



Ciencias Holguín

E-ISSN: 1027-2127

revista@ciget.holguin.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica  
de Santiago de Cuba  
Cuba

Piña Silva, José Emilio; Proenza Velásquez, Jorge; Quevedo Paneque, René; Rojas Díaz, Miladys  
Evolución de los procesos de Sequía y Aridez en los últimos años para los municipios de R. Freyre y  
Banes

Ciencias Holguín, vol. XI, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 1-9  
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba  
Holguín, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517982002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**TITULO:** Evolución de los procesos de Sequía y Aridez en los últimos años para los municipios de R. Freyre y Banes.

**TITLE:** Evolution of the processes of drought and aridity in the last years for the Municipalities of Rafael Freyre and Banes.

**AUTORES:**

Ing. José Emilio Piña Silva. Profesor Auxiliar.

M.Sc. Lic. Jorge Proenza Velásquez. Profesor Auxiliar

Lic. René Quevedo Paneque.

Tec. Miladys Rojas Díaz

**PAÍS:** Cuba

**RESUMEN:** Se efectúa un análisis de las precipitaciones para el periodo 1940-2000 tomando como base una red de 18 pluviómetros que abarcan los municipios de Rafael Freyre y Banes, utilizando los paquetes como el SURFER, el STATISTIC y el MONITOR se determinan los principales parámetros estadísticos y la representación gráfica de la lluvia anual y estacional, el análisis del resto de las variables climáticas se realizó tomando los valores de las estaciones de Puerto Padre y Punta de Lucrecia. Comparándose los valores históricos de 30 años con los últimos 10 años de esta serie. Se obtiene un cuadro sobre la incidencia de la sequía meteorológica y agro meteorológica como el Evento Severo más representativo de la variabilidad climática en la zona, determinándose que en el transcurso de los últimos años, la disminución de los niveles de lluvia en los municipios estudiados se ha incrementado paulatinamente, además del aumento del régimen térmico y de las tasas de evaporación, también se relacionan la influencia de los eventos ENOS y AENOS y su magnitud con la aparición de los fenómenos de sequías moderadas y severas.

**PALABRAS CLAVES:** SEQUIA, ARIDEZ, ENOS, AENOS, METEOROLOGICA, AGROMETEOROLOGICA, CAMBIO CLIMATICO, VARIABILIDAD CLIMATICA, LLUVIA

**ABSTRACT:** An analysis of the precipitations is made for the period 1940 - 2000 taking as a base a net of 18 pluviometers that embrace the municipalities of Rafael Freyre and Banes, using the statistical packages SURFER, STATISTIC and MONITOR. The main statistical parameters and the graphic representation of the annual and seasonal rain, the analysis of Puerto Padre Municipality and Cabo de Lucrecia were determined, being compared the 30 years historical values with the last 10 years of this series. A picture is obtained on the incidence of the meteorological drought and agrometeorological as the most representative severe event in the climatic variability in the area, being determined that in the course of the last years the decrease of the rain levels in the studied municipalities has been increased gradually, besides the increase of the thermal regime and of the evaporation rates; are also related the influence of the events ENOS and AENOS and its magnitude with the appearance of the moderated and severe phenomenon of drought.

**KEY WORDS:** DROUGHT, ARIDITY, ENSO, AENSO, METEOROLOGY, AGROMETEOROLOGY, CLIMATE CHANGE, CLIMATE VARIABILITY, RAIN

## **INTRODUCCIÓN**

La sequía puede considerarse (Appa Rao, 1986) como “una disponibilidad insuficiente de agua durante períodos prolongados de tiempo en áreas extensas ocasionando privaciones y tensiones severas” y hace mención que “las sequías no son debidas a ningún cambio climático. Por el contrario, ellas son parte del clima del planeta. Ellas son los eventos climáticos de naturaleza extrema, las cuales afectan siempre del peor modo las áreas de precipitación marginal del globo. El único camino es preparar un plan de respuesta adecuado y emprender las acciones apropiadas cuando se espera la sequía”.

Un gran número de científicos ha hecho énfasis en la necesidad de determinar la influencia de las variables climáticas sobre la sequía y entre ellas, la precipitación es la más importante y comúnmente considerada.

Cárdenas y Naranjo (1997) establecieron que para Cuba el evento ENOS constituye uno de los elementos forzantes de la variabilidad climática y enunciaron que las condiciones ENOS provocan en los meses del periodo poco lluvioso anomalías positivas de lluvia, los AENOS anomalías negativas y aunque el impacto sobre las lluvias en el periodo lluvioso no es significativo, los valores de las anomalías indican decrecimientos discretos de las lluvias bajo ambas condiciones.

Uno de los aspectos causales o conducentes a la sequía en Cuba son los procesos de la circulación atmosférica originados por la influencia del fenómeno ENOS sobre la región caribeña. En las últimas tres décadas Centella et al (inédito) observaron un incremento significativo en el número o en la intensidad de las sequías, éstas no sólo duplicaron su frecuencia de ocurrencia, sino que también registraron un aumento considerable en el número de casos extremos.

La zona costera del oeste holguinero muestra altos índices de aridez producto a la recurrencia del fenómeno de la sequía, unido a esto la actividad antrópica (desarrollo del turismo) ha incrementado el impacto negativo en este ecosistema. Las variaciones en el régimen normal de lluvias y de temperaturas, el estado de la vegetación y los suelos, la migración de especies desde la costa hacia zonas del interior buscando condiciones de hábitat más favorables son indicadores certeros del proceso llamémoslo de acumulación de sequía que se viene experimentando y cuyo impacto será más acentuado si se cumplen los escenarios determinados para los próximos cien años. Nuestro objetivo es caracterizar dicho proceso desde el punto de vista climático para luego vincularlo con la respuesta biótica del ecosistema.

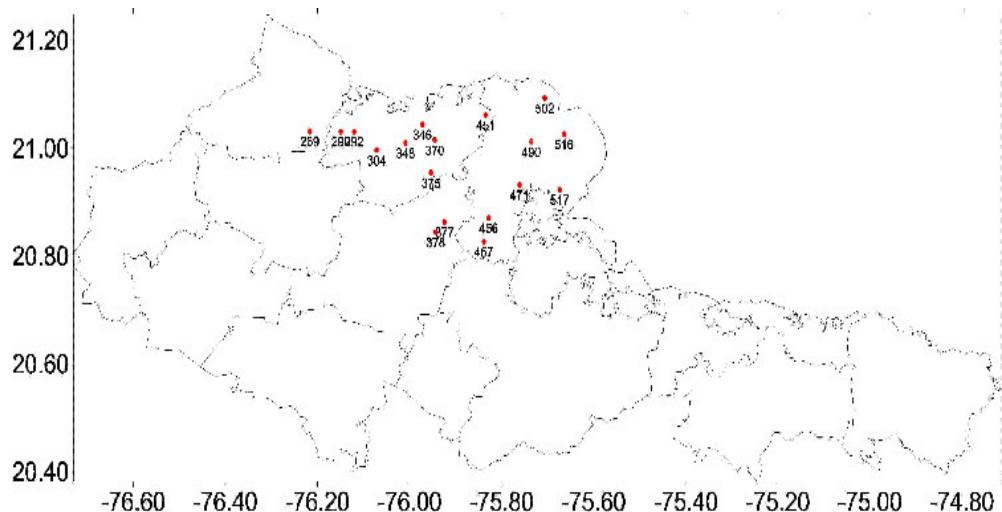
Evolución de los procesos de Sequía y Aridez en los últimos años para los municipios de R. Freyre y Banes.

## MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo se inició con una base de datos de 30 pluviómetros, luego de validarse las series mediante la homogeneización y rellenado de las mismas utilizando un criterio de experto, se escogieron finalmente 18 pluviómetros con series de 60 años (1940-2000), que cumplen con los requisitos del manual de prácticas climatológicas de la OMM.

## RESULTADOS DEL TRABAJO

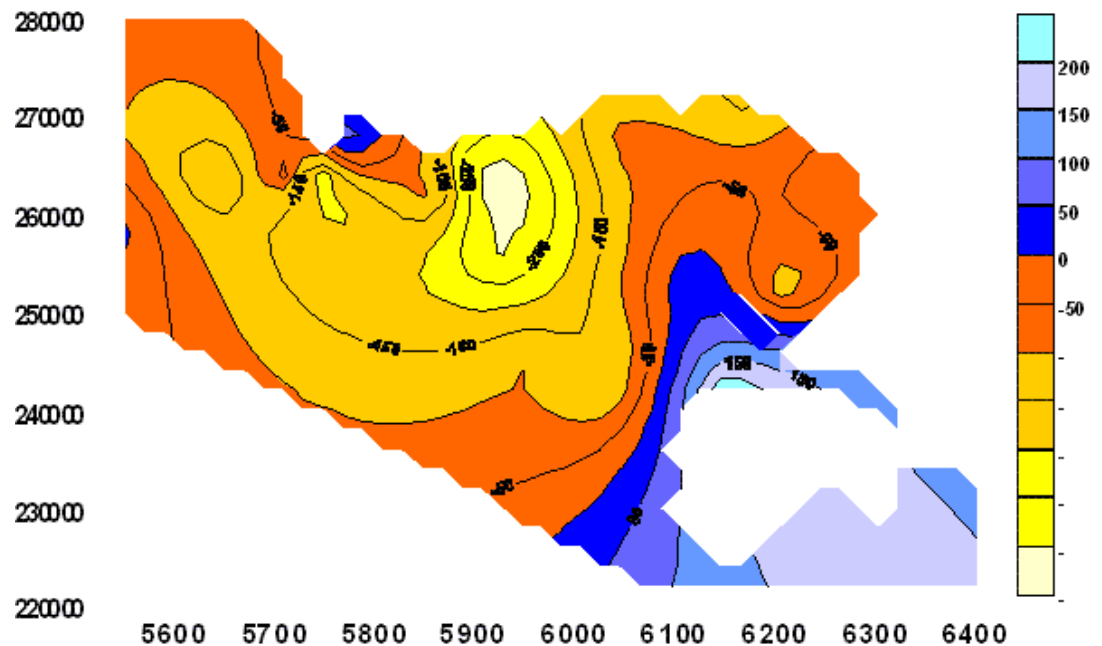
Mediante el programa SURFER se mapificó la red pluviométrica distribuida en un área de hasta 20 Km desde la costa a tierra adentro y cuya altitud oscila entre los 10 y 120 m sobre el nivel del mar, cubriendo prácticamente la zona de estudio.



El análisis estadístico determinó sus valores promedios y el coeficiente de variación con una salida gráfica de este último que muestra alta variabilidad interanual en los primeros cuatro meses del año (enero – abril) con un rango de 0.80 a 1.30; el mes de menor variabilidad en la serie resultó ser diciembre. La curva de los promedios nos indica que el periodo poco lluvioso de la zona a estudiar se extiende de diciembre a abril, con valores que oscilan entre 40 – 70 mm; en el periodo lluvioso (mayo – noviembre) las lluvias son superiores a los 100 – 140 mm promedio.

La comparación de los valores promedios de lluvia para dos periodos de 30 años se muestra en los mapas siguientes:

Piña, Proenza, Quevedo, Rojas



Podemos afirmar que el periodo 71 – 2000 presenta anomalías positivas con respecto al 1941 – 1970 en los meses usualmente poco lluviosos (Febrero – Marzo) mientras que los bimestres Mayo – Junio y Septiembre – Octubre fundamentales en su aporte dentro del periodo lluvioso presentaron anomalías negativas significativas.

### ANÁLISIS DE TENDENCIA PARA LA LLUVIA

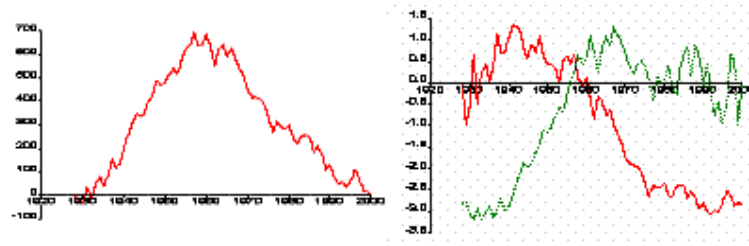
Utilizando el programa WINSTAT se calcularon las tendencias de las series, mediante los estadígrafos de Petit y Kendall–Mann, ambos indicadores permitieron determinar las tendencias de las series por meses, anualmente y sus puntos de cambio.

El estadígrafo de Petit muestra que el punto de cambio en la tendencia de las series anuales ocurrió fundamentalmente alrededor de los años 1960 al 1970, para Cuba Lapinell et al determinaron la misma a mediados de los 70, lo que nos permite afirmar que el descenso en los volúmenes de lluvia para esta zona en particular comenzó mucho antes que la del país en general.

El análisis de las series mensuales por Mann muestra en los meses de febrero y marzo tendencia creciente de las lluvias, mientras que en los meses fundamentales en aporte del periodo lluvioso (mayo, junio, septiembre y octubre) su disminución es notable y condiciona el descenso que se observa en las series anuales en la década del 60, en algunos de los puntos estudiados la tendencia no es tan clara por la influencia de condiciones físico – geográficas particulares.

Evolución de los procesos de Sequía y Aridez en los últimos años para los municipios de R. Freyre y Banes.

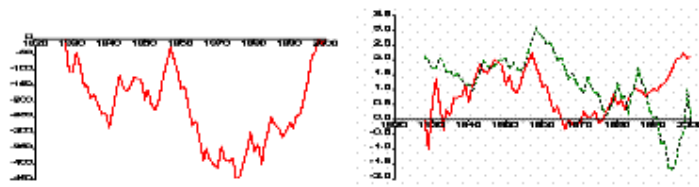
### Tendencia de la serie pluviométrica anual (Pluviómetro 269 Iberia -76.2167 W y 21.0315 N)



Prueba de Pettit  
Valor Extremo: 694.0 ( 1957)  
 $\text{Alfa1} = 0.0007 < \text{Alfa0} = 0.0500$

Prueba de Mann  
Mann -2.819303  
 $\text{Alfa1} = 0.0048 < \text{Alfa0} = 0.0500$   
Intersecciones 1 (1958)

### Tendencia de una serie pluviométrica mensual (Marzo) (Pluviómetro 269 Iberia -76.2167 W y 21.0315 N)



Prueba de Pettit  
Valor Extremo: -444.0 ( 1975)  
 $\text{Alfa1} = 0.0498 < \text{Alfa0} = 0.0500$

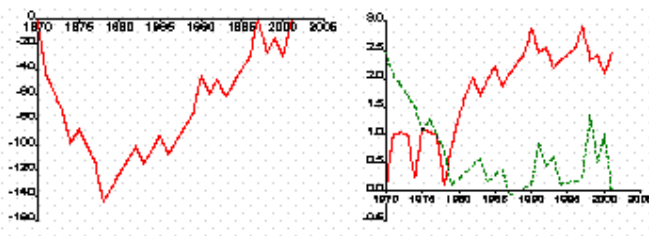
Prueba de Mann  
Mann 2.128765  
 $\text{Alfa1} = 0.0333 < \text{Alfa0} = 0.0500$   
Intersecciones 11

### ANÁLISIS DE TENDENCIA PARA LA TEMPERATURA

El cambio de las tendencias en las series mensuales de la temperatura máxima y mínima para las estaciones meteorológicas de Cabo Lucrecia y Puerto Padre según Petit se observa mayormente en la década del 1970-1980, sin existir una tendencia clara al incremento de los valores máximos según Mann, mientras que las mínimas muestran un incremento en sus valores durante el mes de marzo y octubre.

Piña, Proenza, Quevedo, Rojas

### Comportamiento de la temperatura mínima del mes de marzo Estación Cabo Lucrecia



Prueba de Pettit  
Valor Extremo: -145.0 ( 1978)  
 $\text{Alfa1} = 0.0239 < \text{Alfa0} = 0.0500$

Prueba de Mann  
Mann 2.448684  
 $\text{Alfa1} = 0.0143 < \text{Alfa0} = 0.0500$   
Intersecciones 3

### EVALUACIÓN DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA

Utilizando el programa Monitor del Centro Nacional del Clima se realizaron las corridas de las series históricas estacionales para el periodo 1941-2000, escogiéndose como norma el periodo de 1951-1980, acorde con la guía de prácticas climatológicas de la OMM. Los resultados de las corridas reflejan los periodos de sequías débiles moderadas y severas que se experimentaron en la zona. Posteriormente caracterizamos los periodos de sequía utilizando la misma nomenclatura empleada por el Centro nacional del Clima, SLP- Sequía de largo periodo aquella que se extiende durante dos o más periodos estacionales. SCP- Sequía de corto periodo la que abarca de tres meses o más de manera consecutiva y SCPe la sequía de corto periodo estacional y se realizo un análisis.

Evolución de los procesos de Sequía y Aridez en los últimos años para los municipios de R. Freyre y Banes.

### Resultados de las corridas para los periodos poco lluvioso y lluvioso

Año	PPLL Tipo y Categoría	PLL Tipo y Categoría	Año	PPLL Tipo y Categoría	PLL Tipo y Categoría
1941			1971		SCPe, M
1942			1972		
1943	SCPe, M		1973	SCPe, S	
1944	SCPe, S		1974	SLP 74-75, S	
1945		SCPe, D	1975	SLP 75-76, M	SLP 75, S
1946			1976	SLP 76-77, M	SLP 76, S
1947			1977		
1948	SCPe, M		1978		
1949			1979	SLP 79-80, M	SLP 79, D
1950			1980		
1951			1981	SCPe, D	SCPe, S
1952	SCPe, M		1982		
1953			1983		
1954			1984	SCPe, S	
1955			1985	SLP 85-86, M	
1956			1986	SLP 86-87, M	SLP 86, S
1957	SCPe, M		1987		
1958			1988		
1959		SCPe, D	1989		SCPe, S
1960	SLP 60-61		1990	SLP 90-91, M	
1961	SLP 61-62, S	SLP 61, S	1991		SLP 91, S
1962	SLP 62-63, M	SLP 62, S	1992		SCPe, M
1963			1993		SCPe, M
1964	SLP 64-65, D		1994		SCPe, S
1965		SLP 65, M	1995		
1966			1996		
1967		SCPe, S	1997	SLP 97-98, M	
1968	SLP 68-69	SLP 68, S	1998	SLP 98-99, M	SLP 98, M
1969	SLP 69-70		1999		
1970		SLP 70, D	2000		SCPe, M

En el periodo poco lluvioso se registraron 23 casos de sequías, para el lluvioso fueron 19. La mayor cantidad de casos de sequía en el periodo poco lluvioso ocurrió entre 1960-1980, en los últimos 10 años se reportaron solo 3 casos de sequía estacional. Para el periodo lluvioso la repetición o permanencia de la sequía es muy fuerte en los últimos 30 años (1971- 2000) con 14 de ellos secos.

Se determinaron 9 eventos de sequía de largo periodo de ellos están directamente vinculados a actividad ENOS 6 de ellos:

Año 1964- Año 1965	Año 1974- Año 1977
Año 1968 - Año 1969	Año 1985 - Año 1987,
Año 1969 - Año 1970,	Año 1997 - Año 1998.

De lo anterior se desprende que existe relación entre la aparición e intensificación de los eventos ENOS, AENOS y las alteraciones en el régimen anual de las lluvias en la zona de estudio durante los eventos de sequía de largo periodo. De forma general podemos hablar de un fenómeno de



acumulación de sequía para este territorio en el transcurso de los últimos 10 años.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia se determinó el uso del método aplicado por el departamento de Agrometeorología del INSMET, en nuestro trabajo juega un papel fundamental como indicador de las condiciones de aridez de los suelos toda vez que tiene en cuenta el ingreso y el gasto de agua en suelos con cubierta vegetal tipo.

Los cálculos utilizando una hoja de Excel se realizaron tomando como base los datos de la estación meteorológica de Cabo Lucrecia a partir de los años 1970, obteniéndose como resultado que la evapotranspiración en la costa posee los más altos coeficientes de la provincia y su rango va disminuyendo hacia zonas del interior.

## CONCLUSIONES

1. El análisis estadístico muestra una gran variabilidad en los acumulados de lluvia de los primeros 4 meses del año.
2. La comparación de las series en los periodos 1941-1970 y 1971-2000 muestra que la lámina de lluvias en la franja costera ha disminuido de 1000 – 12000 mm anuales a 800 – 1000 mm
3. El análisis de tendencia mediante los estadígrafos de Petit y Mann en las series hiperanuales muestra que las precipitaciones en la zona experimentan un descenso marcado a partir de los años 60, fecha muy temprana al compararla con la dinámica al nivel de país obtenida por Lapinell et al
4. La diferencia de los valores promedios nos indica que el periodo 71–2000 presenta anomalías positivas con respecto al 1941–1970 en los meses del periodo poco lluvioso (Febrero, Marzo y Abril) mientras que los restantes nueve meses dentro de los cuales se encuentran los bimestres Mayo – Junio y Septiembre – Octubre fundamentales en su aporte dentro del periodo lluvioso presentaron anomalías negativas significativas.
5. Las corridas estacionales del Monitor mostraron entre 19 y 23 eventos de sequía para el periodo lluvioso y el poco lluvioso, la mayor repetibilidad del fenómeno en el periodo lluvioso se observa en los últimos 20 años.
6. Se determinaron 9 eventos de sequía de largo periodo (SLP) a partir del año 1955, de ellos están directamente vinculados a actividad ENOS – AENOS seis de ellos.
7. La disminución de los niveles de lluvia en los últimos 10 años se debe fundamentalmente a las SCPe con categoría de moderada a severa del periodo lluvioso.
8. Con la disminución de los niveles de lluvia por debajo de los 1000 mm, los altos niveles de evapotranspiración y la fuerte influencia antrópica, la zona se ha transformado de sub-húmeda seca a seca con grandes variaciones en la Biodiversidad.

Evolución de los procesos de Sequía y Aridez en los últimos años para los municipios de R.  
Freyre y Banes.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Academia de Ciencias de Cuba, Nuevo Atlas Nacional de Cuba. La Habana: Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba: Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía: Instituto Geográfico Nacional de España, 1989. 204 p
2. Appa Rao, G: Mapas de probabilidad de sequía. Ginebra, Suiza: OMM, 1986. 75 p.
3. Budyko, M. I: Climate and Life. London: Academic Press Ltd, 1974. 508 p.
4. Burrough, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. New York : Oxford University Press., 1986. 163 p.
5. Cárdenas, P. A. Pronóstico de totales mensuales de lluvia en Cuba, un modelo con varios meses de adelanto. **Revista Cubana de Meteorología** (La Habana) 6 (1): 41-51, 1999.
6. Las Variaciones del clima en Cuba / A. Centella, ...[et al.]. La Habana, 1996. (documento inédito).
7. Cinitzina, N. I. Agroclimatología. Leningrado, Guidrometeoizdat, 1973. 344 p.
8. Davitaya, F. Los Recursos Climáticos de Cuba / F. Davitaya, I.I. Trusov. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1965. 68 p.
9. Kulicov, V. A. Agrometeorología Tropical / V. A. Kulicov, G. V. Rudnev. La Habana: Ed. Científico-Técnica, 1980. 255 p.
10. Taller Internacional de Geomática (2. : 2000 : La Habana). Sistema de procesamiento geoespacial para la obtención de una red nacional de referencia para la cartografía de elementos meteorológicos. II aplicación al caso de la precipitaciones / O Álvarez ...[et al.]. La Habana, 1999. 6 h.

## **DATOS DE LOS AUTORES**

### **Nombres:**

Ing. José Emilio Piña Silva. Profesor Auxiliar.  
M.Sc. Lic. Jorge Proenza Velásquez. Profesor Auxiliar  
Lic. René Quevedo Paneque.  
Tec. Miladys Rojas Díaz

### **Correo:**

pina@metholg.holguin.inf.cu

### **Centro de trabajo:**

Centro Meteorológico Provincial. Calle 18 s/n entre Maceo y 1ra "El Llano",  
Holguín. CP- 80100