarse como un valor típico; de aquí que al presentar la serie una amplitud de 1892,7 mm, se hace necesario considerar otros parámetros estadísticos para un análisis más confiable.

Mediana: El valor de la mediana, 1941,6 mm, al depender únicamente de las observaciones situadas a uno y otro lado de ella es independiente de los valores de las precipitaciones extremas y de los noventa valores observados. Por definición de la mediana, el 50% de las precipitaciones anuales son mayores y el otro 50% menores a ella.

Los valores bajo la mediana corresponden a la precipitación entre 1093,6 y 1941,6 mm. Es en este subconjunto, donde se encuentra la media aritmética. El segundo subconjunto corresponde a la precipitación comprendida entre 1946,6 mm y los 2986,3 mm.

Moda: Otra forma para tratar de caracterizar el valor típico que representará a esta medida de tendencia central, fue confeccionar un histograma (fig. No 2) a partir del gráfico de probabilidad (fig. No 3). De la primera figura se deduce que la serie 1891-1980, presenta aparentemente una distribución bimodal, pues tiene máximos relativos en la cuarta y octava clase. Al separar ambos máximos existe un mínimo relativo formado por los años y valores siguientes:

| AÑOS | VALORES (MM) |
|------|--------------|
| 1906 | 1.766,6      |
| 1913 | 1.883,3      |
| 1945 | 1.780,5      |
| 1963 | 1.882,2      |
| 1965 | 1.850,6      |

Estos cinco valores, con base en la clasificación de los años climáticos mediante los quintiles en función del total pluviométrico, pueden ser considerados como normales, pues la precipitación fue mayor que 1.773,9 y menor que 2.074,4 mm, por lo tanto próxima al promedio de la serie. Podría especularse con respecto de estos cinco valores para determinar si se ha debido a causas físicas, técnicas o, bien, aleatorias. Al menos para el caso de los años 1963 y 1965 podrían especularse causas naturales, pues este fue el período en el cual hizo erupción el Volcán Irazú, que arrojó a la atmósfera grandes cantidades de ceniza a partir del 13 de marzo de 1963 y hasta 1965 (Barquero, 1977). Por lo tanto, ¿pudo este fenómeno natural afectar el régimen de precipitaciones en San José? Por otro lado, surge otra interrogante ¿qué ocurrió en el año 1946 que presenta una precipitación de 2.125,6 mm?

Este aspecto podría ser tratado en una futura investigación, como complemento a este trabajo. Sin embargo, a pesar de que este análisis preliminar presenta una clara distribución bimodal, se podría considerar que ciertas condiciones aleatorias o anómalas, han producido el mínimo en la sexta clase, por lo que es conveniente someter la distribución a pruebas analíticas que lleven a aceptar o rechazar la hipótesis de normalidad en las anteriores medidas de tendencia central y de dispersión muestran algunas características de la serie, sin embargo, un análisis de subconjuntos treintenios, derivados de ésta podría exponer algunos aspectos sobresalientes de su comportamiento y de las características la distribución.

### 3.2 Medidas de Dispersión

A pesar de que la amplitud es de 1.892,7 mm (1.093,6 mm mínima, precipitación ocurrida en el año 1930, y 2.986,3 mm valor mayor correspondiente al año 1944), ésta como medida de dispersión no presenta ninguna utilidad en este momento, ya que, no caracteriza a la serie. Como se aprecia, es la más simple de las medidas de dispersión pero sin valor práctico.

La desviación típica es una de las medidas de dispersión más comunes y confiables de todas. La desviación típica de la serie es de 370 mm, lo cual indica en una distribución normal que, el 68% de las precipitaciones se hallan entre 1.534 y 2.274 mm, límites definidos por una vez más o menos la desviación típica ( $1S \pm \bar{X}$ ).

Otra medida de dispersión utilizada corresponde a la amplitud semi-intercuartílica, la cual es muy útil para juzgar sobre el valor de la mediana, indicando la variación cada vez que ésta se utilice como medida de tendencia central. En esta serie, se puede indicar que, el 50% de los valores se hallan entre  $1941,5 \pm 551,7$  mm, es decir, la mediana más o menos la desviación semi-intercuartil.

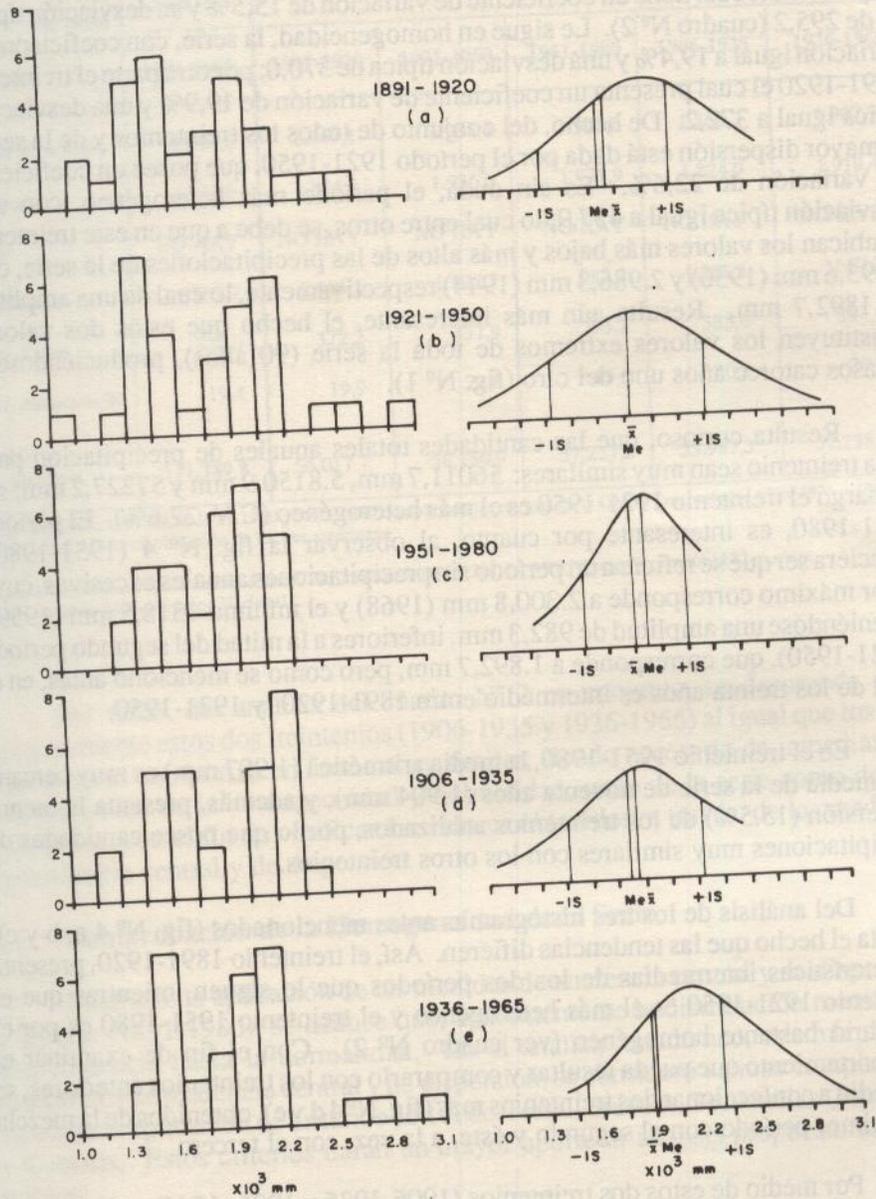
Debido a que las dos medidas de tendencia central no son iguales, se procedió a comprobar la asimetría, empleando el índice K. De esta forma, se obtuvo el valor de  $K = 1872,05$ ; lo cual viene a representar un 1,69% de desviación respecto de la media y 3,58% de la mediana; estos valores, estadísticamente, son poco significativos, lo cual indica que la curva es simétrica.

### 4. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS TREINTENIOS EN RELACION CON LA SERIE (1891-1980)

Con base en las recomendaciones de la OMM (véase aspectos metodológicos generales) y del estudio de la figura No 2, se procedió a analizar los noventa años en tres períodos o treintenios a saber: 1891-1920; 1921-1950 y 1951-1980 (fig. N° 4 a, b y c), lo cual implica conocer más a fondo las características y el comportamiento de la serie en forma estadística satisfactoria. Así, se obtuvo el cuadro N° 2 del cual se desprende que, las diferencias en las medidas de tendencia central del conjunto de los treintenios en relación con la serie no es significativa. La anterior consideración permite utilizar, ya sea, la media o mediana, como medida estadística adecuada que representa las características de la serie o de los treintenios en particular.

El hecho de que la media y la mediana coinciden, indica una normalidad perfecta dentro de la curva, cuya situación se aprecia en los treintenios 1921-1950, 1936-1965. En los períodos 1891-1920, 1906-1935 y 1951-1980 las medidas de tendencia central correspondiente a la media y la mediana no coinciden exactamente, pero sus valores son muy cercanos uno al otro, por lo cual se debe concluir que existe una marcada tendencia hacia la normalidad de la curva, lo que es característico de las series de lluvias anuales, sin embargo, este hecho no permite

**FIG. 4. COSTA RICA: HISTOGRAMAS Y CURVAS DE AJUSTE DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES DE LOS TREINTENIOS DE LA SERIE. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980. (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado  $09^{\circ}56'$  Lat. N,  $84^{\circ}05'$  Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

tener una visión clara de la tendencia de toda la distribución, lo que hizo necesario aplicar las medidas de dispersión.

En los valores del coeficiente de variación correspondiente a la serie 1891-1980 y los treintenios 1891-1920, 1921-1950 y 1951-1980, se desprende que, el treintenio 1951-1980 produce una mayor homogeneidad, es decir, posee la menor dispersión, el cual tiene un coeficiente de variación de 15,5% y su desviación típica es de 295,2 (cuadro N° 2). Le sigue en homogeneidad, la serie, con coeficiente de variación igual a 19,4% y una desviación típica de 370,0; por otra parte el treintenio 1891-1920 el cual presenta un coeficiente de variación de 19,9% y una desviación típica igual a 372,2. De hecho, del conjunto de todos los treintenios y de la serie, la mayor dispersión está dada por el período 1921-1950, que posee un coeficiente de variación de 22,6%. Es sin duda, el período más heterogéneo, con una desviación típica igual a 437,9; lo cual entre otros, se debe a que en este treintenio se ubican los valores más bajos y más altos de las precipitaciones de la serie, con 1.093,6 mm (1930) y 2.986,3 mm (1944) respectivamente, lo cual da una amplitud de 1892,7 mm. Resulta aún más interesante, el hecho que estos dos valores constituyen los valores extremos de toda la serie (90 años), produciéndose a escasos catorce años uno del otro (fig. N° 1).

Resulta curioso, que las cantidades totales anuales de precipitación para cada treintenio sean muy similares: 56011,7 mm, 5.8150,9 mm y 57227,2 mm; sin embargo el treintenio 1921-1950 es el más heterogéneo (C.V. 22.6%). El período 1951-1980, es interesante por cuanto, al observar la fig. N° 4 (1951-1980), pareciera ser que se refiere a un período sin precipitaciones anuales excesivas, cuyo valor máximo corresponde a 2.300,8 mm (1968) y el mínimo 1318,5 mm (1959), obteniéndose una amplitud de 982,3 mm, inferiores a la mitad del segundo período (1921-1950), que corresponde a 1.892,7 mm, pero como se mencionó antes, en el total de los treinta años es intermedio entre 1891-1920 y 1921-1950.

En el treintenio 1951-1980, la media aritmética (1.907 mm) es muy cercana a la media de la serie de noventa años (1.904 mm), y además, presenta la menor dispersión (15.5%) de los treintenios analizados, por lo que posee cantidades de precipitaciones muy similares con los otros treintenios.

Del análisis de los tres histogramas antes mencionados (fig. N° 4 a, b y c), resalta el hecho que las tendencias difieren. Así, el treintenio 1891-1920, presenta características intermedias de los dos períodos que lo siguen, mientras que el treintenio 1921-1950 es el más heterogéneo y el treintenio 1951-1980 es por el contrario bastante homogéneo (ver cuadro N° 2). Con el fin de examinar el comportamiento que pueda resultar y compararlo con los treintenios anteriores, se procedió a confeccionar dos treintenios más (fig. N° 4 d y e), obtenidos de la mezcla del primer período con el segundo y éste, a la vez, con el tercero.

Por medio de estos dos treintenios (1906-1935 y 1936- 1965) se indica que los datos fueron ordenados en forma diferente, los valores obtenidos tanto de las medidas de tendencia central como de dispersión, resultaron ser similares a los de la serie y al período 1891-1920 (cuadro N° 2).

**CUADRO Nº 2. COSTA RICA: MEDIDAS ESTADISTICAS DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO ANUAL DE LA SERIE Y TREINTENIOS\* OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**

| Medidas TC y D         | PERIODO   | TREINTENIOS |           |           |           |           |          |
|------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                        | SERIE     | 1891-1920   | 1921-1950 | 1951-1980 | 1906-1935 | 1936-1965 |          |
| Media aritmética       | 1891-1980 | 1.904,3     | 1.867,1   | 1.938,4   | 1.907,6   | 1.866,2   | 1.907,9  |
| Mediana                | 1891-1980 | 1.941,6     | 1.824,9   | 1.936,0   | 1.971,9   | 1.824,9   | 1.919,4  |
| Moda                   | 1891-1980 | NO HAY      | NO HAY    | NO HAY    | NO HAY    | NO HAY    | NO HAY   |
| Amplitud               | 1891-1980 | 1.892,7     | 1.446,2   | 1.892,7   | 982,3     | 1.261,4   | 1667,8   |
| Desv. típica           | 1891-1980 | 370,0       | 372,2     | 437,9     | 295,2     | 385,6     | 394,9    |
| Coef. variación %      | 1891-1980 | 19,4        | 19,9      | 22,6      | 15,5      | 20,7      | 20,7     |
| Total de precipitación | 1891-1980 | 171.389,8   | 56.011,7  | 58.150,9  | 57.227,2  | 55.987,3  | 57.238,3 |

\* Los treintenios 1891-1920, 1921-1950 y 1951-1980 cumple con las normas de la OMM. Los periodos 1906-1935 y 1936-1965 resultan de una combinación de las tres anteriores.

Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1172 m.s.n.m  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Por tanto, del análisis del cuadro Nº 2 en conjunto, se desprende que, aparentemente estos dos treintenios (1906-1935 y 1936-1966) al igual que los tres anteriores se comportan en forma muy similar; siendo necesario de inmediato la comprobación de la homogeneidad y normalidad, tanto de la serie como de los treintenios, con el fin de verificar los valores obtenidos, a través, de las medidas de tendencia central y de dispersión.

#### 4.1 Comprobación de la Homogeneidad de la Serie

Mediante la aplicación de las medidas de tendencia central y de dispersión a la serie (1891-1980), se deduce que, aparentemente la distribución manifiesta una tendencia hacia la normalidad. En el análisis estadístico, además de los parámetros de tendencia central y de dispersión, se consideró valioso complementarlo con la aplicación de criterios con el de Cornú, Student, Secuencias (Run test) y Curtosis. Estos criterios darán un mayor aporte al análisis propuesto en este trabajo.

##### a. Series de Secuencias

De la aplicación del test de secuencias (Run test), se obtuvo el cuadro Nº 3;

**CUADRO N° 3. COSTA RICA: NUMERO DE SECUENCIAS DE LAS  
PRECIPITACIONES ANUALES Y TREINTENIOS. OBSERVATORIO  
METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980  
(EN MILIMETROS)**

| N <sub>A</sub> = N <sub>B</sub> | Probabilidad |      | Número<br>de secuencias | Treintenios |
|---------------------------------|--------------|------|-------------------------|-------------|
|                                 | 0.10         | 0.90 |                         |             |
| 15                              | 12           | 19   | 18                      | 1891-1920   |
|                                 |              |      | 12                      | 1921-1950   |
|                                 |              |      | 17                      | 1951-1980   |
|                                 |              |      | 16                      | 1906-1935   |
|                                 |              |      | 14                      | 1936-1965   |
|                                 |              |      | <b>Serie de 90 años</b> |             |
| 45                              | 40           | 52   | 46                      | 1981-1980   |

Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

fijando los límites de homogeneidad de acuerdo con probabilidades del 0,1 para límite inferior y 0,9 para límite superior (es decir, límites tales que la probabilidad de que el número de secuencias sea menor o igual al 10% y menor o igual al 90%.

Del cuadro anterior se desprende que, en los períodos analizados el número de secuencias caen dentro de los límites, con lo cual se obtuvo que tanto la serie como los treintenios son homogéneos.

Sin embargo, el treintenio 1921-1950, posee doce secuencias o carreras, lo cual representa una probabilidad de 0,1. Esto hace pensar que, alrededor de las décadas del treinta o del cuarenta, pudo haber existido algún fenómeno, que haya influido poco en la homogeneidad de la serie, o del treintenio 1921-1950 en particular; pero, como no es inferior al límite se mantiene la confianza en la homogeneidad.

**b. Test de Student**

La homogeneidad también podrá probarse mediante la prueba de igualdad de promedios entre los treintenios y la serie. El criterio para mantener la igualdad de estos promedios sería el que sólo difieran por razones aleatorias.

Como hipótesis nula ( $h_0$ ) se supone que  $\bar{X}_i = M$ , es decir que los dos valores medios no difieren significativamente entre ellos y pertenecen a una población común: que el promedio de cualquier treintenio es un buen estimador del promedio de la población  $M$ . La hipótesis alternativa,  $H_1$ , sería que  $X_i \neq M$ .

La prueba de hipótesis se hará con un nivel de significación del 0,05. El

valor  $\tau$  crítico para  $\alpha = 0,05/2$  (dos colas) con veinte y nueve grados de libertad es  $\tau = 2,46$ .

Los valores Student calculados son:

| Treintenios | Valor $\tau$ - Student calculado |
|-------------|----------------------------------|
| 1891-1920   | 0,5392                           |
| 1921-1950   | 0,4185                           |
| 1951-1980   | 0,0591                           |
| 1906-1935   | 0,5320                           |
| 1936-1965   | 0,0492                           |

Como los valores encontrados son muy inferiores a 2,46 ( $t = \text{crítico}$ ), se acepta la hipótesis nula ( $h_0$ ) al nivel de significación de 0,05. Con lo cual queda demostrado que el comportamiento de las muestras concuerda con el de la población, es decir, los treintenios con la serie total.

## II COMPROBACION DE LA NORMALIDAD DE LA SERIE

### 1 Criterio Cornú

De la aplicación del criterio de Cornú a la serie y de cada uno de los treintenios analizados, se obtuvieron los valores indicados en el cuadro N° 4.

En general se observa que, todos los treintenios presentan valores correspondientes a distribuciones normales. La bimodalidad que presenta el histograma de la figura N° 2, es producto del azar en parte influido porque noventa observaciones es una muestra aún pequeña.

En conclusión se puede afirmar que el modelo de distribución normal describe adecuadamente el fenómeno dentro de los niveles de significación propuestos.

### 2. Curtosis

Una vez trazada la curva normal de toda la serie (fig. N° 2), y tanto la homogeneidad, como la normalidad, se aplicó a la serie el criterio de curtosis. El valor de curtosis para la serie es de  $-0,10 = (290-3)$ .

Considerando que en una distribución normal el valor de la curtosis es cero y que, una distribución de cien observaciones puede considerarse como normal si la Curtosis se mantiene entre los límites  $-0,73$  y  $+1,06$  (Brooks y Carruthers 1953: 89); para noventa observaciones una Curtosis de  $-1$  representa una distribución normal.

**CUADRO N° 4. COSTA RICA: VALORES DEL CRITERIO DE CORNU DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES DE LA SERIE Y TREINTENIOS. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE. PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**

| Período   | $\frac{e}{\sigma}$ | Valores extremos para:<br>N = 15 y N = 45 | ¿Distribución normal? |
|-----------|--------------------|---|-----------------------|
| 1891-1980 | 0,84               | $0,76 \leq \frac{e}{\sigma} \leq 0,85$    | sí                    |
| 1891-1920 | 0,85               |   | sí                    |
| 1921-1950 | 0,83               |   | sí                    |
| 1951-1980 | 0,85               | $0,74 \leq \frac{e}{\sigma} \leq 0,89$    | sí                    |
| 1906-1935 | 0,89               |   | sí                    |
| 1936-1965 | 0,80               |   | sí                    |

Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09° 56' Lat. N, 84° 05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

### 3. Sesgo

El sesgo o asimetría de la distribución es de 0,2, un valor muy próximo a cero que es el valor de asimetría de una distribución normal. Por lo tanto, la distribución estudiada presenta condiciones de simetría que también la aproximan a la normalidad.

Lo anterior permite poder aplicar a la misma prueba estadística paramétricas.

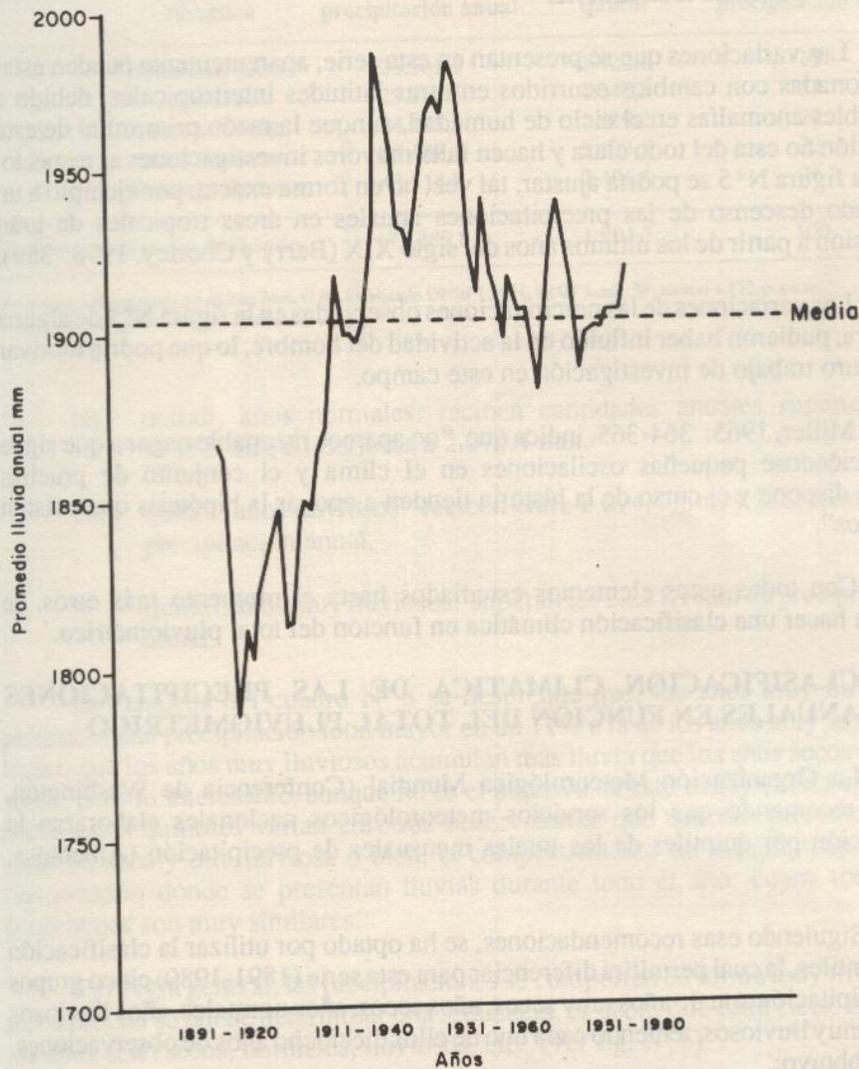
### 4. Características Generales del Régimen Interanual de Precipitaciones

Es evidente que existe variación periódica de las precipitaciones en corto período. Irregularidad interanual que se pone de manifiesto al observar la figura N° 1. Con el objeto de destacar claramente estas variaciones en las precipitaciones, se procedió a elaborar la figura N° 5, la cual resulta de graficar las medias de los treintenios móviles (debe leerse el año central).

La serie 1891-1980, posee una media de 1904 mm, lo que da como resultado que un 55% de los valores de las medias de los treintenios móviles superen esta cifra, y el 45% restante quede por debajo de la misma. Además, se observa que existe una secuencia claramente definida, sobre todo de los treintenios que están por debajo de este promedio.

Los treintenios móviles sucesivos comprendidos de 1906 a 1927, presentan un déficit pluviométrico con tendencia de ir en aumento paulatino, como se observa en la figura N° 5. Excepción hecha del treintenio 1909-1938, cuyo año central corresponde a 1924. Los años centrales (promedios), 1949, 1953, 1954,

**FIG. 5. COSTA RICA: PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES  
MOVILES POR TREINTENIOS. OBSERVATORIO  
METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980  
(EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Elaborado por Freddy Saborío.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

1960, 1961, 1962 y 1963 presentan déficit, pero se ubican dentro de los treintenos sucesivos que superan el promedio de la serie, intercalándose mayor número de fluctuaciones. Así mismo, se observa un período de máxima precipitación, ocurrido aproximadamente entre 1927 y 1942. Posterior a este período, la tendencia es hacia una disminución en las lluvias, sin que esto sea una tendencia claramente definida, debido a que presentan una gran irregularidad en los montos anuales a través de toda la serie.

Las variaciones que se presentan en esta serie, aparentemente pueden estar relacionadas con cambios ocurridos en otras latitudes intertropicales, debido a probables anomalías en el ciclo de humedad, aunque la razón primordial de esta situación no está del todo clara y hacen falta mayores investigaciones al respecto. Así, la figura N° 5 se podría ajustar, tal vez, no en forma exacta, por ejemplo a un marcado descenso de las precipitaciones anuales en áreas tropicales de gran extensión a partir de los últimos años del siglo XIX (Barry y Chorley, 1978: 359).

Las variaciones de las precipitaciones observadas en la figura N° 5 de alguna manera, pudieron haber influido en la actividad del hombre, lo que podría motivar un futuro trabajo de investigación en este campo.

Miller, 1965: 364-365, indica que, "no aparece razonable negar a que sigue produciéndose pequeñas oscilaciones en el clima y el conjunto de pruebas que se dispone y el curso de la historia tienden a apoyar la hipótesis que existen cambios".

Con todos estos elementos estudiados hasta el momento más otros, se intenta hacer una clasificación climática en función del total pluviométrico.

## 5. CLASIFICACION CLIMATICA DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES EN FUNCION DEL TOTAL PLUVIOMETRICO

La Organización Meteorológica Mundial (Conferencia de Washington, 1947) recomendó que los servicios meteorológicos nacionales elaboraran la repartición por quintiles de los totales mensuales de precipitación (Albentosa, 1976).

Siguiendo esas recomendaciones, se ha optado por utilizar la clasificación por quintiles, la cual permitirá diferenciar para esta serie (1891-1980) cinco grupos de precipitación anual: años muy secos, años secos, años normales, años lluviosos y años muy lluviosos, teniendo cada uno de ellos dieciocho años de observaciones. Así se obtuvo:

- I. quintil, años muy secos: aquellos que reciben precipitaciones anuales en cantidades inferiores a 1.564,6 mm;
- II. quintil, años secos: los que reciben precipitaciones anuales comprendidas entre 1.564,6 y 1.733,9 mm;

**CUADRO Nº 5. COSTA RICA: CLASIFICACION CLIMATICA DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES EN FUNCION DEL TOTAL PLUVIOMETRICO. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**

| Quintiles                          | Clasificación climática | Total de precipitación anual | Promedio por quintil | Porcentaje de precipitación total |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| I                                  | Años muy secos          | 25.561,6                     | 1.420,1              | 15                                |
| II                                 | Años secos              | 29.565,5                     | 1.642,5              | 17                                |
| III                                | Años normales           | 34.545,8                     | 1.919,2              | 20                                |
| IV                                 | Años lluviosos          | 38.402,1                     | 2.133,5              | 22                                |
| V                                  | Años muy lluviosos      | 43.314,8                     | 2.406,4              | 26                                |
| Total de precipitación de la serie |                         | 171.389,8                    | 1.904,3              | 100                               |

Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

- III. quintil, años normales: reciben cantidades anuales superiores a 1735,9 mm e inferiores a 2.074,4 mm.
- IV. quintil, años lluviosos: reciben entre 2.074,4 mm, y 2.221,1 mm de precipitación anual.
- V. quintil, años muy lluviosos: superan los 2.221,1 mm de precipitación anual.

Del análisis del cuadro Nº 5 se desprende que, los años muy lluviosos presentan una precipitación total mayor en un 11% a la de los años muy secos. Es lógico que los años muy lluviosos acumulan más lluvia que los años secos o muy secos, pero lo interesante, aunque no es el objetivo de este trabajo, sería analizar cómo estos quintiles varían en otros observatorios que también presentan una estación seca y otra lluviosa o bien, el comportamiento de los quintiles, en un observatorio donde se presentan lluvias durante todo el año, cuyos totales o porcentajes son muy similares.

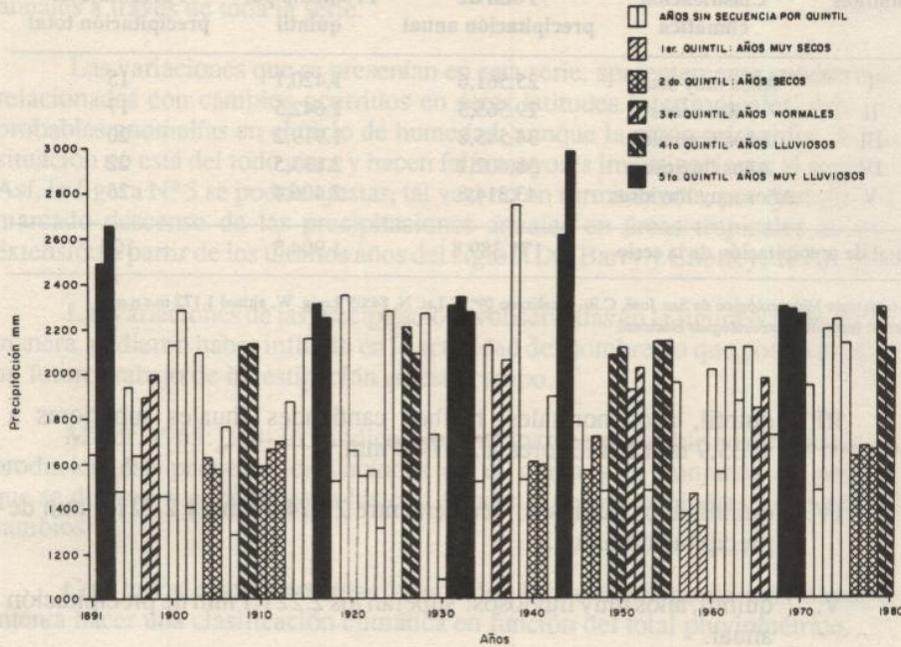
Por regla general, las precipitaciones se comportan en forma muy irregular; por tanto, no se puede determinar una secuencia, es decir, que cada cierto número los años sean secos, normales, lluviosos, etc. (ver fig. Nº 6).

Sin embargo, un análisis breve, conduce a la siguiente estimación de los noventa años en total por quintales:

**Años muy secos:** 1957-1958-1959, se ordenan en un grupo de tres años sucesivos.

**Años secos;** doce en total. Se ordenan en dos grupos de tres años sucesivos:

**FIG. 6. COSTA RICA: DISTRIBUCION DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES POR QUINTILES. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

1910-1911-1912; 1976-1977-1978; cuadro N° 5 fig. 6., en grupos de dos años sucesivos se ordenan los siguientes:

1904-1905; 1940-1941 y 1946-1947

**Años normales;** ocho en total. Cuatro grupos de dos años sucesivos, 1897-1898; 1936-1937; 1951-1952; y 1965-1966.

**Años lluviosos;** diez en total. Forman cinco grupos de dos años sucesivos: 1908-1909; 1926-1927; 1949-1950; 1954-1955 y 1979-1980.

**Años muy lluviosos;** doce en total. Forman cinco grupos de dos años sucesivos: 1908-1909; 1926-1927; 1892-1893; 1916-1817 y 1943-1944; además dos grupos de tres años, siendo ellos: 1931-1932-1933 y 1968-1969-1970.

De los datos anteriores se obtiene que, solamente un 50% de los años tiende a agruparse en forma sucesiva, es decir que, presentan totales pluviométricos muy similares o cambios paulatinos que los ubique dentro del mismo quintil.

Con el fin de analizar cómo han ido variando los totales de precipitaciones por quintiles en cada uno de los treintenarios, se elaboró el cuadro N° 6.

Se aprecia como en el treintenio 1951-1980, los años muy lluviosos en cuanto al total de precipitaciones disminuyó alrededor de un 2% respecto del período 1891-1920 mientras que los años normales del mismo período en un 1%, así mismo los años secos. Ahora bien, el treintenio 1951-1980 presenta mayores diferencias pluviométricas respecto del período anterior, obteniendo que los años muy lluviosos disminuyeron un 2,8%, manteniéndose los porcentajes para los años lluviosos, pero los años normales aumentaron en un 1% y los años secos en 1,5%. Esto es una prueba adicional de la homogeneidad de la serie.

La serie ha sido sometida a la aplicación de las medidas de tendencia central y de dispersión y a criterios como el de Cornú, Student, etc., en forma sistemática, comprobando que la misma se ajusta a una distribución normal y que es homogénea. De tal manera, se verifica la hipótesis planteada referente al comportamiento anual de las precipitaciones. Además, resulta de gran interés estudiar el comportamiento y las características del régimen mensual, análisis que a continuación se realiza.

### III. ANALISIS DEL REGIMEN MENSUAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, COSTA RICA

#### 1. Generalidades del Régimen Mensual

El Observatorio Meteorológico de San José corresponde a un clima seco húmedo tropical, perteneciente al régimen de la vertiente del Pacífico de Costa Rica, (clasificación climática de Koeppen-Geiger). Lo anterior, indica la presencia de una época seca claramente definida en el invierno del hemisferio, la cual resulta ser una de las características más sobresalientes de este clima, al que pertenece la mayor parte del país.

Conforme con los objetivos planteados en este estudio, y de acuerdo con la división señalada por Grandoso et al. (1971: 29,41) se consideran los meses pertenecientes a la época seca, aquellos en los cuales se produce una disminución considerable en cuanto a los totales de las precipitaciones, es decir, los meses de diciembre a abril inclusive (fig. N° 7). Los meses de mayo a noviembre inclusive, conforman el período lluvioso. Resulta oportuno señalar que, aunque el período lluvioso se extiende de mayo a noviembre (montos mensuales), en valores diarios es a mediados de mayo, porque de ahí en adelante se produce con regularidad las precipitaciones (entrada de la época lluviosa), extendiéndose hasta la última semana de noviembre aproximadamente (Coen 1973:142). En la figura N° 7 se pueden distinguir los meses de abril y noviembre, como meses de transición.

**CUADRO N° 6. COSTA RICA: TOTALES Y PORCENTAJES DE  
PRECIPITACIONES ANUALES DE LOS QUINTILES POR  
TREINTENIOS. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN  
JOSE, PERIODO 1891-1980  
(EN MILIMETROS)**

| Clasificación climática<br>en función del total<br>pluviométrico | TREINTENIOS |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
|--|-------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|  | 1891-1920   | %     | 1921-1950 | %     | 1951-1980 | %     | 1906-1935 | %     | 1936-1965 | %     |
| I Años muy secos   | 8.268,7     | 14,9  | 8.491,3   | 14,6  | 8.701,6   | 15,2  | 7.959,8   | 14,2  | 8.662,8   | 15,1  |
| II Años secos  | 9.751,5     | 17,4  | 9.734,0   | 16,7  | 10.445,7  | 18,2  | 9.691,3   | 17,3  | 9.852,6   | 17,2  |
| III Años normales  | 10.867,9    | 19,4  | 11.537,0  | 19,8  | 11.871,4  | 20,7  | 11.305,2  | 20,2  | 11.503,2  | 20,1  |
| IV Años lluviosos  | 12.652,5    | 22,6  | 13.093,8  | 22,5  | 12.747,8  | 22,3  | 13.165,8  | 23,5  | 12.431,2  | 21,7  |
| V Años muy lluviosos   | 14.371,1    | 25,7  | 15.294,8  | 26,3  | 13.460,7  | 23,5  | 13.875,2  | 24,8  | 14.788,4  | 25,8  |
| Totales (mm)   | 58.011,7    | 100,0 | 58.150,9  | 100,0 | 57.227,2  | 100,0 | 55.987,3  | 100,0 | 57.238,3  | 100,0 |

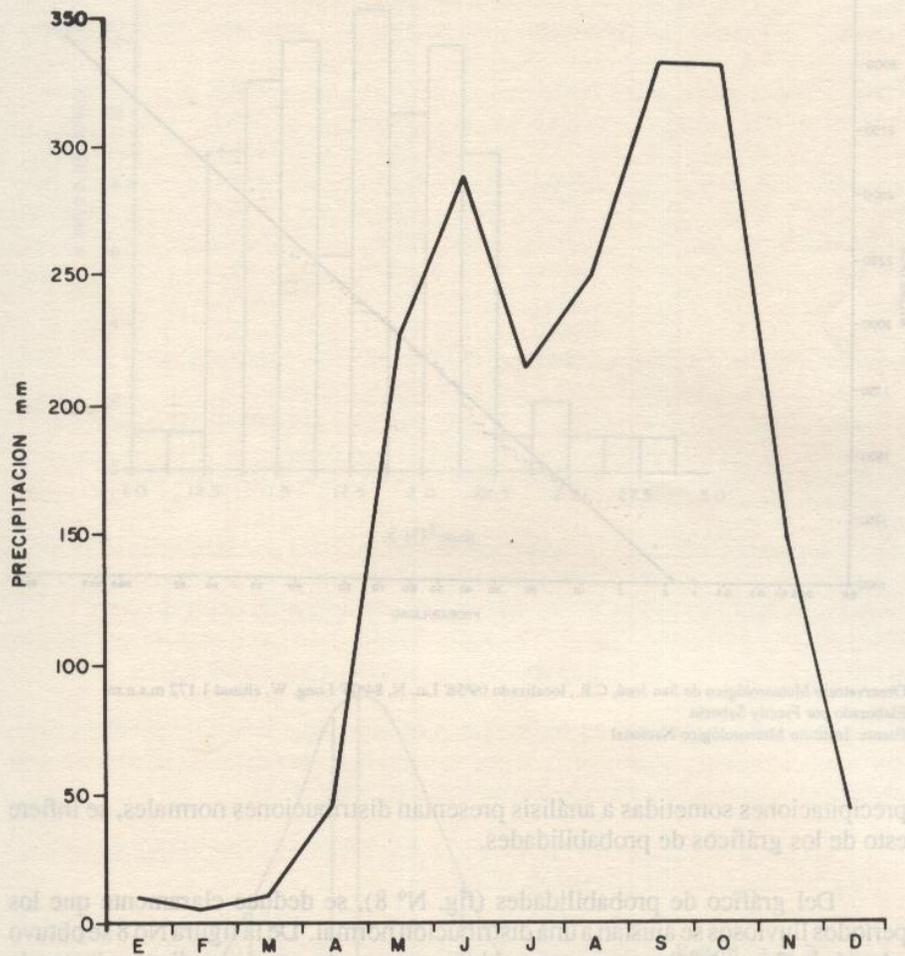
Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Se observa una disminución de las precipitaciones a mediados del año, que se inicia aproximadamente a finales de junio y finaliza en agosto, es el denominado veranillo de San Juan (Hidalgo 1980:4); mejor conocido como el período de los "veranillos", los cuales interrumpen la época lluviosa, trayendo como consecuencia implicaciones sobre todo para el sector agrícola"; "ésta disminución parece estar relacionada con el solsticio correspondiente" (Flores 1982:106). Posterior a esta interrupción, la época lluviosa alcanza su punto máximo, sobre todo en los meses de setiembre y octubre. Es importante resaltar que, una vez alcanzada la máxima precipitación en el año, se pasa casi de inmediato a la época seca, es decir, se presenta una violenta disminución de las precipitaciones (fig. N° 7), debido a que "climatológicamente a principios de noviembre se nota un cambio en la atmósfera tropical hacia condiciones típicas del invierno boreal, lo cual marca en nuestra latitud la finalización de la estación (período) lluviosa. Los primeros "Nortes" (vientos fríos del norte)<sup>3</sup> que están asociados con empujes cíclicos de masas de aire frío de origen polar sobre el Mar Caribe, anuncian esta transición, que se caracteriza por una marcada disminución de las lluvias en la vertiente del Pacífico en contraste con un aumento de la precipitación en la parte atlántica (léase caribeña) (Boletín Climatológico Mensual IMN, año 6 No 9-10-11 y 12, pág. 1).

Teniendo presente las generalidades del régimen mensual, con el fin de someter a comprobación la segunda hipótesis de trabajo, se procede a analizar estadísticamente las precipitaciones de los períodos lluviosos y posteriormente el de los períodos secos. Se verifica en primer lugar si los períodos de las

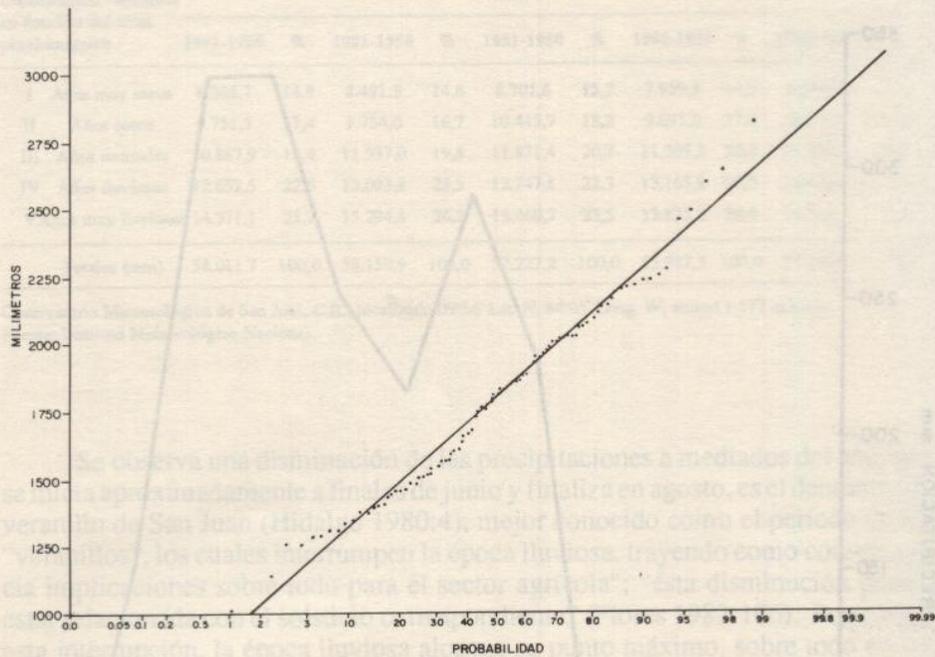
3. Algunos de los empujes polares logran proyectarse hasta latitudes tropicales, sobre todo en enero. Sin embargo, en febrero son menos frecuentes, y a partir de este momento se manifiesta el otro tipo, de la estación seca, que domina en marzo y abril (predominan las calmas ecuatoriales). (Boletín Climatológico Mensual. IMN, año 6, No. 1 y 2).

**FIG. 7. COSTA RICA: REGIMEN PLUVIOMETRICO MEDIO ANUAL.  
OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO  
1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Elaborado por Freddy Saborío.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

**FIG. 8. COSTA RICA: PROBABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS LLUVIOSOS —MAYO A NOVIEMBRE—. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

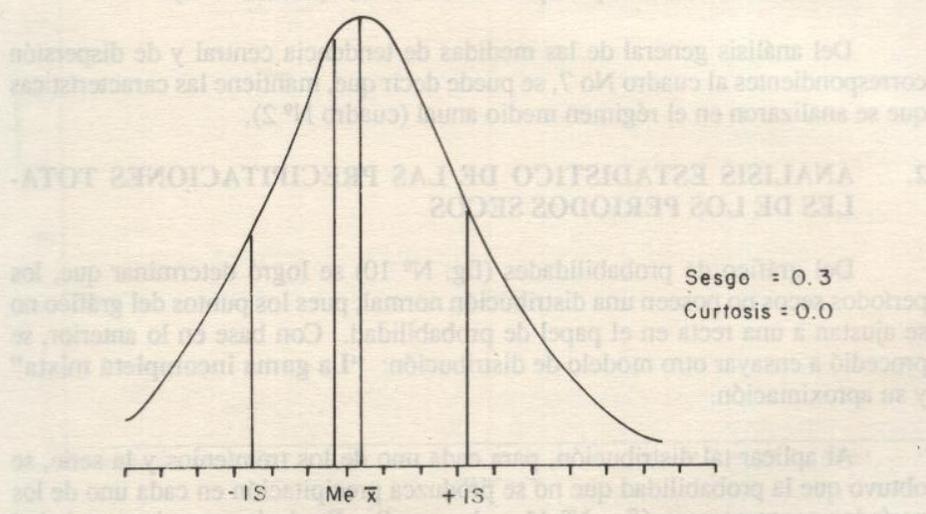
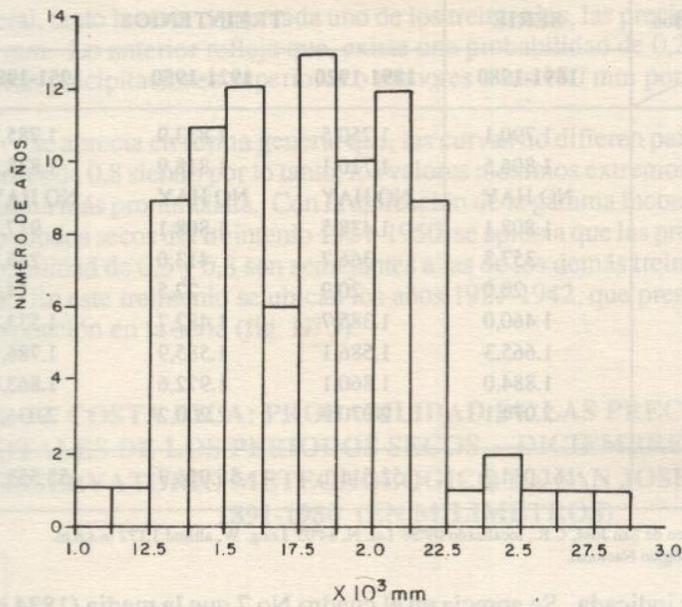
precipitaciones sometidas a análisis presentan distribuciones normales, se infiere esto de los gráficos de probabilidades.

Del gráfico de probabilidades (fig. N° 8), se deduce claramente que los períodos lluviosos se ajustan a una distribución normal. De la figura No 8 se obtuvo además la figura N° 9, que muestra el histograma y su correspondiente ajuste a la curva normal.

Con la aplicación de las diferentes técnicas estadísticas para estos períodos de los noventa años y de los tres treintenios principales, se obtuvieron los valores indicados en el cuadro N° 7 que se analizan a continuación.

En el histograma de la figura N° 9 se observa que, en la séptima clase (1750-1875 mm) se agrupan las medidas de tendencia central —la medida 1790 mm y la mediana 1806 mm. Lo anterior confirma lo obtenido por medio de la curva de pro

**FIG. 9. COSTA RICA: HISTOGRAMA Y CURVA DE AJUSTE DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS LLUVIOSOS —MAYO A NOVIEMBRE— OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Elaborado por Freddy Saborío.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

**CUADRO N° 7. COSTA RICA: MEDIDAS ESTADISTICAS DE LAS  
PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS LLUVIOSOS  
—MAYO A NOVIEMBRE—. OBSERVATORIO METEOROLOGICO  
DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**

| Medidas<br>T.C. y D. | Períodos  | TREINTENIOS |           |           |
|----------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
|                      | SERIE     | 1891-1920   | 1921-1950 | 1951-1980 |
|                      | 1891-1980 |             |           |           |
| Media                | 1.790,1   | 1.750,5     | 1.833,9   | 1.785,1   |
| Mediana              | 1.806,5   | 1.710,1     | 1.818,9   | 1.838,5   |
| Moda                 | NO HAY    | NO HAY      | NO HAY    | NO HAY    |
| Amplitud             | 1.808,1   | 1.438,5     | 1.808,1   | 917,8     |
| Desv. típica         | 357,3     | 366,7       | 413,0     | 266,7     |
| Coef. variac. %      | 20,0      | 20,9        | 22,5      | 14,9      |
| Quintil I            | 1.460,0   | 1.385,7     | 1.482,7   | 1.533,4   |
| Quintil II           | 1.665,3   | 1.586,1     | 1.585,9   | 1.786,1   |
| Quintil III          | 1.884,0   | 1.860,1     | 1.972,6   | 1.863,8   |
| Quintil IV           | 2.074,1   | 2.070,3     | 2.200,2   | 2.036,1   |
| Precipitación total  | 161.084,2 | 52.514,1    | 55.016,9  | 53.553,2  |

Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

babilidades antes indicada. Se aprecia en el cuadro No 7 que la media (1834 mm) de los períodos lluviosos del treintenio 1921-1950 posee un valor más elevado que los otros treintenios, producto del máximo de precipitación ocurrido entre 1927-1942 aproximadamente (fig. N° 5), sucediendo lo mismo con la media del treintenio 1921-1950 de las precipitaciones anuales (cuadro N° 2).

Del análisis general de las medidas de tendencia central y de dispersión correspondientes al cuadro No 7, se puede decir que, mantiene las características que se analizaron en el régimen medio anual (cuadro N° 2).

## 2. ANALISIS ESTADISTICO DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS SECOS

Del gráfico de probabilidades (fig. N° 10) se logró determinar que, los períodos secos no poseen una distribución normal, pues los puntos del gráfico no se ajustan a una recta en el papel de probabilidad. Con base en lo anterior, se procedió a ensayar otro modelo de distribución: "La gama incompleta mixta" y su aproximación.

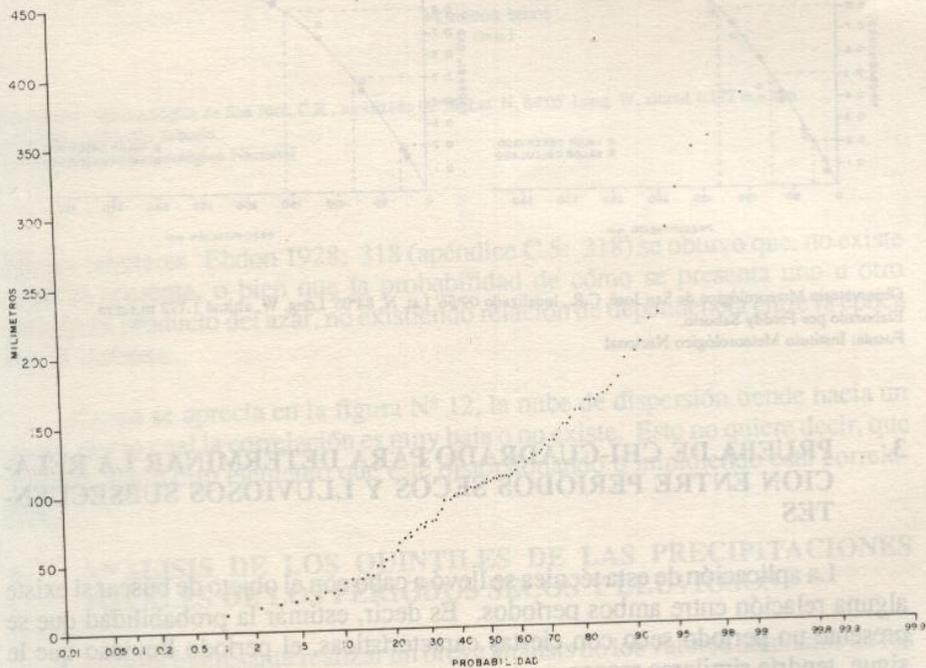
Al aplicar tal distribución, para cada uno de los treintenios y la serie, se obtuvo que la probabilidad que no se produzca precipitación en cada uno de los períodos secos es cero (fig. N° 11 a, b, c y d). Es decir, que siempre habrá precipitación en cada uno de los períodos secos. Se aprecia asimismo, una similitud en cuanto a la probabilidad de lluvia para la serie y los treintenios. Por ejemplo,

para una probabilidad de 0,5 (50%) en el cual la serie (fig. N° 11 a) fue de 70 mm de precipitación o menos aproximadamente; para el treintenio 1891-1920 (fig. N° 11 b) fue de 80 mm o menos; 1921-1950 (fig. N° 11 c) de 75 mm o menos; 1951-1980 (fig. N° 11 d) de 80 mm o menos.

Con una probabilidad de 0,8 (80%) se mantiene la similitud, ya que, en general, tanto la serie como cada uno de los treintenios, las precipitaciones fueron 150 mm. Lo anterior refleja que, existe una probabilidad de 0,2 (20%) para que ocurran precipitaciones superiores o menores a los 150 mm por período.

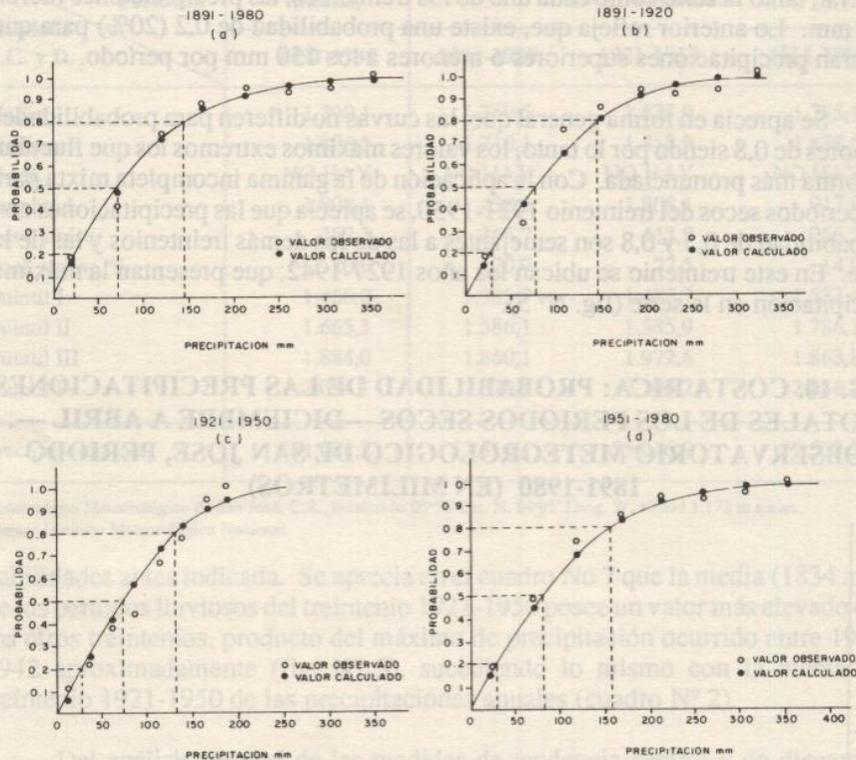
Se aprecia en forma general que, las curvas no difieren para probabilidades menores de 0,8 siendo por lo tanto, los valores máximos extremos los que fluctúan en forma más pronunciada. Con la aplicación de la gamma incompleta mixta para los períodos secos del treintenio 1921-1950, se aprecia que las precipitaciones con probabilidad de 0,5 y 0,8 son semejantes a las de los demás treintenios y las de la serie. En este treintenio se ubican los años 1927-1942, que presentan la máxima precipitación en la serie (fig. N° 5).

**FIG. 10. COSTA RICA: PROBABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS SECOS —DICIEMBRE A ABRIL—. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

**FIG. 11. COSTA RICA: PROBABILIDAD CALCULADA POR LA FUNCION GAMMA INCOMPLETA MIXTA DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS SECOS —DICIEMBRE A ABRIL—. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



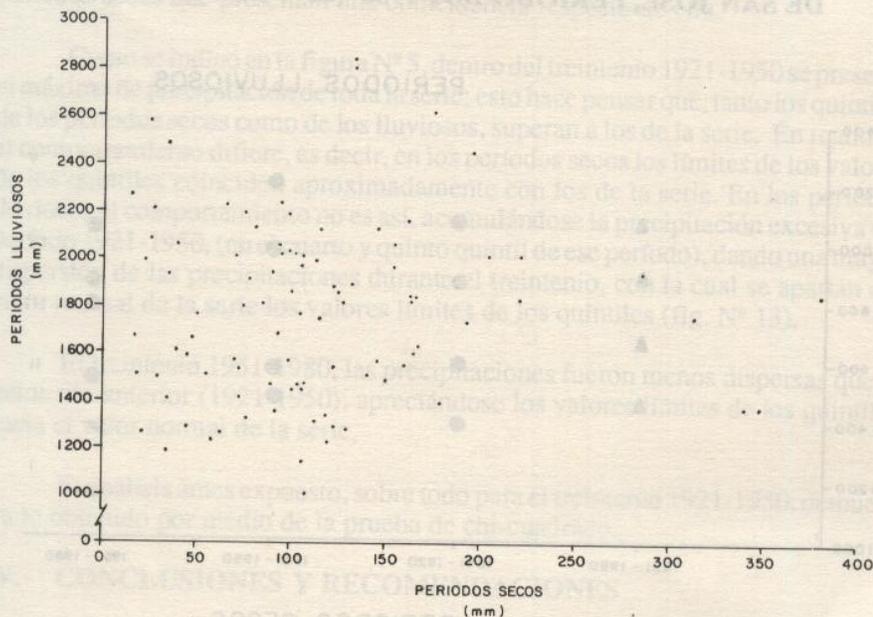
Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

### 3. PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA DETERMINAR LA RELACION ENTRE PERIODOS SECOS Y LLUVIOSOS SUBSECUENTES

La aplicación de esta técnica se llevó a cabo con el objeto de buscar si existe alguna relación entre ambos períodos. Es decir, estimar la probabilidad que se presente un período seco con ciertas características, el período lluvioso que le sigue, tendría similares rasgos.

Una vez efectuados los cálculos correspondientes y corroborados mediante

**FIG. 12. COSTA RICA: GRAFICO DE DISPERSION ENTRE PERIODOS SECOS Y PERIODOS LLUVIOSOS. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

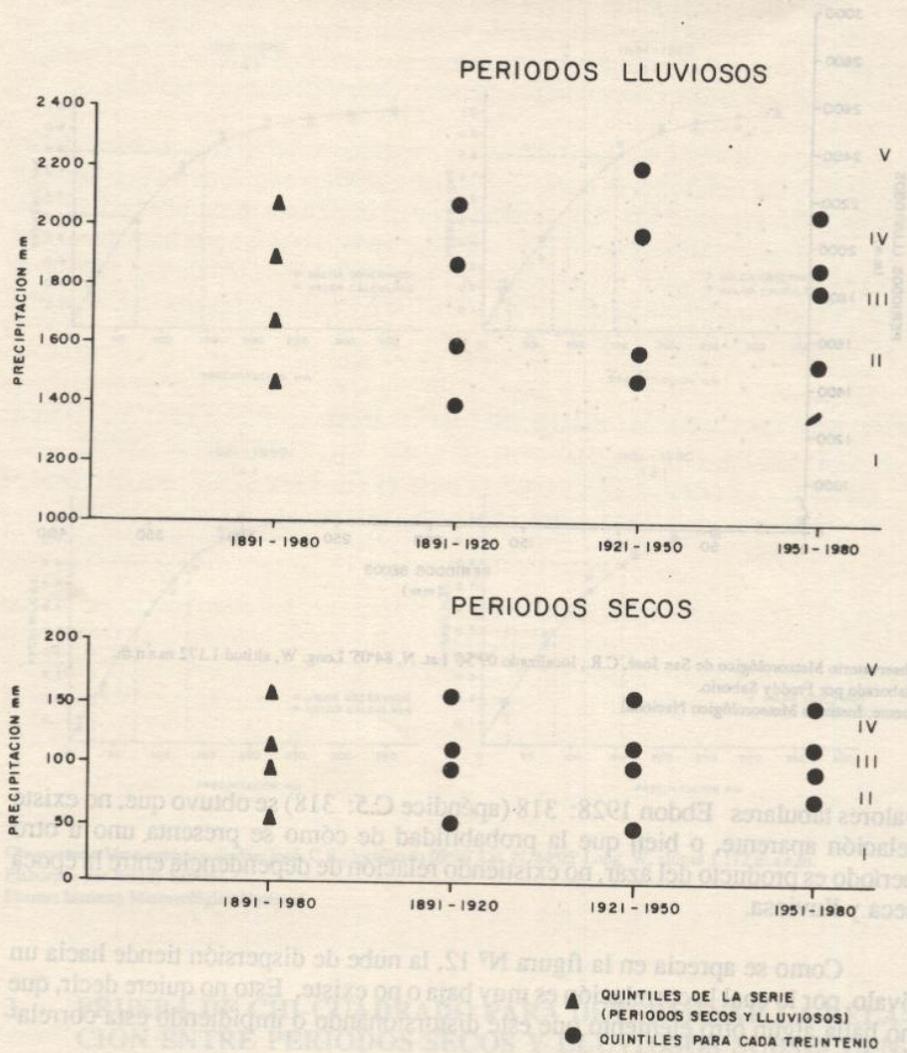
valores tabulares Ebdon 1928: 318 (apéndice C.5: 318) se obtuvo que, no existe relación aparente, o bien que la probabilidad de cómo se presenta uno u otro período es producto del azar, no existiendo relación de dependencia entre la época seca y lluviosa.

Como se aprecia en la figura N° 12, la nube de dispersión tiende hacia un óvalo, por lo cual la correlación es muy baja o no existe. Esto no quiere decir, que no halla algún otro elemento que esté distorsionando o impidiendo esta correlación.

#### **4. ANALISIS DE LOS QUINTILES DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS SECOS Y LLUVIOSOS**

Resulta interesante realizar un breve análisis de los valores obtenidos de los quintiles, tanto de los períodos secos como de los lluviosos.

**FIG. 13. COSTA RICA: LIMITES DE LOS QUINTILES DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES DE LOS PERIODOS LLUVIOSOS —MAYO A NOVIEMBRE— Y LOS PERIODOS SECOS —DICIEMBRE A ABRIL—. OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE SAN JOSE, PERIODO 1891-1980 (EN MILIMETROS)**



Observatorio Meteorológico de San José, C.R., localizado 09°56' Lat. N, 84°05' Long. W, altitud 1.172 m.s.n.m.  
 Elaborado por Freddy Saborío.  
 Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

Con la aplicación de chi-cuadrado, se obtuvo que no existe relación de dependencia entre ambos períodos, lo cual se puede apreciar también en la figura N° 13, que muestra el comportamiento diferente de los quintiles en los períodos lluviosos en cada uno de los treintenios y en relación con los de la serie, no así, los períodos secos que presentan una coincidencia respecto de ella.

Como se indicó en la figura N° 5, dentro del treintenio 1921-1950 se presenta el máximo de precipitación de toda la serie; esto hace pensar que, tanto los quintiles de los períodos secos como de los lluviosos, superan a los de la serie. En realidad, el comportamiento difiere, es decir, en los períodos secos los límites de los valores de los quintiles coinciden aproximadamente con los de la serie. En los períodos lluviosos el comportamiento no es así, acumulándose la precipitación excesiva del período 1921-1950, (en el cuarto y quinto quintil de ese período), dando una mayor dispersión de las precipitaciones durante el treintenio, con la cual se apartan del valor normal de la serie los valores límites de los quintiles (fig. N° 13).

El treintenio 1951-1980, las precipitaciones fueron menos dispersas que el treintenio anterior (1921-1950), apreciándose los valores límites de los quintiles hacia el valor normal de la serie.

El análisis antes expuesto, sobre todo para el treintenio 1921-1950, demuestra lo obtenido por medio de la prueba de chi-cuadrado.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por medio de la aplicación de diversas técnicas estadísticas (criterio de Cornú, medidas de tendencia central, curtosis, sesgo, entre otras), se obtuvo que la serie se ajusta a una distribución normal, aceptándose por tanto, la hipótesis formulada para el régimen de precipitaciones anuales, es decir, que existe una marcada tendencia hacia la normalidad de la curva, lo cual permite utilizar los valores medios, como representativos para este Observatorio. Se puede afirmar que el modelo de distribución normal, describe adecuadamente el fenómeno dentro de los niveles de significación aceptados.

Por medio de la aplicación del test de Student y el test de secuencias, se comprobó que la serie (1891-1980) es homogénea. A pesar que el Observatorio Meteorológico ha sido ubicado en seis sitios diferentes (cinco contempla el estudio) la homogeneidad para la serie se mantiene. Estas técnicas se aplicaron también a los diferentes treintenios, los cuales se pueden considerar, cada uno de ellos, como una muestra representativa de la población y por consiguiente de las condiciones climáticas del área.

Con respecto de las variaciones de las precipitaciones anuales analizadas a través de los promedios móviles de los treintenios, se logró determinar un máximo de precipitaciones ocurrido entre 1927 y 1942 aproximadamente, el cual aparentemente, tiene relación con cambios ocurridos en otras latitudes de la Tierra. Estas variaciones en las precipitaciones anuales, se podrían analizar en forma más profunda por medio del análisis de series de tiempo, utilizando otras estaciones en

el país que posean un buen registro de observaciones pluviométricas con el fin de extrapolar los resultados obtenidos. Para ello, ha de tenerse presente las consecuencias ocasionadas por la actividad del hombre en esos años, como puede ser por ejemplo: inundaciones, pérdidas de cosechas, tanto por exceso o falta de precipitación, variaciones en el caudal de los ríos, etc. De acuerdo con la información obtenida al extrapolar las precipitaciones, podrían establecerse políticas nacionales o regionales adecuadas para minimizar los efectos nocivos de cambios imprevistos en el régimen de lluvias.

De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo V, relativo al régimen mensual de las precipitaciones (períodos secos y lluviosos), se concluye que en los períodos secos el modelo de la distribución normal resulta inapropiado, ya que no se ajusta a ésta, en cambio los períodos lluviosos sí son adecuadamente descritos por medio de esta prueba.

En términos generales se puede indicar que los períodos lluviosos poseen características similares a la serie, respecto del ajuste de la distribución normal. Como ambas son simétricas, es posible aplicar otras pruebas estadísticas paramétricas.

Los períodos secos fueron tratados por medio de la Gamma Incompleta Mixta, producto de la asimetría deducida del gráfico de probabilidades. Con la aplicación de esta prueba se obtuvo que, los tres treintenios principales: 1891-1920, 1921-1950 y 1951-1980 presentan una gran similitud entre sí y con respecto de la serie de períodos secos (1891-1980). Observándose que, tanto en las precipitaciones anuales de la serie, como en los treintenios (períodos secos), la probabilidad de que no se produzca precipitación fue cero; así mismo una gran similitud en cuanto a la probabilidad de lluvia por ejemplo para 0.5 y 0.8 de probabilidad. Finalmente, se ha podido mostrar que, son los valores máximos extremos los que fluctúan en forma más pronunciada.

De lo expuesto anteriormente, se recomienda la aplicación de la Gamma Incompleta Mixta para el tratamiento de los períodos secos y para el régimen mensual en el Observatorio Meteorológico de San José.

Del análisis realizado por medio de los quintiles en los períodos secos - lluviosos y mediante la aplicación del chi-cuadrado se obtuvo que, no existe relación de dependencia entre ambos períodos, debido a que la precipitación en cada caso se distribuye en forma aleatoria. Así, se deduce que, en los períodos secos los límites de los valores de los quintiles coinciden aproximadamente con los de la serie, mientras que, en los períodos lluviosos estos difieren notablemente, al acumularse la precipitación excesiva de los años 1927-1942 en el cuarto y quinto quintil. En relación con este mismo tema, en el treintenio 1921-1950 se aprecia una mayor dispersión de las precipitaciones.

Además, es importante agregar, el hecho que no han ocurrido grandes cambios seculares tanto en los períodos secos como en los lluviosos, lo que aparentemente pone de relieve que el comportamiento de las precipitaciones a través del tiempo ha mantenido una cierta regularidad.

Se recomienda poner a funcionar un observatorio auxiliar en el Museo Nacional (sitio N° 5) que registre temperaturas y precipitaciones con el objeto de continuar la serie, la cual, al tener un comportamiento homogéneo representa las condiciones climáticas del área, y a la vez con el fin de conocer posibles cambios seculares o variaciones determinadas por la ciudad, ya que en términos generales, podría especularse que el treintenio 1951-1980 refleja un microclima urbano; esta interpretación se desprende del análisis del histograma y el comportamiento de la curva de la figura N° 4 c. De esta manera, podría examinarse cómo la influencia de la expansión urbana de la ciudad de San José ha repercutido sobre el comportamiento de las precipitaciones.

Se recomienda tener presente tanto las medidas de tendencia central como las de dispersión, ya que los valores medios por sí solos no son nada significativos en agricultura, como se trata de cultivos con márgenes muy reducidos en cuanto a requerimientos de agua pluvial. Es importante conocer los valores climatológicos con el fin de obtener mayor provecho de este valioso recurso natural. Por ejemplo, para determinar si un cultivo es rentable o no, así mismo, para conocer más a fondo los pisos altitudinales típicos en las tierras de baja latitud.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBENTOSA, L.M. **La aplicación del método estadístico en climatología: 105 años de lluvias en Barcelona (1866-1970) I.** Revista de Geografía; Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona (Barcelona, España) 9(1-2): 59-77 Enero-Diciembre 1975.
- ALBENTOSA, L.M. **La aplicación del método estadístico en climatología. El régimen anual de precipitaciones en Barcelona II.** Revista de Geografía, Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona (Barcelona, España) 9(1-2): 79-112 Enero-Diciembre 1976.
- ALFARO, M. DEL R. **Algunos aspectos de la precipitación en Costa Rica.** Tesis Lic., Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, Facultad de Ciencias, 1981.
- BARQUERO, J. **El volcán Irazú y su actividad.** Tesina Lic. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Facultad Ciencias de la Tierra y el Mar, 1977.
- BARRY, R.G. Y CHORLEY, R.J. **Atmósfera, Tiempo y Clima.** 2 ed. Barcelona, España, OMEGA, S.A., 1978.
- BROOKS, C.E.P Y CARRUTHERS, N. **Handbook of Statistical Methods in Meteorology.** London: Her Majesty's Stationary Office, 1953.
- COEN, E. **El folklore costarricense relativo al clima.** Revista de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. (35):135-145, 1973.
- EBDON, D. **Estadística para geógrafos.** Barcelona, España. Oikos-Tau S.A.
- FLORES, E. **Geografía de Costa Rica.** 2 ed. San José, Costa Rica. EUNED, 1982.
- GRANDOSO, H, MONTERO, A DE Y CASTRO, V. **Características de la atmósfera libre sobre Costa Rica y sus Relaciones con la precipitación. Informe Semestral, Enero-Julio, 1981,** Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica.
- HIDALGO, H. **Heavy rainfall in Costa Rica.** Tesis M.Sc. Birmingham University. Science and Engineering. Faculty, 1980.
- I.M.N. **Boletín climatológico mensual,** varios años.
- JANSA, J.M. **Curso de Climatología.** Madrid, España. Servicio Meteorológico Nacional, 1969.
- MAGALLON, F. **Análisis de estadística aplicados en Geografía.** San José, Costa Rica. EUNED, 1979.
- MILLER, A.A. **Climatología.** 4 ed. Barcelona, España. OMEGA, S.A., 1975.
- MONKHOUSE, F.J. y WILKINSON, H.R. **Mapas y diagramas.** Barcelona, España. Oikos-Tau S.A., 1968.
- O.M.M. **Guide to climatological practices.** N° 100. T.P. 44.
- PANOFSKY, H.A. and BRIER, G.W. **Some applications of statistic to meteorology.** University Park, Pennsylvania, 1958.
- ROSALES, A. **Análisis y descripción del clima del Valle Central Occidental.** Tesis Lic., San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias y Letras, 1966.
- STRAHLER, A.N. **Geografía física.** 5 ed. Barcelona, España. OMEGA, S.A. 1981.
- THOM, H.C.S. **Some methods of climatological analysis.** W.M.O. N° 199. T. P., 1966.
- WORTHING, A.G. and GEFFNER, J. **Treatment of experimental data.** New York: Yohn Wiley, 1948.