

TÍTULO: Comportamiento de la sequía en el municipio Gibara. Holguín.

TITLE: Behavior of Drought in the Town of Gibara, Holguín.

AUTORES:

1. José E. Piña Silva
2. Guillermo Puente González
3. Miladys Rojas Díaz

PAÍS: Cuba

RESUMEN:

Se da continuidad a trabajos anteriores realizados por el Centro Meteorológico de Holguín para los municipios de Gibara y Banes, con similitud en el tratamiento de la información y los métodos empleados para su evaluación, se caracteriza la sequía meteorológica, su extensión e intensidad en Gibara, además de tipificar climáticamente este territorio mediante el Índice de Lang.

PALABRAS CLAVES: SEQUÍA METEREOLÓGICA, GIBARA, HOLGUÍN

ABSTRACT:

This is a continuation of previous works on the municipalities of Gibara and Banes done by the Meteorological Center in Holguin, with similarities in the processing of information and the assessment methods. We have carried out a characterization of the meteorological drought, its extent and intensity in Gibara, and we have climatologically defined the territory through the table of Lang.

KEY WORDS: METEOROLOGICAL DROUGHT, GIBARA, HOLGUÍN

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la sequía como desastre de origen natural ha estado dentro de las prioridades de la Organización Meteorológica Mundial. Gran número de científicos han estudiado las causas de la sequía, su impacto en la economía y las sociedades de todo el mundo, creando diferentes métodos de diagnóstico, seguimiento y estimación de su evolución. Numerosos son los eventos organizados por la OMM desde el primer Simposium Mundial sobre la Sequía en 1981 celebrado en Nueva Delhi, India, donde se han generado grandes aportes para su conocimiento y la mitigación de sus secuelas.

El estudio de las premisas de aparición, establecimiento y fin de este fenómeno natural, su repetibilidad y la intensidad con que afecta a Cuba, ha sido una línea de trabajo priorizada del Instituto de Meteorología (INSMET), generando un sistema de vigilancia y alerta temprana considerado efectivo para estos fines.

En Cuba los eventos de sequía en los últimos treinta años, han sido uno de los fenómenos de origen natural que han causado mayores daños a la economía del país. Desde los años 90 hasta la fecha, las provincias orientales experimentaron la más prolongada e intensa sequía que se recuerde en los anales climáticos, provocando agudas carencias de alimentos y abastecimiento de agua a la población.

En la provincia Holguín, la sequía presenta particularidades asociadas a su situación físico geográfica, sus diferentes regímenes de precipitación, estado de las cuencas y distribución poblacional. Ellas incidieron para que el impacto de los últimos eventos, fuera más agudo en los municipios costeros del oeste de la provincia, que presentan una situación más desfavorable por su alto índice de aridez.

Para el Centro Meteorológico de Holguín, el estudio de la sequía, constituye una de las vertientes más importantes de su trabajo. En la medida que se ha profundizado en el tema, se ha evidenciado la necesidad de ampliar los conocimientos sobre el tema, a la vez de lograr que el análisis del fenómeno se realice en la escala espacial más pequeña posible. El presente trabajo concentra su interés en el municipio Gibara uno de los que se encuentra en la zona más árida de la provincia.

MATERIALES Y METODOS.

Fueron seleccionadas 9 estaciones pluviométricas de la Red del Instituto de Recursos Hidráulicos, verificándose su distribución en el área de estudio.

Se procedió a la homogeneización y relleno de las series en los casos pertinentes, tomándose en cuenta el estudio realizado por León y Cárdenas (1991), donde se considera que una serie climática es homogénea, si se valora a su vez como muestra de una población simple y puede ser tratada entonces con la aplicación de técnicas del análisis estadístico.

Se aplicó el índice de Lang para el estudio de los índices climáticos. Mediante el paquete SURFER (herramienta para el mapeado de superficies en 3 dimensiones y contornos) se determinaron los parámetros estadísticos univariados y se obtuvo la salida gráfica de la red pluviométrica que cubre la zona de estudio, luego se obtuvieron los mapas de precipitación anual y estacional. Este programa además, permite la evaluación del déficit de lluvia en volumen de agua dejada de caer, elemento más factible a la hora de evaluar impacto de la sequía en la actividad agrícola, en los embalses y otras ramas de la economía.

Las bases de datos, se trabajaron con el Excel, siendo además, fácilmente importables e intercambiables entre los sistemas antes mencionados. Los análisis y tratamientos fueron realizados con el paquete STATISTIC 7.0, determinándose los valores promedios y el coeficiente de variación para dos pluviómetros representativos del área de estudio con series largas.

obteniéndose una salida gráfica, se calcularon las tendencias de las series en los 9 pluviómetros escogidos, utilizando los estadígrafos de Petit y Kendall-Mann, ambos indicadores permitieron determinar las características de las series por meses y anualmente, Pettitt determina sus puntos de cambio, mientras que Kendall-Mann, basa su análisis en la tendencia general de la serie, mostrando si decrece o aumenta, siempre que se cumpla el principio de que la hipótesis alternativa sea inferior a la hipótesis nula o inicial, en este caso se utiliza Alfa $0 = 0.05$ (él mas ajustado).

A las series pluviométricas se les aplicó la versión actualizada, del Programa Monitor del Sistema de Vigilancia del Centro Nacional del Clima (Lapinel et al, 1998), obteniéndose las corridas de las series históricas anuales y estacionales para el período 1978-2007, se trabajo con el propio periodo observacional como norma, siguiendo una de las recomendaciones de Makarau (1993), que plantea: para evaluar la sequía, la norma a utilizar debe considerar el carácter dinámico del clima.

La evaluación de la intensidad de la sequía se realizo mediante el índice de desviación estandarizado y los decíles en el que cayó el valor de precipitación de cada mes.

Descripción del Método Decílico y el Índice de la Desviación Estandarizada (Z)
La técnica de los decíles se basa en el análisis estadístico de las series de acumulados de lluvia para el período temporal seleccionado, mediante las distribuciones percentilicas correspondientes. El primer decíl es la cantidad de lluvia no excedida por el 10 % de las observaciones y así sucesivamente con el resto de la distribución, el quinto decíl corresponde a la mediana de la serie y el décimo al valor mas alto. Su principal desventaja es la necesidad de series largas (30 años o más).

Para determinar la extensión temporal de un suceso de sequía y a los efectos del presente trabajo, se define un evento de sequía cuando la lluvia caída cada mes y durante un número de n meses consecutivos, permanece por debajo del decíl 4.

Internacionalmente, el método de los decíles, utiliza la siguiente escala:

Rango decíl._Rango percentil._Descripción.

10_ sobre 90_ Extremo sobre la norma

9 _80 - 90 _Mucho sobre la norma

8_ 70 – 80 _Sobre la norma

4 a 7_ 30 – 70 _En la norma

3 _20 – 30 _Debajo de la norma

2 _10 – 20 _Mucho debajo de la norma

1 _debajo de 10 _Extremo debajo la norma

Internacionalmente se ha propuesto la introducción de los términos " ligeramente sobre y debajo de la norma " en los rangos 7 y 4 respectivamente (Hounan et al 1975).

Z índice o índice de la desviación estandarizada

El análisis de este comportamiento de la sequía se desarrolló sobre la base del cálculo de las anomalías interanuales estandarizadas, o índices de intensidad anual (Z_{ij}), de amplio uso internacional (Ogalló y Nassib, 1984), expresado como:

$$Z_{ij} = (X_{ij} - X_j) / S_j$$

Donde: X_{ij} representa el total anual de la lluvia en la estación j en el año i
 X_j y S_j son la media y la desviación estándar del período seleccionado.

Los rangos que caracterizan las anomalías negativas como débiles (D) o no significativas, moderadas (M) y severas (S), se precisan multiplicando el cociente X_j / S_j por los coeficientes $K_{max} = - 0.15$ y $K_{min} = - 0.30$, de tal modo que:

$Z_{ij} > - 0.15 X_j / S_j$ Sequía débil

$- 0.30 X_j / S_j < Z_{ij} < - 0.15 X_j / S_j$ Sequía moderada

$Z_{ij} < - 0.30 X_j / S_j$ Sequía severa

RESULTADOS DEL TRABAJO

La Organización Meteorológica Mundial (1990), expresa que la Sequía, en su definición más común se entiende como...“Un período de condiciones anormalmente secas, suficientemente prolongado, como para que la falta de precipitaciones cause un grave desequilibrio hidrológico”.

Según sus intereses, diferentes especialistas ven la sequía de diversas maneras, esto es, una región puede declararla en sequía un agrónomo y un hidrólogo, pero no un economista o un meteorólogo. No obstante, en todos los casos aparece como factor común el déficit de agua. Todos los tipos de sequía se derivan de la sequía meteorológica.

Otras definiciones de sequía utilizadas corrientemente son: Sequía permanente, ocurre en zonas áridas, donde no existe una época de lluvias marcada. Sequía estacional, ocurre en áreas con una temporada seca bien definida que sigue a un período de lluvias. Sequía intraestival, llamada también de medio verano, está relacionada con una disminución relativa de las lluvias durante el periodo lluvioso.

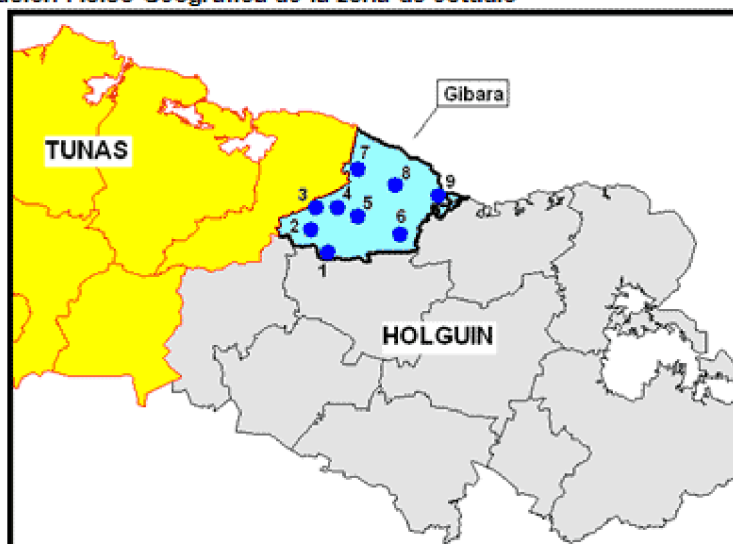
Sequía atmosférica, se caracteriza por escasas lluvias, fuertes vientos, altas temperaturas y baja humedad del aire. Sequía Hidrológica disminución significativa de los volúmenes en los embalses, el caudal subterráneo y la escorrentía y Sequía Agrícola déficit de agua experimentada por los cultivos al ser insuficiente la cantidad acumulada en los suelos.

Ubicación Físico-Geográfica de la zona de estudio

Las 9 estaciones pluviométricas de la Red del Instituto de Recursos Hidráulicos, seleccionadas están distribuidas en un área cuya extensión territorial es de 630 km² y una altitud que oscila entre los 10 y 120 m sobre el

nivel del mar (Figura # 1), las cuales cumplen los requisitos de distribución espacial y densidad aceptable, exigidos por la OMM (1 equipo por cada 70 km²), obteniéndose series de 30 años (1978-2007), cumpliéndose con el requisito de la Guía de Prácticas Climatológicas de la OMM sobre la longitud de las series utilizadas.

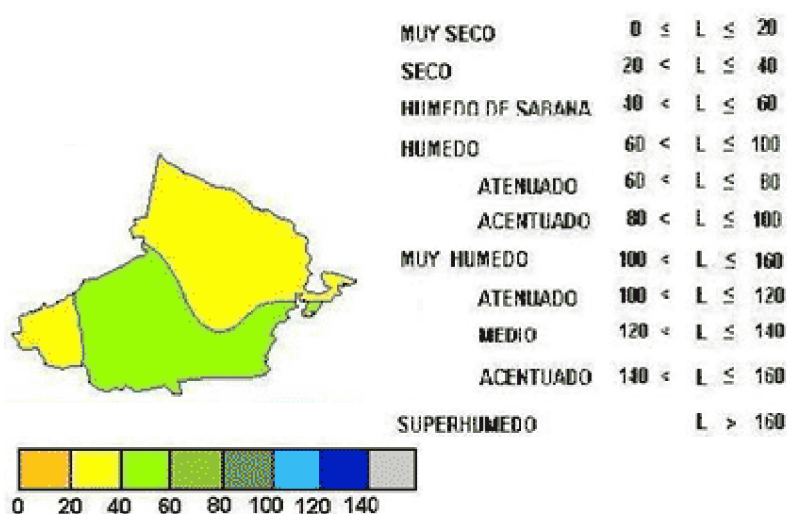
Fig. # 1 Ubicación Físico-Geográfica de la zona de estudio



Índice de Lang modificado para el municipio Gibara

Los índices climáticos reflejan las cualidades del tiempo en largos períodos y son de mucha utilidad para definir planes de desarrollo, ya que de acuerdo a estas características se pueden seleccionar los cultivos más adecuados para la región de estudio, al tiempo que se puede tener una valoración del potencial hídrico. Esto se recorrobora en los resultados de este trabajo ya que el índice de Lang modificado, utilizado permitió conocer tanto la precipitación anual como la temperatura media del lugar (Fig. # 2)

Figura # 2. Índice de Lang modificado para el municipio Gibara (Periodo 1978-2007).



Coincidentemente con la zona caracterizada como húmeda de sabana, la actividad agrícola del municipio esta concentrada en el centro-oeste de la misma, productos como las viandas, los granos y la ganadería son los principales renglones, con poca disponibilidad de agua, (producciones de secano)

Comportamiento mensual y estacional de la lluvia en Gibara. Se tomaron series largas de dos pluviómetros que caracterizan la zona de estudio comprobándose la alta variabilidad interanual en los primeros cuatro meses del año (enero – abril), con un rango de 1.20 a 1.80, la menor variabilidad en agosto y septiembre, en algunos casos también diciembre.

Fig # 3. Pluviómetro 269. Iberia. Municipio Gibara. Periodo 1928-2000

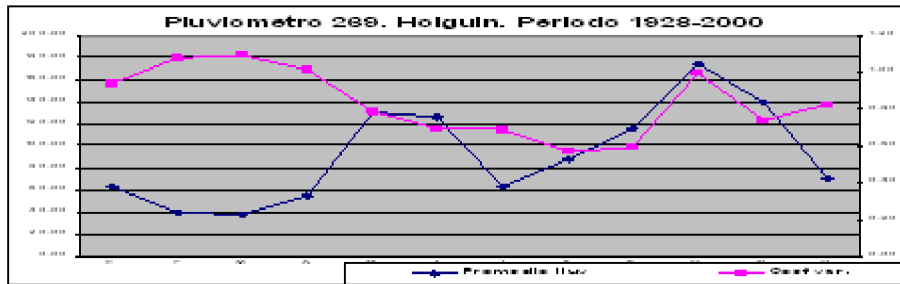
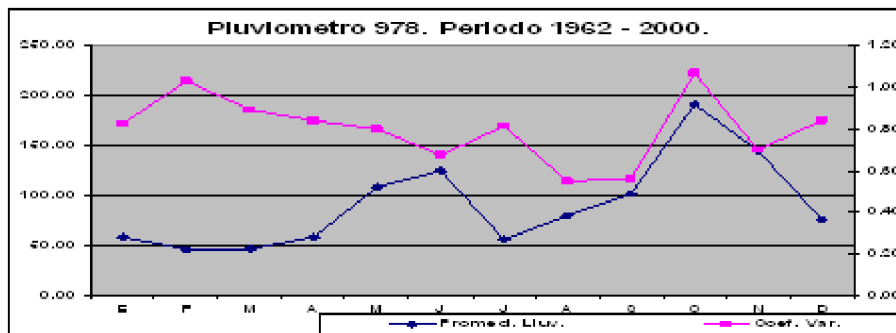


Fig # 4. Pluviómetro 978. La Siberia. Municipio Gibara. Periodo 1962-2000



La curva de los acumulados medios mensuales en ambos pluviómetros indica que el período poco lluvioso de la zona a estudiar se extiende de Diciembre a Abril, resultado que confirma los estudios de (Trusov, 1967 y Díaz, 1982), respecto a los altos acumulados de precipitación en noviembre en esta región geográfica, que posibilitan la extensión del período lluvioso hasta dicho mes, los trabajos de varios autores y la practica operativa en el grupo de pronósticos del Centro Meteorológico de Holguín permiten afirmar que este comportamiento esta asociado al paso, estacionamiento y retrogradación de los sistemas frontales, que a veces interactúan con ondas tropicales, produciendo acumulados significativos de forma general en la zona de estudio y notables en localidades mas al nordeste. Otro criterio que permite incluir este mes dentro del período lluvioso, es el que relaciona la evapotranspiración potencial con las precipitaciones (Iverson et al 1993).

Para el municipio Gibara, el comportamiento de los totales mensuales se refleja en la tabla 1, que sigue a continuación

Tabla # 2. Lamina promedio mensual y anual. Municipio Gibara. Periodo 1978-2007.

| Periodo | En | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic | Anual |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| 78-07 | 57.7 | 44.2 | 54.9 | 49.5 | 112.0 | 104.0 | 53.6 | 88.5 | 108.6 | 144.5 | 113.2 | 79.2 | 1010 |

La lámina promedio mensual de lluvia para el municipio Gibara en su totalidad en el período poco lluvioso (diciembre-abril) oscila entre 44–79 mm y en el período lluvioso (mayo – noviembre) las lluvias son superiores a los 104–144 mm, sin incluir los meses de sequía intraestival (julio-agosto).

Para evaluar, los cambios en las magnitudes de la precipitación mensual, se realizó una comparación de los valores promedios de lluvia en los períodos 1978-1997 y 1998-2004 para el municipio en particular teniendo en cuenta que desde el 2005 los años se han comportado húmedos asociados al tránsito de ciclones tropicales y el proyecto de incremento artificial de la lluvia que se desarrolla en la provincia:

El municipio Gibara no es una excepción y para la serie estudiada (1978-2007) mantuvo esa misma característica, observada en el contraste entre la norma hiperanual en el período 1978-1997, respecto al período 1998-2004 con una disminución de los volúmenes de lluvia anual, lo que puede observarse en la tabla 2.

Tabla # 3. Diferencia de los valores promedio de lluvias. Municipio Gibara. Período 1978-1997 y 1998-2004.

| Periodo | En | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic | Anual |
|----------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 78-97 | 51.2 | 50.9 | 57.2 | 52.4 | 112.5 | 104.8 | 46.1 | 79.2 | 100.8 | 140.0 | 111.3 | 66.5 | 973.1 |
| 98-04 | 73.8 | 25.5 | 40.7 | 39.5 | 73.9 | 88.6 | 61.4 | 93.8 | 117.2 | 126.9 | 107.9 | 92.1 | 941.3 |
| Dif. | 22.6 | 25.4 | 16.5 | 12.8 | -38.6 | -16.3 | 15.4 | 14.5 | 16.3 | -13.1 | -3.4 | 25.57 | -31.7 |
| Desv. St | 33.2 | 34.1 | 33.6 | 30.7 | 75.3 | 63.3 | 24.4 | 32.6 | 47.9 | 70.6 | 64.9 | 34.51 | 167.5 |

La diferencia de los promedios mensuales en los acumulados de lluvia entre los períodos 1978-1997 y 1998-2004 indica que el último período presenta anomalías positivas, con respecto al primero en los meses (enero, julio, agosto, septiembre y diciembre), mientras que en el resto de los meses, principalmente el bimestre mayo-junio, febrero y octubre presentaron anomalías negativas. Distribución Espacial y Estacional de la Lluvia. Municipio Gibara. Periodo 1978-2007.

La significativa tendencia al aumento de las precipitaciones del período poco lluvioso, la ligera reducción de los totales de lluvia del período lluvioso y el comportamiento de las tendencias de los meses individuales, son elementos que “soportan la posible ocurrencia de un proceso de redistribución de las precipitaciones dentro del año en Cuba” (Centella et al, 1997). A una escala espacial mas pequeña se analiza comportamiento en el municipio objeto de estudio.

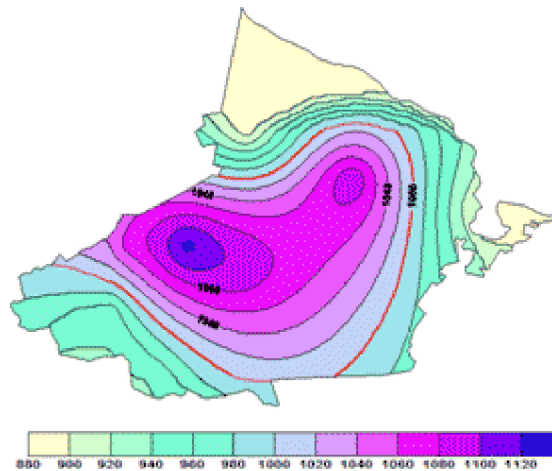


Fig. # 5 Mapa Isoyético Hiperanual Municipio Gibara (Periodo 1978-2007)

El período 1978-2007 muestra una lamina anual de lluvias para Gibara que oscila entre los 960 mm a los 1060 mm ubicados en una isoyeta cerrada que abarca la zona centro oeste del municipio con dos centros uno de 1100 mm en el suroeste y otro de 1080 en el centro norte , esta configuración permite afirmar que los vientos del primer cuadrante y el calentamiento son las principales influencias sobre las precipitaciones, lo mas interesante a juicio de los autores son los niveles mínimos de lluvias en los sectores oeste y este de la faja costera que no superan los 900 mm, estos niveles de precipitación confirman los estudios realizados por otros autores que clasifican esta área como zona sub-humeda seca o semi árida y coincide con el análisis de Piña et al para los vecinos municipios de Rafael Freyre y Banes. La estadística univariada del programa SURFER muestra que la lluvia media anual del municipio es de 1009 mm con un mínimo de 888.5 mm y un máximo de 1026.6 mm, el primer cuartil se ubica en los 947.6 mm y el tercero en los 1094.2 mm. La desviación típica o estándar es de 85.7 respecto a la media hiperanual.

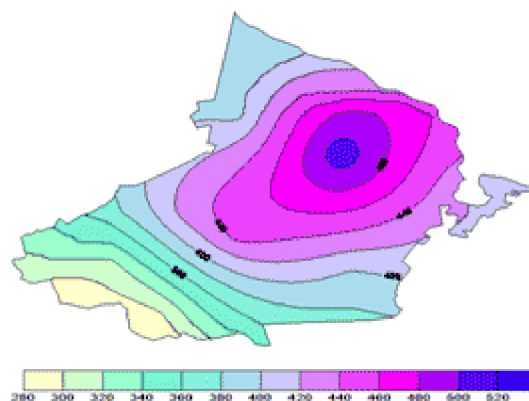


Fig # 6 Mapa Isoyético Periodo Poco Lluvioso Municipio Gibara (Periodo 1978-2007)

Las precipitaciones en el periodo poco lluvioso en el municipio Gibareño oscilan entre los 300 hasta los 480 mm las isoyetas conforman un núcleo en la parte centro-norte del municipio disminuyendo los totales de forma escalonada hacia el suroeste del territorio esta configuración se debe a juicio de los autores al tránsito y estacionamiento de los frentes fríos con las características lluvias frontales asociadas. A ambos extremos de la franja costera las lluvias disminuyen sus acumulados en el rango de los 380 a 400 mm coincidentemente con el comportamiento del mapa anual.

La estadística muestra un total mínimo de 289.3 mm y un máximo de 513.9 mm, el primer cuartil coincide con los 381.2 mm y el tercero se ubica en los 428.6 mm con una desviación estándar de 64.4 respecto a la media

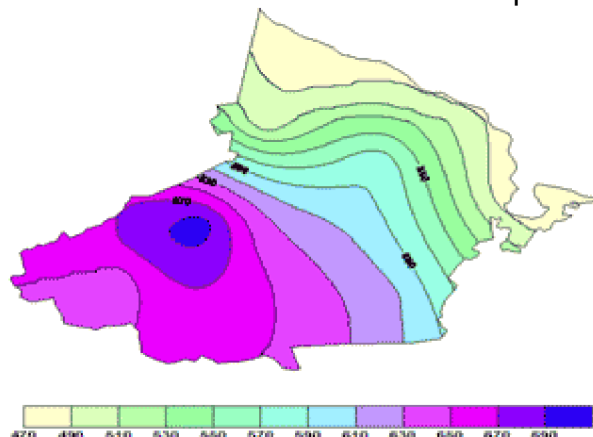


Fig. # 7 Mapa Isoyético. Periodo Lluvioso Municipio Gibara (Periodo 1978-2007)

En el periodo lluvioso el calentamiento y el régimen de brisas inciden para que los mayores totales se ubiquen en el suroeste del municipio con mayores características de continentalidad con un máximo de 690 mm que va disminuyendo hacia el borde costero de manera escalonada hasta los 470-490 mm. Se mantienen los mínimos de lluvias en el extremo noroeste del municipio y una estrecha franja que bordea la Bahía de Gibara.

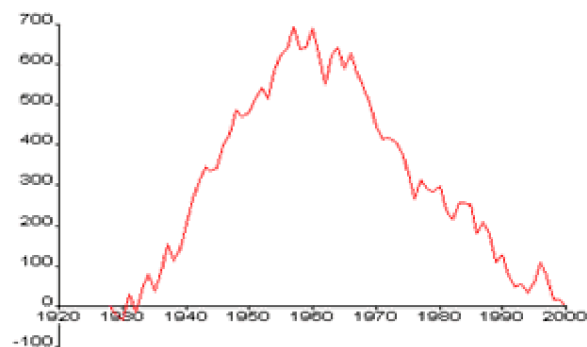
El análisis estadístico muestra para este periodo un mínimo de 471.4 mm y la lluvia máxima en 700.5 mm, el primer cuartil se ubica en los 585.5 mm y el tercero en los 658.3 mm, la desviación estándar es de 75.9 mm.

Tendencia y evolución de la sequía meteorológica en el municipio Gibara.

Para evaluar la evolución de los procesos de sequía meteorológica se calculo la tendencia en series largas de manera puntual en pluviómetros escogidos utilizando los estadígrafos de Petit y Kendall–Mann, se seleccionó un punto representativo y no la promediación de la zona, lo que se interpreta como que los valores pueden tener diferencias con la situación real, aunque lo que verdaderamente es significativo son los valores de tendencia. Ambos indicadores permitieron determinar las características de las series por meses y anualmente.

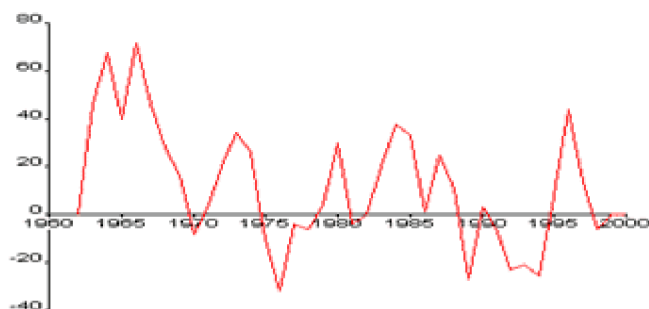
Análisis de tendencia. Estadígrafo de Petit

Petitt en las curvas anuales de precipitación, mostró descensos a partir de los años 1957 al 1966, esta disminución, puede explicarse por la presencia cercana del grupo Maniabón en el este de la zona de estudio, el cual influye fuertemente sobre los mecanismos locales de viento, la marcada influencia del anticiclón del atlántico norte en los últimos años y la disminución del transito y estacionamiento de los sistemas frontales.



Graf. # 1. Prueba de Pettitt. Pluviómetro 269 "Iberia". Municipio Gibara

Valor Extremo: 694.0 (1957)
Resultado: Alfa1 = 0.0007 < Alfa0 = 0.0500



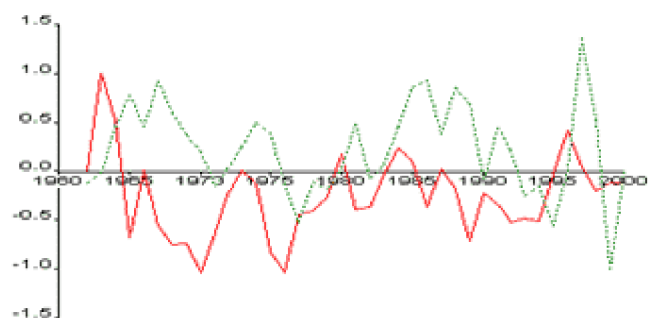
Graf. # 2 Prueba de Pettitt. Pluviómetro 978. La Siberia. Municipio Gibara

Valor Extremo: 72.0 (1966)
Resultado: Alfa1 = 0.5997 > Alfa0 = 0.0500

Estadígrafo Kendall-Mann

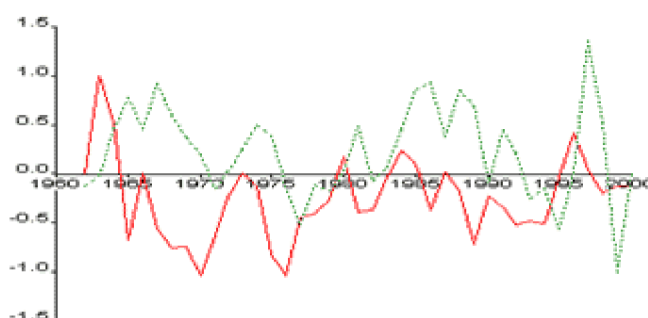
Kendall-Mann (Kendall y Stuart 1968) realizado para los valores mensuales y anuales, mostró una disminución en los acumulados de las lluvias a partir de los años 60, principalmente en los pluviómetros mas cercanos a la costa, básicamente en los casos donde la curva de regresión se interceptó en una fecha única y con significación del 5 %; en el resto de los pluviómetros, la variabilidad es grande debido a fluctuaciones mensuales similares a las encontradas con Pettitt.

Para Kendall-Mann los pluviómetros con tendencia significativa, se concentran al norte y oeste del municipio. Una explicación a este comportamiento, es la progresión del déficit desde la región de Camaguey hacia Holguín, asociados a la mayor influencia anticiclónica en los niveles bajos expresada por otros autores.



Graf. # 3 Prueba de Mann. Pluviómetro 269. Iberia. Municipio Gibara

Mann -2.819303
Resultado: Alfa1 = 0.0048 < Alfa0 = 0.0500
Intersecciones 1 (1958)



Graf. # 4 Prueba de Mann.
Mann -0.120969

Resultado: Alfa1 = 0.9037 > Alfa0 = 0.0500
Intersecciones 9

En el período 1978 al 2007, la cantidad de meses con sequía meteorológica por años, fue de tendencia creciente. Es característico que cuando el 66 % de los meses del año llueve por debajo del percentil 30, o sea, con características de sequía meteorológica, el acumulado anual es inferior a la norma histórica y en muchos casos, inferior en casi un 10 % de la misma. En la figura # 8 los años con mayor cantidad de meses secos fueron el 1997 con 8 meses, el 1989 y 2000 con 7 meses respectivamente. La serie presenta una tendencia creciente en los meses secos por año (2 meses más que los años finales de la década del 70)

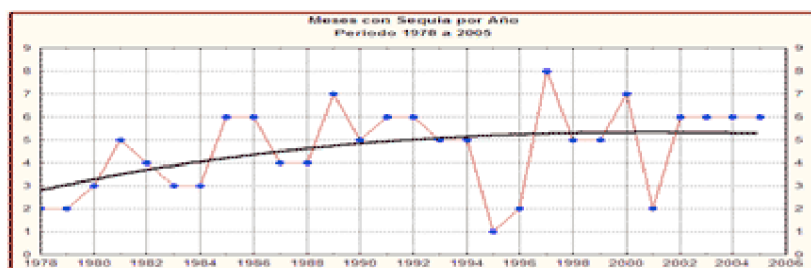


Fig. # 8 Curva de los meses con sequía por año. Período 1978-2005. Municipio Gibara

La figura # 9 muestra, el por ciento de meses con sequía y la curva de tendencia. A partir de la década del 80, aparece un aumento en el por ciento de meses con sequía en el año. Desde el año 95 hasta el final del periodo se aprecia gran variabilidad en el régimen de lluvias con años extremadamente secos y la presencia de años húmedos. La tendencia general durante el

período señala casi un 50 % de los meses del año con sequía meteorológica a partir del año 2000, esto es, unos 6 meses de cada año presentando sequía.

CONCLUSIONES

Ocurrieron 6 años con sequía moderada y severa, estos fueron 1981, 1986, 1989, 1997 y 2004. Se destaca que en los últimos 20 años se reportaron 11 eventos de sequía de cualquier tipo, prácticamente 1 cada dos años. Lo más interesante a criterio de los autores es la prolongada sequía en los primeros años de la década del 90 que a pesar de ser débil en intensidad, su prolongación y extensión produjo un fuerte impacto en la actividad agropecuaria de la zona, lo que indica la tendencia al incremento de los períodos estacionales y años secos.

Las corridas para los periodos estacionales mostró en el caso del periodo lluvioso un total de 17 secos, de ellos 7 con sequía moderada o severa, del año 1989 al 1994 los períodos lluviosos se sucedieron con sequías débiles y moderadas, mientras que en el poco lluvioso los eventos de sequía se concentraron en los decenios del 80 al 90 y 1997 al 2005, con 12 periodos con sequías moderadas y severas, totalizando 18 con sequías de algún tipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, O. Sectores climáticos de Cuba. Aplicación del Método de Lang. **Revista Cubana de Meteorología** (La Habana) 5(2): 10-19, 1992.
2. Cárdenas, P.; León, E. Homogeneidad de las series anuales de precipitación. **Revista Cubana de Meteorología** (La Habana) 4 (1): 5-9, 1991.
3. INSMET. Base de datos del Centro Meteorológico Provincial. Holguín; 1997. (Soporte digital)
4. PNUD. La Sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana / A. B. Centella... [et al.]. La Habana: Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD), 2007. 174 p.
5. Delegación Provincial del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). Base de datos del municipio Gibara. RAUDAL, 2007. (Soporte digital).
6. Kendall, M.G. The Advanced theory of statistics / M. G. Kendall, A. Stuart. New York: Hafner Publishing Company, 1968. t.3. 552 p.
7. Programa de Cambios Climáticos Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano: sistema de vigilancia de la sequía / B. Lapinel... [et al.]. La Habana: INSMET, 1998. (Soporte digital)
8. Causas de la sequía en Cuba y su pronóstico / B. Lapinel... [et al.]. Holguín; INSMET, 2000. 60 h. (Informe de resultado Científico Técnico).
9. Causas de la reciente sequía acaecida en la región oriental de Cuba / B. A Lapinel. La Habana; INSMET, 2006. 30 h.
10. Makarau, A. Drought, desertification and their mitigation technology in the world. Report of the CCL La Habana; Commission of Climatology, 1993. 30 h..

11. Mapas de Aridez de Cuba / O. Solano... [et al.]. La Habana; Instituto de Meteorología: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 2005. (soporte digital).
12. Trusov, I. I. Las Precipitaciones en la Isla de Cuba.. La Habana: INSMET. 1967. 150 p.
13. Piña Silva, José E. Evolución de los procesos de sequía meteorológica en los Municipios Rafael Freyre y Banes: provincia Holguín. Holguín; Centro Meteorológico Provincial, 2006. 57 h. (Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias Meteorológicas).

Recibido: 16 noviembre 2009

Aprobado en su forma definitiva: 14 enero 2010

DATOS DE LOS AUTORES

Nombre:

Ing. José E. Piña Silva, Master en Ciencias Meteorológicas y Profesor auxiliar adjunto de la Universidad de Holguín.

Lic. Guillermo Puente González, Investigador Auxiliar y Profesor auxiliar adjunto de la Universidad de Oriente.

Tec. Miladys Rojas Díaz, Grupo Científico del Centro Meteorológico Holguín.

Correo:

josé.piña@hlg.insmet.cu

Centro de trabajo:

Centro Meteorológico Provincial de Holguín. Calle 18 entre 1era y Maceo, Reparto El Llano, Holguín, Cuba. C.P 80100. Teléfono 42 7482, ext. 113.