

Tipificación de datos de totales de lluvia para el cálculo de la magnitud de las anomalías en una estación meteorológica con un largo período observacional de Cuba

Autores: RAIMUNDO VEGA GONZÁLEZ,
MARÍA DEL R. GARCÉS CANALS,
MARÍA E. SARDIÑAS RODRÍGUEZ,
NANCY FERNÁNDEZ MOSQUERA

Centro del Clima, Instituto de Meteorología

RESUMEN

Se presenta una tipificación de datos de totales de lluvia correspondiente a 15 clases (series) que se complementa apropiadamente con el cálculo de la magnitud de las anomalías mediante la utilización de un indicador adimensional simple que tiene buenas propiedades operativas (simetría, ponderación equitativa de los extremos de la lluvia). En particular, los indicadores generalizados (sumas modulares) permiten cuantificar la magnitud global de las anomalías pluviométricas en el caso de las series anual y de las temporadas lluviosa y poco lluviosa. El método propuesto se aplica a los datos de series largas de la estación meteorológica de Casablanca, Ciudad de La Habana, siendo extensivo local y regionalmente a todo el territorio de la República de Cuba.

I. Introducción

El Archipiélago Cubano se encuentra prácticamente ubicado en la zona latitudinal 20°-30°N donde predominan los climas secos Bw (de desierto) y Bs (de estepa) según la clasificación de Köppen (citada por Iñiguez y Mateo, 1980). Sin embargo, en oposición al patrón predominante, resulta que la precipitación total anual de Cuba es de unos 1 320 mm con un coeficiente de variación de 18.8%¹; la insularidad y configuración territorial es el factor determinante que genera un clima particularmente húmedo (la humedad relativa media anual es de un 75% para la mayor parte del territorio nacional).

La estacionalidad es una característica que se refleja en el comportamiento secular de los totales de lluvia: temporada poco lluviosa ("estación seca") en noviembre-abril y temporada lluviosa ("estación húmeda") en mayo-octubre, con una probabilidad de

90% para todo el territorio nacional; el aporte de los totales de lluvia de la temporada lluviosa relativo a los totales anuales oscila entre 70 y 85% en la mayoría de los casos. La gran variabilidad espacial y temporal de los totales de lluvia en Cuba está relacionada con la ocurrencia de fenómenos de escalas sinóptica y local como las tormentas locales severas típicas del verano, los sistemas extratropicales del invierno (bajas extratropicales, frentes fríos con tormentas locales prefrontales severas), las altas presiones con "brisotes sucios" y los organismos ciclónicos tropicales del Atlántico Norte (bajas, depresiones, tormentas tropicales, huracanes). En particular, los ciclones tropicales que se reportan con la mayor probabilidad en junio-noviembre ("temporada ciclónica") generan (en ocasiones) totales aberrantes de lluvia en un ciclo de pequeña longitud temporal que, en algunos países de la cuenca del Mar Caribe, pueden superar la norma de los totales anuales de lluvia (Díaz,

1983)². Además, según los estudios que recientemente se han ejecutado sobre anomalías en diversos elementos climáticos, el fenómeno del sistema océano-atmósfera denominado "El Niño/Oscilación del Sur" (ENOS) puede ser considerado como otro de los factores conformadores del clima de Cuba: Cárdenas, Naranjo y Centella (1996) han determinado un impacto (estadísticamente significativo) del ENOS en los regímenes de la lluvia, las temperaturas extremas y la presión atmosférica en nuestro país³.

Un problema de interés relativo al régimen pluviométrico consiste en la tarea de clasificar los datos y cuantificar las anomalías que se derivan de la gran variabilidad secuencial inherente a los acumulados de lluvia. Por ejemplo, el año de 1958 tiene una lluvia total que puede ser considerada como ligeramente superior a la norma (comparación directa); sin embargo, este año es uno de los más anómalos de la serie debido

a que casi el 48% de la lluvia total se acumuló durante los meses que integran la temporada poco lluviosa (enero, febrero, marzo y abril de la temporada 1957/1958; noviembre y diciembre de la temporada 1958/1959). De esta manera, se comprende la necesidad de elaborar un método adecuado para la tipificación de datos y el cálculo de la magnitud de las anomalías en el régimen de totales de lluvia en Cuba, el cual es el objetivo principal de este trabajo.

II. Materiales y métodos

Se consideran 15 clases: las 12 series mensuales, la serie anual (clase 13) y las series de la temporada lluviosa (clase 14) y de la temporada poco lluviosa (clase 15). La precipitación total de la j-ésima clase en el i-ésimo año y la norma (media) de la j-ésima clase (en mm) se expresan por $U(i,j)$ y $U(j)$, respectivamente, donde $i=1,2,\dots,n(j)$; $j=1,2,\dots,15$. La información básica está integrada por los datos de totales de lluvia de la estación meteorológica de Casablanca desde abril 1 de 1908 hasta diciembre 31 de 1995; el valor del tamaño muestral $n(j)$ es 87 ó 88, según el caso. En total, resultan 1 315 individuos que se clasifican mediante la cantidad Q (contraste por cociente) dada por la fórmula (Cioffi y Rego, 1977):

$$Q(i,j) = U(i,j)/U(j) \quad (i=1,2,\dots,n(j); j=1,2,\dots,15)$$

En la tabla 1 se da el esquema elaborado para la tipificación de los datos individuales de lluvia total. El indicador directo IU de la anomalía pluviométrica de la j-ésima clase en el i-ésimo año se define por la expresión:

$$IU(i,j) = (Q(i,j) - 1) \cdot B(j) \text{ si } Q(i,j) < 2; \\ IU(i,j) = B(j) \text{ si } Q(i,j) \geq 2$$

donde $B(j)$ es un factor de ponderación dado por $B(j) = M(j)/U(j)$, siendo $M(j) = \max\{U(i,j)\}$ el máximo absoluto de los totales de lluvia en la j-ésima clase; en el caso particular de las series anual y de las temporadas lluviosa y poco lluviosa se proponen los indicadores generalizados IUG dados, respectivamente, por las expresiones (sumas modulares):

$$IUG(i,13) = \sum_{j=1}^{12} |IU(i,j)|; \quad IUG(i,14) = \sum_{j=5}^{10} |IU(i,j)| \\ IUG(i,15) = |IU(i-1,11)| + |IU(i-1,12)| + \sum_{j=1}^4 |IU(i,j)|$$

III. Presentación y análisis de los resultados

III.1. El indicador directo de la anomalía pluviométrica y sus propiedades.

Se observa que $IU(i,j) = 0$ si $U(i,j) = U(j)$ y que tiene la propiedad de simetría con relación a los

tipos en oposición definidos en la tabla 1. Además, IU pondera equitativamente los extremos de la lluvia: $IU(i,j) = -B(j)$ si $Q(i,j) = 0$ (sequía absoluta); $IU(i,j) = B(j)$ si $Q(i,j) \geq 2$ (totales de lluvia iguales o mayores que dos veces la norma correspondiente). En general, se verifica la relación: $IU(i,j) \geq B(j)$.

III.2. Estadígrafos principales del régimen de totales de lluvia en Casablanca.

En la tabla 2 se dan los estadígrafos principales asociados a las 15 clases con los datos de totales de lluvia en Casablanca: $n = n(j)$ es el tamaño de la muestra, $U = U(j)$ es la media (norma) de los totales de lluvia, $V = V(j)$ es el

coeficiente de variación de los totales de lluvia (en %), $\max U = \max\{U(i,j)\}$ es el máximo absoluto de los totales de lluvia (se adjunta el año), $\min U = \min\{U(i,j)\}$ es el mínimo absoluto de los totales de lluvia (se adjunta el año), $B = B(j)$ es el factor de ponderación. Se observa que, de los 34 récords (valores extremos) registrados, 14 (41.1%) pertenecen al período 1970-1995 (en los últimos 26 años).

Tabla 1. Tipificación de los datos de totales de lluvia utilizando $Q(i,j)$ (contraste por el cociente entre el dato y la norma).

Intervalo	Denominación (tipo)	Simbología
$0 = Q(i,j)$	Sequía absoluta	5s
$0 < Q(i,j) \leq 0.2$	Muy seco	4s
$0.2 < Q(i,j) \leq 0.4$	Seco	3s
$0.4 < Q(i,j) \leq 0.6$	Moderadamente seco	2s
$0.6 < Q(i,j) \leq 0.8$	Ligeramente seco	1s
$0.8 < Q(i,j) < 1.0$	Subnormal ligero	n-
$1.0 = Q(i,j)$	Normal	n.
$1.0 < Q(i,j) < 1.2$	Supranormal ligero	n+
$1.2 \leq Q(i,j) < 1.4$	Ligeramente lluvioso	1r
$1.4 \leq Q(i,j) < 1.6$	Moderadamente lluvioso	2r
$1.6 \leq Q(i,j) < 1.8$	Lluvioso	3r
$1.8 \leq Q(i,j) < 2.0$	Muy lluvioso	4r
$2.0 \leq Q(i,j)$	Notablemente lluvioso	5r

Tabla 2. Estadígrafos principales del régimen de totales de lluvia en Casablanca, Ciudad de La Habana (abril 1908-diciembre 1995).

	n	U(mm)	V(%)	MaxU(mm)	MinU(mm)	B
Ene	87	65.72	115.2	451.9(1942)	0.0(1949)	6.876
Feb	87	53.35	82.6	226.1(1994)	0.0 (1)	4.238
Mar	87	48.21	82.9	235.1(1987)	0.8(1935)	4.877
Abr	88	54.86	84.5	210.4(1977)	0.0 (2)	3.835
May	88	100.47	81.3	424.1(1925)	0.0(1927)	4.221
Jun	88	161.50	69.1	693.5(1982)	23.2(1921)	4.294
Jul	88	106.72	52.2	272.6(1970)	17.1(1986)	2.554
Ago	88	106.15	54.9	294.8(1950)	15.3(1982)	2.777
Sep	88	151.08	52.9	421.7(1979)	17.2(1911)	2.791
Oct	88	177.53	69.0	668.3(1926)	5.4(1970)	3.764
Nov	88	84.47	89.0	426.2(1989)	5.8(1983)	5.046
Dic	88	54.32	76.5	176.3(1986)	2.4(1984)	3.246
Anual	88	1162.08	25.2	1884.0(1966)	641.0(1918)	1.621
May-Oct	88	803.45	30.4	1630.9(1953)	313.5(1918)	2.030
Nov-Abr	87	361.79	42.4	824.9(1941/42)	70.2(1970/71)	2.280

(1) En 1911, 1918, 1944 y 1945 (2) En 1922 y 1955

III.3. Tipificación de datos de totales de lluvia en Casablanca.

De la tabla 3 se deduce que, en todos los meses, predominan los tipos subnormales y el tipo extremo notablemente lluvioso predomina sobre el tipo extremo opuesto (sequía absoluta): se presentan 98 meses notablemente lluviosos (58 casos en el periodo noviembre-abril, 13 casos en mayo)* y solamente ocho meses de sequía

absoluta (en enero, febrero, abril y mayo). Los tipos de mayor frecuencia de ocurrencia (relativos al total de los 1 053 meses) son los de moderadamente seco (15.5%), ligeramente seco (13.1%), seco (10.4%) y subnormal ligero (10.3%). Se destaca, en particular, el mes de febrero debido a que, del total de 11 casos tipificados como notablemente lluviosos, nueve están ubicados a partir del decenio

de 1970; un comportamiento parecido lo tiene el mes de abril (seis de los 10 casos tipificados como notablemente lluviosos se reportaron en los últimos 26 años).

Tabla 3. Tipificación de datos de totales de lluvia (1 053 casos mensuales y 262 casos correspondientes a las series anual y de las temporadas lluviosa y poco lluviosa). Casablanca, Ciudad de La Habana (abril 1908-diciembre 1995).

	Tipos														Total
	5s	4s	3s	2s	1s	n-	n.	n+	1r	2r	3r	4r	5r		
Ene	1	14	14	12	9	8	0	7	3	5	2	2	10	87	
Feb	4	10	11	6	10	9	0	10	4	2	8	2	11	87	
Mar	0	11	10	15	11	5	0	3	9	6	5	4	8	87	
Abr	2	14	14	7	5	10	0	4	5	4	6	7	10	88	
May	1	15	6	17	6	4	0	7	7	5	4	3	13	88	
Jun	0	1	8	18	20	9	0	8	6	3	4	3	8	88	
Jul	0	2	8	10	15	12	0	16	6	4	8	3	4	88	
Ago	0	1	6	19	13	12	0	8	9	10	4	1	5	88	
Sep	0	3	6	16	13	11	0	8	9	10	6	4	2	88	
Oct	0	7	7	14	11	10	0	15	4	8	3	2	7	88	
Nov	0	8	10	17	11	11	0	7	6	3	4	2	9	88	
Dic	0	11	10	12	14	7	0	4	5	8	4	3	10	88	
Total	8	97	110	163	138	108	0	97	73	68	58	35	98	1053	
Anual	0	0	0	3	17	25	0	27	6	7	2	0	0	87	
May-Oct	0	0	1	3	21	25	0	17	12	5	3	0	1	88	
Nov-Abr	0	1	5	8	15	18	0	16	10	3	8	2	1	87	

De los 87 totales anuales, el 59.8% se tipifica desde subnormal ligero hasta supranormal ligero, el 19.5% como ligeramente seco, el 8.1% como moderadamente lluvioso, el 6.9% como ligeramente lluvioso, el 3.4% como moderadamente seco y el 2.3% como lluvioso. Se observa el predominio de los tipos subnormales en la serie de la temporada lluviosa (el 56.8% de los casos se tipifica desde subnormal ligero hasta seco) y en la serie de la temporada poco lluviosa (el 54.0% de los casos se tipifica desde subnormal ligero hasta muy seco). Es de interés la presencia de un conglomerado de temporadas poco lluviosas supranormales en los últimos 19 años hidrológicos: desde la temporada 1976/1977 hasta la de 1994/1995 se tienen 14 casos tipificados desde supranormal ligero hasta muy lluvioso. Además, conviene destacar que en 1918 se registró el mínimo absoluto de los totales anuales de lluvia en La Habana durante un período de 137 años: "El trienio 1916-1918 es tan notable...que no existe otro igual, ni siquiera parecido. La sequía de esos tres años fue extraordinaria, hasta un límite desconocido" (Millás, 1943).

III.4. Análisis de los valores adquiridos por los indicadores de las anomalías pluviométricas IU (directo) y IUg (generalizado) en Casablanca.

Se observa que $\max\{IU(i,j)\} = 6.876 = B(1)$; este valor se alcanza en enero de 1915, 1924, 1926, 1931, 1942, 1958, 1966, 1969, 1983 y 1993 (notablemente lluviosos), así como en enero de 1949 (sequía absoluta). En general, se tiene que $\min\{IU(i,j)\} = -B(j)$ y $\max\{IU(i,j)\} = B(j)$ solamente en enero, febrero, abril y mayo.

En la serie de los totales anuales, los valores del indicador directo $IU(i,13)$ oscilan entre -0.726 y 1.007. Sin embargo, los valores del indicador generalizado $IUg(i,13)$ oscilan entre 16.361 (en

1909, supranormal ligero, $IU = 0.238$) y 36.727 (en 1983, moderadamente lluvioso, $IU = 0.681$). El año de 1983 es el más anómalo de toda la serie: cuatro meses notablemente lluviosos (enero, febrero, marzo y diciembre), dos meses muy lluviosos (abril y septiembre), dos meses ligeramente lluviosos (junio y octubre), un mes seco (mayo) y dos meses muy secos (julio y noviembre); agosto se tipifica como subnormal ligero. El evento ENOS 1982-1983 ha sido catalogado como el más intenso del presente siglo (hasta 1995), habiendo influido significativamente sobre el estado del tiempo en Cuba.

En la serie de los totales de la temporada lluviosa, los valores del indicador directo $IU(i,14)$ oscilan entre -1.238 y 2.030; el indicador generalizado $IUg(i,14)$ adquiere valores entre 4.786 (en 1980, subnormal ligera, $IU = -0.392$) y 15.543 (en 1953, notablemente lluviosa, $IU = 2.030$). Temporadas lluviosas anómalas para las cuales el aporte $R(i)$ de los totales de lluvia relativo a los totales anuales es de 50% o menor, se registraron en 1918, 1931, 1941, 1942, 1977, 1987, 1989 y 1993; excepto la de 1989, todas aparecen vinculadas a eventos ENOS (1918-1919, 1930-1931, 1939-1942, 1976-1977, 1986-1987 y 1993). En 1989 (año supranormal), el valor de $R(i)$ se origina en un desplazamiento por lluvias extraordinarias en noviembre (426.2 mm, equivalente a casi cinco veces la norma mensual y al 31.0% del total anual) generadas principalmente por tres sistemas frontales y una depresión que se convirtió en la tormenta tropical "Karen" (noviembre 27-diciembre 1), con trayectoria irregular y lento desplazamiento sobre el Mar Caribe Occidental (cerca de la costa sur de Isla de la Juventud). El mínimo absoluto de $R(i)$ se alcanzó en 1993, donde el 36.5% de la lluvia total anual se concentró en los meses invernales de enero y abril.

En la serie de los totales de la temporada poco lluviosa, los valores del indicador directo $IU(i,15)$ oscilan entre -1.838 y 2.280; sin embargo, el indicador generalizado $IUg(i,15)$ adquiere valores entre 6.096 (en 1908/1909, supranormal ligera, $IU = 0.075$) y 23.401 (en 1986/1987, moderadamente lluviosa, $IU = 1.416$). El evento ENOS 1986-1987 (el más intenso del presente siglo después del evento 1982-1983) influyó significativamente sobre el régimen de las precipitaciones: diciembre de 1986, febrero de 1987 y marzo de 1987 son notablemente lluviosos; noviembre de 1987 es ligeramente lluvioso; diciembre de 1987 es moderadamente lluvioso; persistencia de tipos subnormales en mayo-septiembre de 1987. Además de la temporada 1941/1942, las temporadas poco lluviosas más notables (con totales de lluvia iguales o mayores que el 175% de la norma) son las de 1930/1931 (lluviosa), 1931/1932 (muy lluviosa), 1971/1972 (lluviosa) y 1982/1983 (muy lluviosa); todas aparecen vinculadas a eventos ENOS, excepto la de 1971/1972. En esta última, los meses de noviembre, febrero y abril resultaron ser notablemente lluviosos: el ciclón tropical "Laura" (noviembre 15/18), con trayectoria irregular sobre el Mar Caribe Occidental (próximo a Isla de la Juventud), aportó el 17.0% de la lluvia total y los sistemas frontales (frentes fríos) catalogados en diciembre 22, febrero 17 y abril 1 generaron el 44.0%.

Es importante observar que, en la estructuración de los totales anuales de lluvia y de las temporadas lluviosa y poco lluviosa, surgen (en ocasiones) marcados contrastes en oposición con compensaciones en la lluvia caída, resultando una "normalidad ficticia" que oculta la verdadera naturaleza de los cambios bruscos secuenciales en la evolución del régimen de las precipitaciones. Por ejemplo, el año de 1958 ha

sido tipificado directamente como supranormal ligero en la lluvia total acumulada; sin embargo, este año es uno de los más anómalos de la serie debido al alto valor alcanzado por el indicador generalizado (IUg = 30.584). El evento ENOS 1957-1958 ha sido catalogado de moderada intensidad; en particular, en enero 2/3 de 1958 la región occidental de Cuba fue azotada por una tormenta tropical (según Ortíz, 1975) con fuertes vientos y lluvias intensas (este organismo no ha sido catalogado por Neumann et al, 1993).

IV. Conclusiones

La tipificación de datos de totales de lluvia y la utilización de un indicador directo adimensional simple mediante la introducción de un factor de ponderación incrementa la precisión en los resultados de caracterización cualitativa y cuantitativa del régimen pluviométrico en series largas de datos observacionales. Los valores calculados por el indicador generalizado (sumas modulares) reflejan de una manera mas objetiva la magnitud global de las anomalías que se derivan de los grandes contrastes secuenciales que ocurren en las series anual y de las temporadas lluviosa y poco lluviosa; en particular, el máximo valor adquirido por el indicador generalizado de la anomalía pluviométrica anual en Casablanca se alcanza en 1983 y está asociado al evento ENOS 1982-1983. Por su naturaleza, esta metodología es extensiva local y regionalmente a todo el territorio de la República de Cuba, pero es preciso señalar que la "estabilidad" de los valores del factor de ponderación depende naturalmente de los tamaños muestrales.

En el proceso de tipificación de totales mensuales de lluvia en Casablanca se observa que los tipos más frecuentes son los de moderadamente seco, ligeramente seco, seco y subnormal ligero;

el predominio de los tipos subnormales aparece también en las series de las temporadas lluviosa y poco lluviosa. En particular, el tipo notablemente lluvioso predomina sobre el tipo opuesto (sequía absoluta), reportándose la ocurrencia de 98 meses notablemente lluviosos (71 casos en el período noviembre-mayo) y solamente ocho meses de sequía absoluta (en enero, febrero, abril y mayo). Resulta de interés la existencia de un conglomerado de temporadas poco lluviosas supranormales en los últimos 19 años hidrológicos: desde la temporada 1976/1977 hasta la de 1994/1995 se tienen 14 casos tipificados desde supranormal ligero hasta muy lluvioso, característica que debe influir significativamente en el análisis de la tendencia. El mes de febrero se destaca debido a que, del total de 11 casos tipificados como notablemente lluviosos, nueve se registraron a partir del decenio de 1970 (en los últimos 26 años).

Se detecta cierta correspondencia entre los eventos ENOS catalogados por varios autores y la ocurrencia de temporadas lluviosas en Casablanca con un aporte crítico a los totales anuales de lluvia iguales o menores que 50%, así como con las temporadas poco lluviosas con totales de lluvia iguales o mayores que el 175% de la norma.

Citas

⁽¹⁾ Deducido del Resumen Climático de Cuba (1991), relativo a 60 estaciones meteorológicas distribuidas en las 14 provincias y en el municipio especial Isla de la Juventud. En la zona latitudinal 20°-30°N, según Sellers (1970), la media de los totales anuales de lluvia es de 790 mm.

⁽²⁾ En particular, según Ortíz (1980), totales de hasta 1 600 mm (superiores a la norma anual) se acumularon bajo la influencia del huracán "Flora" con trayectoria irre-

gular (desde el día 4 hasta el 8 de octubre de 1963) sobre las antiguas provincias Oriente y Camagüey.

⁽³⁾ Se ha observado en Cuba un aumento de los totales de lluvia en la temporada poco lluviosa y una disminución en la temporada lluviosa bajo la influencia de un evento ENOS. De acuerdo a la metodología propuesta por estos autores, se presentan analogías y diferencias con las cronologías de eventos ENOS de Wang (1991) y Quinn (1993).

⁽⁴⁾ Aproximadamente, el período diciembre-mayo contiene el 79.5% de los frentes fríos catalogados por Rodríguez et al (1984).

Agradecimientos

A Aida Campos Mazorra por su valiosa ayuda en la preparación del documento para su impresión.

Bibliografía

Cárdenas, P.A., Naranjo, L. y Centella, A.,(1996): El Niño, la Oscilación del Sur y el ENOS. Papel en la predictabilidad de elementos climáticos. Centro Nacional del Clima, La Habana. 24 págs.

Cioffi, D. y Rego, J.S.,(1977): La sequía, un aspecto importante del clima de Cuba. Informe para el IFIAS. Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba.

Díaz, A.,(1983): Tropical storms in Central America and the Caribbean: characteristic rainfall and forecasting of flash floods. Proceedings of the Hamburg Symposium, august 1983. IAHS Publ. No.140. pág. 39-51.

Iñiguez, L. y Mateo, J.,(1980): Geografía física de Cuba. Componentes naturales y paisajes geográficos. M.E.S., Universidad de La Habana, Facultad de Geografía. 251 págs.

Millás, J.C.,(1943): La lluvia en La Habana. Conferencia leída en la Academia de Ciencias (1942). Marina de Guerra. 34 págs.

Neumann, Ch.J., Jarvinen, B.R., McAdie, C.J. y Elms, J.D.,(1993): Tropical cyclones of the North Atlantic Ocean, 1871-1992 (fourth revision). Historical Climatology Series 6-2, U.S. Department of Commerce, NOAA, NWS. 174 págs.

Ortíz, R.,(1980): Descripción de los cinco huracanes mas interesantes que han afectado a Cuba en los últimos cincuenta y cuatro años. Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba. 10 págs.

Ortíz, R.,(1975): Organismos ciclónicos tropicales extemporáneos. Serie Meteorológica No.5. Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba. 99 págs.

Quinn, W.H.,(1993): A Southern Oscillation-related climatic activity for A.D. 622-1900 incorporating Nile River flood data. Historical and paleoclimatic aspects of the Southern Oscillation/El Niño. Monthly Weather Review 110. pág. 119-149.

Rodríguez, M., González, C. y Valdés, J.,(1984): Cronología de los frentes fríos que han afectado a Cuba desde la temporada 1916-1917 hasta la temporada de 1982-1983 (67 temporadas). Reporte de Investigación No.9. Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba. 15 págs.

Sellers, W.D.,(1970): Physical Climatology. Instituto del Libro, La Habana. 227 págs.

Wang, S.,(1991): Historical aspects of ENSO events. Proceedings of the International Conference of Climatic Impacts on the Environment and Society. University of Tsukuba, Japan. TD-No.435.WCP.pág A13-A18.

Abstract

Data of rain totals corresponding to 15 classes (series) are classified in 13 types or categories. Simple adimensional indexes with good operational properties related to the values of precipitation anomalies (direct and generalized forms) are given. The proposed method is applied to long series data belonging to meteorological station of Casablanca (Havana City), but it may be locally and regionally extended to the territory of the Republic of Cuba.