

Análisis y Evaluación de Sequía en la Cuenca del Río Cauto **Analysis and Evaluation of Drought in the River Basin of the Cauto.**

Autor: MSc. Ismarys C. Izaguirre Alfonso.
Dra. Maira Celeiro Chaple
Instituto de Geografía Tropical
Calle F No 302 e/ 13 y 15 Vedado, Ciudad de La Habana

Resumen

La cuenca del Río Cauto, debido a sus características físico geográficas, con paisajes diferentes que van acompañados de un régimen pluviométrico complejo y variable en su distribución espacial y temporal hacen que esta sea propensa al riesgo de sequía. Este trabajo tiene como objetivo analizar y evaluar el comportamiento de la sequía, utilizando índices que tienen como principal variable, la lluvia, las cuales permiten identificar y describir convenientemente el fenómeno precisando su inicio, duración, severidad, extensión y repetibilidad en la cuenca. A través de los resultados de identificación, análisis de los índices se evalúa la sequía y se conocerán la situación de sequía en la cuenca de estudio, para que los tomadores de decisiones puedan establecer medidas específicas que permitan un mejor manejo de los recursos hídricos mitigar los efectos negativos de la misma y reducir el riesgo por tal evento y disminuir la degradación del medio ambiente. Palabras clave: sequía, precipitación.

Abstract

The river basin of the Cauto, due to their geographical physical characteristics, with different landscapes that go accompanied by a complex rain regimen and variable in their space distribution and time, make it prone to the risk of drought. This work has as objective to analyze and to evaluate the drought, using indexes that have as main variable, the rain, which allow to identify and to describe the phenomenon meetly specifying its beginning, duration, severity, extension and frequency in the river basin. Through the identification results and analysis of the indexes, the drought is evaluated and known the situation of drought in the basin of the studied river, to establish specified measures that allow a better handling of the resources of the water and to mitigate the negative effects of the drought reducing and risk the degradation of the environment.

Key words: drought, precipitation.

Palabras Clave: SEQUIA; RIO CAUTO; RECURSOS HIDRICOS; MANEJO DE RECURSOS; PRECIPITACION

Introducción

Los fenómenos climatológicos extremos son condiciones de las variaciones del clima que se presentan con determinada frecuencia, limitando las posibilidades productivas, recreativas u otras actividades. De acuerdo con su intensidad y frecuencia pueden llegar, a causar pérdidas de vidas humanas y daños en la economía nacional, lo cual implica de dicar cuantiosos recursos a su recuperación.

La sequía, evento extremo dentro de la variabilidad climática es un proceso de desarrollo lento con efectos generalmente de larga duración y alto costo. El déficit de agua que provoca, pone en serias dificultades a las regiones que afecta con consecuencias económicas, sociales y ecológicas indiscutibles, más severas en la medida en que se está menos preparado para afrontarlas.

La cuenca del Río Cauto (**Fig.1**), la más extensa del país debido a sus características

físico geográficas y las peculiaridades geomorfológicas que posee, con un relieve accidentado y también grandes llanuras que originan paisajes diferentes, que van acompañados de un régimen pluviométrico complejo y variable en su distribución espacial y temporal que la hacen propensa al riesgo de sequía y sujetas a inundaciones de origen pluvial.

La variabilidad de las precipitaciones muestra una alternancia de períodos que da lugar a prolongadas e intensas sequías y períodos de elevada actividad pluvial, comportamiento éste que influye sensiblemente sobre la formación de los recursos hídricos y en el manejo del agua de la cuenca.

En aras de reducir las afectaciones a cualquier sistema económico y para evitar la degradación paulatina de sus recursos naturales, este resultado tiene como objetivo “analizar y evaluar las sequías, en la cuenca del río Cauto”.

Materiales y Métodos

La base de datos de los acumulados mensuales de la lluvia utilizada, es procedente de las redes hidrológicas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

En un análisis previo de la información disponible se detectó que varias estaciones, ubicadas principalmente en Granma, presentaban amplios períodos sin datos cuya deducción resultaría difícil, por ello se consideró conveniente no incluirlas en el estudio, siendo el tercio inferior de la cuenca la de menor densidad pluviométrica.

Se utilizaron 54 pluviómetros distribuidos dentro de la cuenca con una serie de 30 años (1964-1993) (**Fig. 2**). Para validar la calidad de los datos se restituyeron los faltantes utilizando métodos estadísticos conocidos (media, mediana, ecuaciones de correlación entre equipos, etc.) y se comprobó la homogeneidad con una serie de pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas como Fisher, Student y Cramer y Helmer, Secuencias y Mann Whitney.

Para la identificación y análisis de la sequía es necesario la utilización de métodos e índices que dependan del estudio que se realice. En este trabajo la lluvia es la fuente principal, por lo que es conveniente la utilización de índices apropiados que tengan a la lluvia como dato básico que puedan describir el fenómeno dimensionando su magnitud, severidad, duración y extensión, es por ello que para la identificación de la sequía meteorológica se utilizaron: el método de los deciles, la técnica de desviación estandarizada y la curva de distribución empírica.

El procesamiento operativo se realizó mediante los Sistemas de programas Monitor, del “Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía” (SNVS) del Instituto de Meteorología de Cuba (Lapinel, et al., 1998).

Método de los deciles

Este método de identificación de sequía es desarrollado por Gibbs y Maher (Gibbs, W. J. 1987). Se basa en el análisis estadístico de las series de los acumulados de lluvias mediante la distribución percentilica donde emplean una clasificación adoptada internacionalmente para caracterizar el comportamiento de los acumulados mensuales de las lluvias en rangos percentílicos y de deciles. Su uso como índice, posee la utilidad práctica de que ellos expresan el grado de la lluvia sobre un período dado dentro de la distribución de frecuencia sin especificar la cantidad de lluvia.

Gibbs y Maher sugieren la siguiente interpretación:

Clasificación en tiempo	Porcentaje	Rango decil
Muy por encima de la norma	superior al 90	10
Bastante por encima de la norma	80-90	9
Por encima de la norma	70-80	8
En la norma	30-70	4-7
Por debajo de la norma	20-30	3
Bastante por debajo de la norma	10-20	2
Muy por debajo de la norma	inferior al 10	1

El criterio utilizado para la identificar, precisar su inicio y fin fue en base a la escala creada por el Sistema Nacional de la Vigilancia de la Sequía en Cuba donde definen cinco estados sobre la base de la escala de Gibbs y Maher, Ausencia de Sequía (AS), Condición de Sequía (CS), Principio de Sequía (PS), Sequía (SQ) y Fin de Sequía (FS) (Lapinel et al., 1998),

Método de la curva integral de coeficientes modulares:

Estas curvas (procedimiento empleado por Trusov en 1983) son utilizadas para detectar periodos de sequías y húmedos. Un periodo de sequía será aquel en que comienzan a acumularse diferencias negativas produciendo en la curva un tramo con pendiente descendente, el punto donde se inicia la acumulación de diferencias positivas corresponde al final del periodo seco y su marcha ascendente muestra los periodos de lluvia sobre la norma. Si el tramo de curva es paralelo a la horizontal, entonces, las precipitaciones coinciden con la norma.

Anomalía estandarizada:

El cálculo del índice de anomalía e standarizada describe la dinámica de la lluvia acumulada en la cuenca y clasifica la sequía en débil, moderada y severa. Se calcula siguiendo el procedimiento utilizado por Ogallo (1984), (Lapinel, et al., 1998).

Cálculo de la repetibilidad de las sequías:

El cálculo de la repetibilidad de sequías fue efectuado por el programa estadístico SKOL el cual se utiliza para las pruebas de bondad de ajuste a distribuciones teóricas de probabilidades por el método de Smirnov- Kolmogorov.

Análisis de los resultados

En un análisis previo de la información pluviométrica se comprobó el comportamiento espacial no uniforme de la lluvia, definiendo en la cuenca zonas húmedas y menos húmedas (**Gráficos 1 y 2**), donde la humedad en el área de la margen izquierda del río Cauto es mayor con relación a la margen derecha. La margen izquierda presenta valores medios superiores a 1500 mm, mientras que en la margen derecha los valores medios resultan entre 500 y 1500 mm. Las partes más húmedas están asociados a las regiones con mayor altitud de la Sierra Maestra, con los mayores aportes en la parte montañosa de los afluentes Bayamo, Cautillo y Contramaestre.

Las magnitudes de los acumulados medios anuales en los pluviómetros de la cuenca, oscilan entre 827 mm y 1834 mm, con una lluvia media anual de 1136 mm calculada por el método aritmético. En el **Anexo 1** se presentan algunos parámetros principales de las lluvias en cada punto estudiado, tales como acumulado anual y coeficiente de

variación.

El **anexo 2** muestra un ejemplo de los resultados decilicos para la identificación de la sequía. Siguiendo con la metodología en el análisis de los resultados encontramos que en el período de estudio han ocurrido sequías de diferentes magnitudes y duraciones, siendo los meses de mayor probabilidad de ocurrencia, enero, julio y diciembre, también se destacan los meses de febrero, abril, junio y noviembre.

El mes más probable para el inicio de la sequía es enero, este mes tiene una alta frecuencia para todo el territorio en general.

Un período prolongado con bajos acumulados de lluvia trae consigo afectaciones a los recursos hídricos, el agotamiento más rápido de la reserva hídrica del suelo y a su vez trae daños conocidos a la agricultura con bajos rendimientos de los cultivos.

En la cuenca la duración más probable es de 3 y 4 meses consecutivos con sequía, la tabla 1 muestra las probabilidades de los meses consecutivos con sequías.

En la zona centro y noroeste de la cuenca los acumulados de lluvias tuvieron mayor afectación por períodos de sequías superiores a 6 meses consecutivos. En la margen derecha de la cuenca es mayor la cantidad de meses consecutivos con sequía que en la margen izquierda.

En los resultados de los valores anuales (**Anexo 3**) se aprecia que los años más afectados por sequías son: 1965, 1967, 1970, 1975, 1981, 1986, 1988, estos años coinciden en casi todos los puntos de estudio de la cuenca.

Los gráficos de las curvas integrales (**Anexo 4**) muestran que en la margen derecha del Cauto comienza a partir de 1986 y hasta 1993 un carácter en sentido general decreciente con valores por debajo de la norma o muy cercanos a ella, comportándose igual que en el período de 1970 al 1977, ambos períodos con 7 años de duración.

Sin embargo, en la margen izquierda hay un crecimiento en los últimos 5 años, donde se destaca además períodos de sequías que han ocurrido en los años 1972-1976, 1980-1986 principalmente en la zona sureste de la cuenca.

Los ejemplos de los gráficos que aparecen en el Anexo 5 representan los valores modulares anuales que muestran el déficit débil (D), moderados (M) y severos (S).

El fenómeno como tal está presente en toda la cuenca. La sequía que más se evidencia es la sequía débil, teniendo la sequía moderada y severa una probabilidad de 27.6 % encontrándose en puntos de estudio aislados, siendo las zonas noroeste y centro de la cuenca las más afectadas.

La repetibilidad de sequías en la cuenca del Río Cauto se encuentra entre los valores de 15% al 35%. En su distribución espacial, la menor probabilidad de ocurrencia de sequías (<20%) se corresponde con la zona más elevada de la Sierra Maestra y Contramaestre, aumentando hacia el norte de la cuenca, encontrándose el máximo hacia el noroeste con 35 %. Otro máximo lo encontramos en el noreste de la cuenca (**Fig. 3**).

Conclusiones

1. En la cuenca el mes más probable para el inicio de la sequía es enero y la mayor probabilidad de duración es de 3 y 4 meses consecutivos, siendo las zonas centro y

noroeste de la cuenca las de mayor afectación por períodos de sequías superiores a 6 meses consecutivos.

2. La sequía severa no tiene grandes probabilidades de ocurrencia, cada cuatro años tiene una probabilidad de producirse entre 15 y 35 % siendo la zona más afectada el noroeste de la cuenca.

3. En los resultados de los valores anuales se aprecia que los años más afectados por sequías son: 1965, 1967, 1970, 1975, 1981, 1986, 1988, estos años coinciden en casi todos los puntos de estudio de la cuenca.

Tabla1.- probabilidad (%) de períodos de meses consecutivos con sequía

meses	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	más 6 meses	más 10 meses
%	12,4	27,4	25,2	11,7	20	3,3

Fig. 1.-Cuenca Hidrográfica del Río Cauto

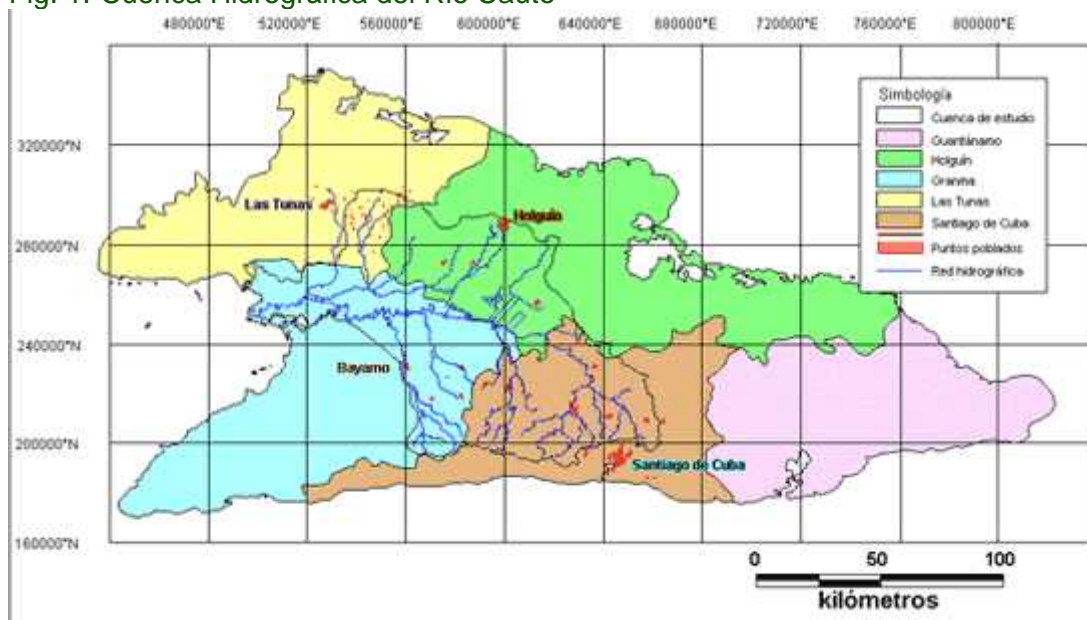


Fig. 2.-Distribución de los pluviómetros en la Cuenca del Río Cauto

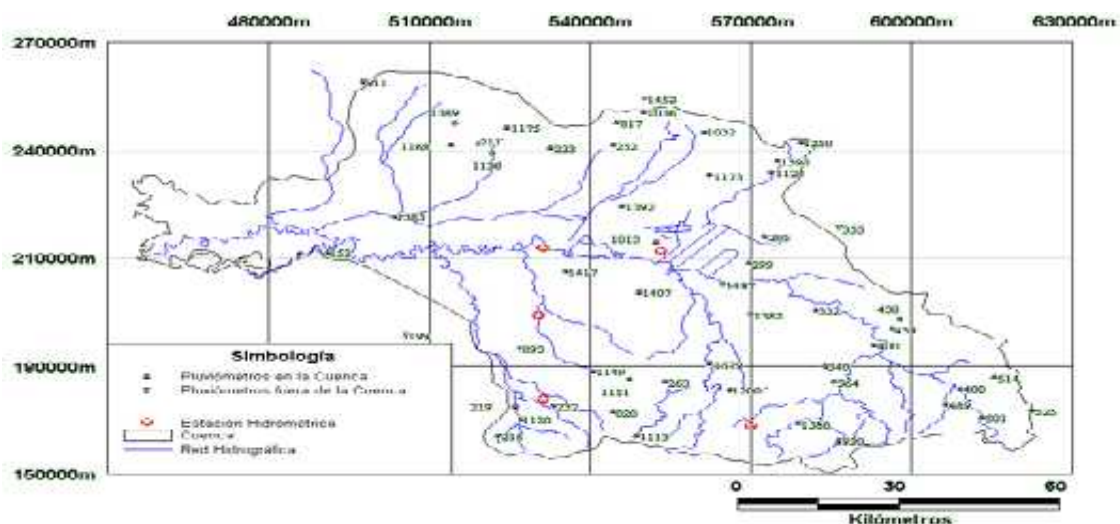


Fig. 3.-Repetibilidad de Sequías (Cuencas del Río Cautín)

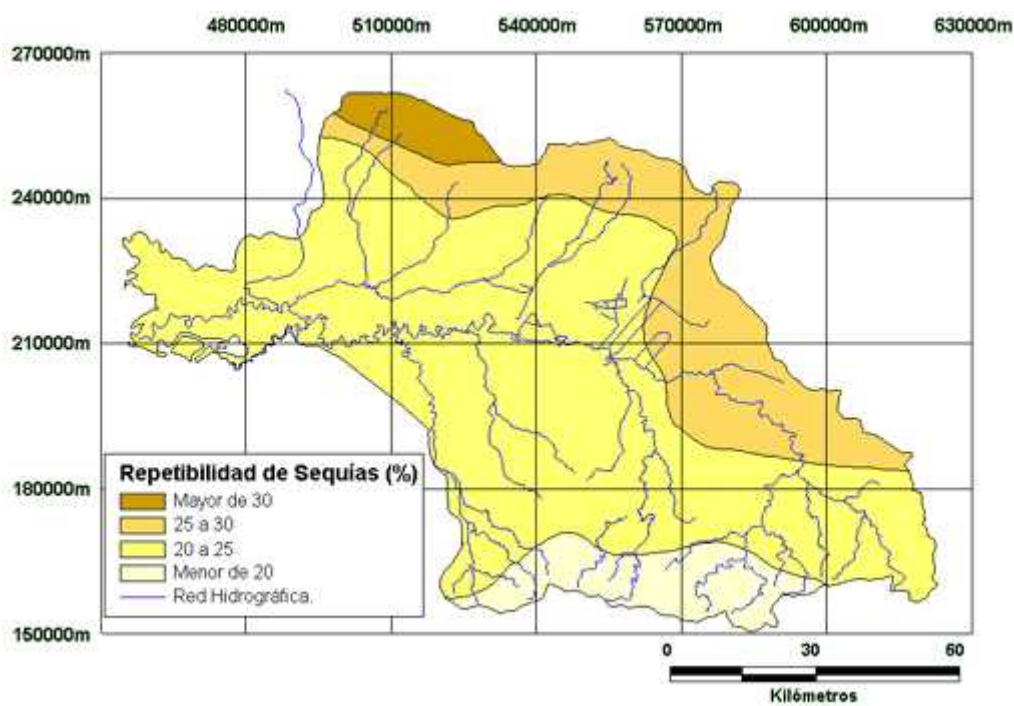
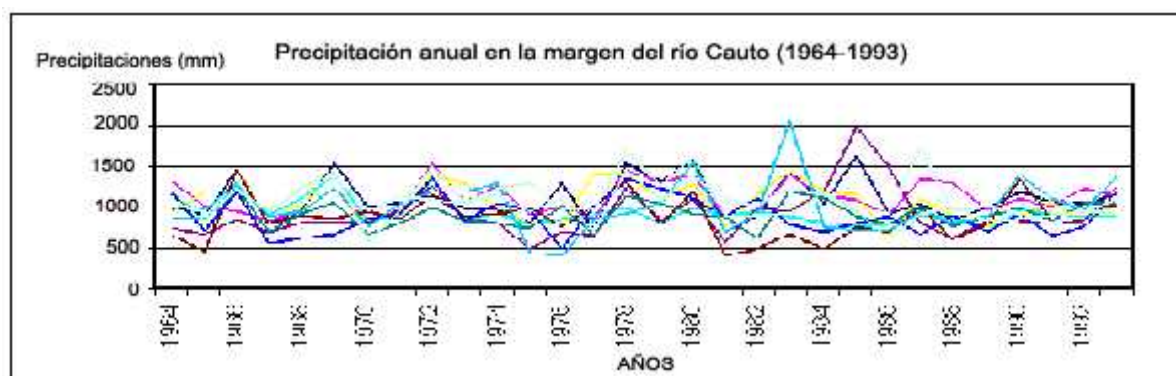
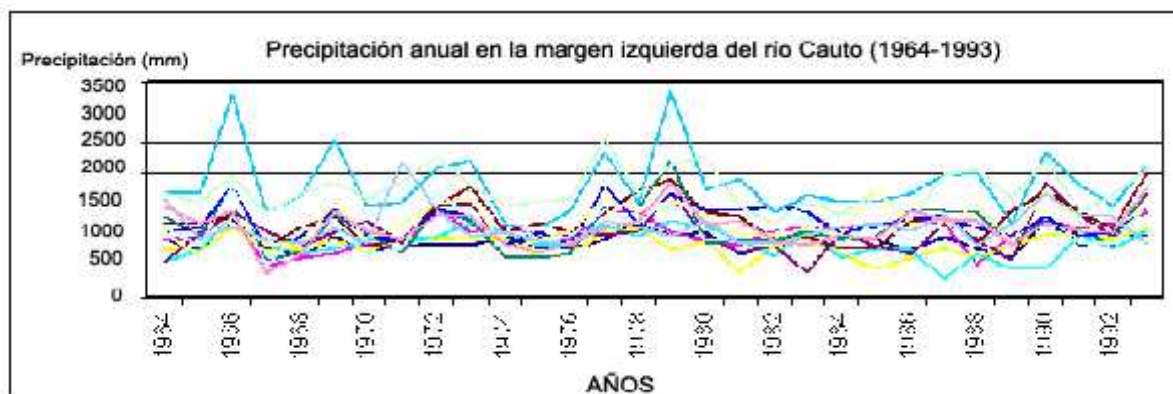


Gráfico 1 y 2.- Distribución de precipitación anual en las márgenes del río Cautín (1964-1993)





Anexo 1: Relación de estaciones pluviométricas y parámetros característicos.

Provincia	No. Control	Nombre	Altitud m	Lluvia media	Cv
Holguín					
11	211	LAS MANTECAS	90	1111	0,18
11	223	LAS ESPERANZA	90	1101	0,23
11	252	TOMI	100	1350	0,35
11	295	URBANO NORIS	80	827	0,29
11	299	GARCIAS	80	902	0,25
11	355	BARAJAGUA	105	907	0,2
11	817	SANTA AURELIA	130	1045	0,21
11	1013	LA CUCA	55	915	0,33
11	1392	LIMPIO CHIQUITO	50	870	0,29
11	1036	LA CARIDAD	130	1064	0,21
11	1124	LIMONCITO	135	1068	0,18
11	1136	LOS MOSCONES	60	883	0,2
11	1168	LAS COLORADAS	65	1057	0,25
11	1032	MAYABE	118	858	0,3
11	1173	SANTA CRUZ	80	936	0,23
11	1175	HUNDIDERO	90	918	0,18
11	1250	CEUTA	150	1004	0,32
11	1389	CANADA HONDA	110	993	0,24
11	1395	LENIN	215	935	0,22
11	1452	EST. HID. ALVARO REYNOSO	70	1006	0,23
Las Tunas					
10	169	Calixto (La Ceiba)	90	1061	0,17
10	911	La Guira	100	1106	0,18
Granma					
12	153	BATEY NEMESIO FIGUEREDO	5	1147	0,25
12	199	BATEY ARQUIMEDES COLINA	40	1166	0,23

12	216	ORO DE GUISA	640	1798	0,27
12	219	LAS MANTECAS	160	1628	0,18
12	232	HORNEROS	240	1685	0,2
12	820	RIHITO	600	1742	0,25
12	893	SANTA RITA	90	1050	0,23
12	1120	EL PLATANO	200	1752	0,19
12	1149	LA FUENTE	150	1212	0,24

Anexo 2. Resultados mensual en rangos decilicos

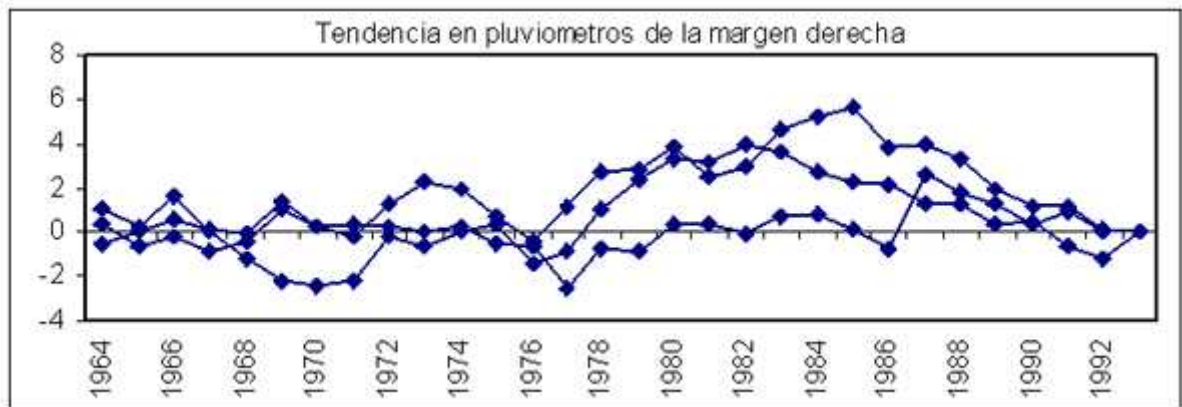
Rango decilico mensual Plv 830 (Margen Izquierda)													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
1964	8	9	6	4	5	4	8	10	4	8	7	5	7
1965	2	1	2	1	6	6	5	5	10	7	7	7	5
1966	9	2	2	6	10	8	2	1	9	10	10	5	10
1967	4	6	1	5	3	9	1	1	1	4	2	5	1
1968	7	7	4	1	1	8	9	9	5	5	5	4	2
1969	6	2	2	8	10	10	4	5	2	5	6	9	7
1970	10	3	2	4	8	5	8	3	4	4	2	4	5
1971	3	8	5	3	2	2	5	8	8	7	4	1	2
1972	9	10	8	3	8	9	7	2	9	2	4	10	9
1973	9	8	6	8	1	7	9	7	7	10	6	10	7
1974	4	1	6	9	2	5	3	3	5	5	2	2	1
1975	1	1	2	2	2	3	10	8	6	4	3	2	1
1976	6	4	1	6	1	7	7	9	2	6	3	6	2
1977	6	6	1	9	10	1	8	4	1	7	9	8	9
1978	10	9	8	5	9	4	6	7	8	8	9	1	9
1979	5	3	5	10	4	10	10	2	10	8	6	7	10
1980	7	5	3	6	3	5	4	6	10	2	3	9	3
1981	7	3	7	1	5	4	4	10	7	1	8	2	4
1982	2	6	7	3	6	2	10	4	7	9	1	3	4
1983	8	10	9	9	4	7	3	9	3	1	4	4	6
1984	5	8	4	4	4	9	1	7	9	6	4	3	4
1985	3	4	4	8	7	1	5	10	6	3	7	1	5
1986	8	7	9	7	7	10	1	4	2	1	7	1	8
1987	5	9	5	10	8	2	6	1	3	9	10	8	8
1988	4	1	9	1	9	8	6	6	4	9	5	10	8
1989	3	7	10	7	5	3	9	3	1	3	1	8	3
1990	2	3	10	7	3	6	7	6	8	10	8	6	6
1991	1	5	7	2	9	1	2	2	6	3	10	6	6
1992	1	10	8	5	6	1	3	5	3	6	1	6	3
1993	10	5	10	10	7	6	2	8	5	2	9	9	10

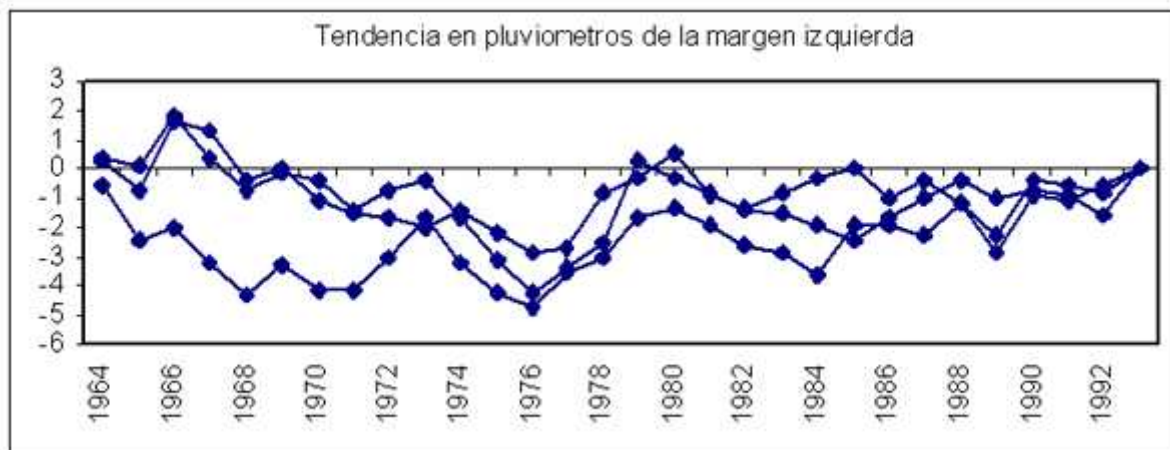
Rango decilico mensual Plv 223 (Margen Derecha)													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
1964	5	5	5	5	2	9	4	9	7	2	4	4	4
1965	1	1	1	5	4	7	7	6	1	3	8	6	3
1966	9	4	10	3	10	4	9	3	6	8	10	9	9
1967	8	10	6	2	2	6	1	5	3	6	2	6	1
1968	5	4	4	1	7	6	2	6	5	4	7	4	4
1969	10	1	6	9	10	10	10	2	4	5	4	4	10
1970	6	5	3	7	1	8	6	8	3	9	2	5	5
1971	3	7	4	5	8	1	2	8	10	4	9	1	6
1972	8	7	5	10	4	3	9	2	7	6	2	9	7
1973	4	4	8	1	3	3	9	10	6	6	1	8	4
1974	1	7	1	3	3	9	3	4	8	7	3	1	3
1975	1	1	1	1	5	6	10	4	2	1	10	4	2
1976	7	1	1	4	8	7	4	3	10	9	5	1	8
1977	6	1	1	4	7	1	1	3	7	2	7	1	1
1978	9	1	8	10	5	7	5	10	4	10	9	1	9
1979	6	1	7	10	6	2	7	10	8	7	10	7	8
1980	5	6	1	9	9	10	7	8	8	7	3	10	10
1981	1	5	7	4	9	2	8	1	2	1	6	1	1
1982	5	5	5	8	4	3	5	9	5	4	5	5	2
1983	7	10	10	7	1	8	3	9	9	10	2	7	9
1984	8	9	8	3	5	8	4	1	10	1	1	1	5
1985	4	8	1	8	9	10	8	7	8	8	8	10	10
1986	10	5	10	2	6	4	6	7	1	2	1	1	3
1987	4	8	8	7	1	5	2	5	5	9	9	8	6
1988	7	1	1	1	7	4	5	5	3	3	4	9	2
1989	1	10	8	4	3	1	7	6	9	5	5	6	5
1990	1	8	4	6	2	2	10	2	6	10	6	7	8
1991	1	1	7	8	6	5	3	7	2	8	7	10	7
1992	1	9	5	6	8	9	6	1	1	4	6	8	6
1993	10	9	9	9	10	5	1	3	3	3	8	1	7

Anexo 3. Resultados decilicos anuales (1964-1993)

Piv	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
1417	6	2	10	4	1	7	2	4	5	5	9	3	3	6	10	7	9	1	4	8	7	6	2	8	3	1	10	5	8	9
893	3	4	9	1	1	2	3	2	10	5	7	4	4	9	10	5	3	2	6	7	6	7	9	8	1	5	8	6	8	10
1407	5	3	10	4	4	8	3	8	7	8	7	2	2	9	10	4	6	1	6	6	3	1	1	5	2	5	9	9	7	10
400	7	5	10	1	2	7	5	2	9	7	1	1	2	9	9	10	3	4	4	6	4	5	8	8	8	3	6	6	3	10
830	6	6	10	2	5	10	3	4	8	9	1	1	2	9	3	10	6	7	2	5	4	4	5	7	8	1	9	7	3	8
1113	6	3	8	2	6	7	4	7	10	7	3	4	4	10	5	9	10	2	1	3	1	6	1	8	8	5	9	1	5	9
1120	4	1	7	1	2	8	3	6	8	9	1	2	4	9	7	9	7	3	4	5	3	10	6	5	9	2	10	6	5	8
1149	10	3	7	4	1	6	2	10	9	4	5	3	1	8	6	4	8	3	2	5	6	7	5	9	1	7	10	9	8	1
153	10	3	7	4	1	6	2	10	9	4	5	3	1	8	6	4	8	3	2	5	6	7	5	9	1	7	10	9	8	1
	4	3	9	1	4	10	5	6	7	4	3	2	8	1	9	8	10	1	2	9	5	10	3	6	2	5	8	7	6	7
223	5	3	9	4	4	8	1	5	10	6	5	1	3	2	10	9	10	1	2	7	7	8	2	6	9	4	8	3	6	6
1136	4	7	8	4	5	10	2	4	9	9	5	2	2	10	9	6	8	1	7	10	8	7	1	6	3	1	3	6	3	5
1036	3	2	7	3	4	5	4	8	10	7	5	1	2	2	9	6	8	1	8	7	9	10	10	4	1	6	5	3	6	9
1013	2	1	10	5	6	5	7	6	9	6	7	8	3	8	10	4	9	1	1	3	2	4	3	7	2	4	10	5	9	8
1392	2	1	10	5	6	5	7	6	9	6	7	8	3	8	10	4	9	1	1	3	2	4	3	7	2	4	10	5	9	8
1389	10	5	10	2	6	7	1	3	6	2	6	1	4	1	9	8	10	2	3	3	8	4	5	8	7	4	5	9	9	7
299	9	3	9	1	1	2	5	7	10	5	8	7	1	7	10	10	8	5	8	4	3	4	6	2	6	3	6	2	4	9
1250	4	4	9	4	6	8	2	7	8	8	9	1	1	3	5	7	10	1	5	10	3	2	2	6	3	5	10	7	6	9
911	8	1	9	3	8	10	3	7	5	5	7	3	6	1	10	5	9	6	4	9	7	4	2	10	2	4	1	8	2	6
1383	9	8	10	6	9	10	3	6	10	3	7	1	3	5	9	2	8	4	7	5	2	1	2	6	3	1	8	7	5	4
169	6	8	7	3	9	5	1	6	10	2	7	2	9	5	10	8	10	4	4	7	8	4	1	6	3	5	1	9	3	2

Anexo 4. Curvas integrales de precipitación en el período de 1964-1993





Bibliografía:

Barranco, G; et al. (1997): Cuenca hidrográfica del río Cauto. Diagnóstico ambiental integral para un manejo sostenible. Informe de resultado. Instituto de Geografía Tropical. La Habana , 102 pp.

Cisneros, L., Celeiro, M., Batista, J.L. (1996): Metodología cuantitativa para la determinación de sequías en un territorio. Rev. Mapping, No.32, Madrid, p.74-76.

Díaz A. (1972): Evaluación de procesos hidrológicos: La sequía. Revista Voluntad Hidráulica. La Habana , No.23, p. 3-11.

Escalante C. y L. Reyes. (1998): Identificación y análisis de sequía en la región hidrológica No. 10. Sinaloa. Rev. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. 13, 2: 23-43.

Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (1990):Desarrollo científico-técnico de la Defensa Civil. Conferencia, 45 pp.

Flores I, y A. Campos. (1998): Detección de períodos de sequía en la zona media del estado de San Luis de Potosí, con base en registros de precipitación mensual. Rev. Ingeniería Hidráulica en México. Vol 13, 2: 45-56.

Gibbs, W. J. and J. V. Maher, 1967. Rainfall deciles as drought indicators. Bureau of Meteorology Bulletin, No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.

Herbst, P.H. (1966): A technique in the evaluation of drought from rainfall data. Journal Hidrology . 4(3) pp.262-272.

Instituto de Geografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba, Editora: Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid.

Kenneth; F.H (1985): Sequía, Variación Climática y Desertificación. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza, 35pp.

Lapinel B. (1993): La sequía en Cuba: análisis del período 1931-1990. INSMET. La Habana.

Lapinel B; et.al. (1998): Sequías, aridez y desertificación; terminos de referencia. Versión del sistema nacional de vigilancia de la sequía. INSMET. La Habana.

Lapinel B; et.al. (2000): Interconexión entre eventos en la categoría de forzamiento climático y la ocurrencia de sequía en Cuba. Informe de resultado. INSMET. La Habana, 52 pp.

Lapinel B. y J. Huerta. (1999): Indicativo de sequía para los municipios de las provincias orientales. INSMET y CENHICA. La Habana, 8 pp.

López B. (2003): Diagnóstico cuenca hidrográfica del río Cauto. Provincia Holguín. (Trabajo de curso, inédito), 24 pp.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente., CIGEA (2000): Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en la República de Cuba. FAO -CITMA. 137 pp.

Ogallo J. (1984): Climate variations, drougght and desertification.

OMM N° 906 (1999): Sistemas de alertas tempranas para casos de sequía y desertificación. Ginebra. P. 3-4.

Programa Mundial de Alimentos (PMA); Instituto de Planificación Física (IPF) (2001): Análisis y cartografía de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Cuba. Ed. PMA en Cuba, capitulo III, Análisis de los factores de riesgo, pp 57

Sánchez M. et-al. (1997): Delimitación de las subcuencas del Cauto y su caracterización morfométrica., Inédito, 15 pp.

Sánchez S. (2001): Indices de evaluación de las sequías operativas útiles en de recursos hídricos. México.

Sastri, A.S(1981): A new method for classification of droughts Agricultural. Archives for meteorology geophysics and bioclimatology. P.293-297.

Trusov I., A. Izquierdo, L. R. Díaz. (1983): Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Geografía, 150 pp.

UNDRO (1992): Drought emergency in Southern Africa. May-June, 24 pp.

UNESCO (1984): El clima, la sequía y la desertificación. Revista La Naturaleza y sus Recursos, vol.XX, No.1.

WMO N° 819. (1995): The global Climate Sistem Review. P.39-46.