

ESTUDIOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN LA CUENCA CHAMBAS, PROVINCIA DE CIEGO DE ÁVILA, CUBA

STUDIES OF THE BEHAVIOR OF THE METEOROLOGICAL DROUGHT IN THE CHAMBAS BASIN, PROVINCE OF CIEGO DE ÁVILA, CUBA

Autores: Yurisbel Gallardo Ballat

Oscar Brown Manrique

Daniubis Luis Pelier

Yasmany Domínguez Rosabal

Institución: Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

Correo electrónico: yurisbel@unica.cu

RESUMEN

Se realiza una investigación en áreas de la Cuenca Chambas enclavada principalmente en los municipios de Chambas y Florencia situados en la provincia de Ciego de Ávila, en la misma se determinó el comportamiento de la Sequía Meteorológica a partir del Índice Déficit de Precipitación Normalizado. Los principales resultados demostraron que en toda el área de la Cuenca se ha manifestado de manera reiterada el fenómeno climatológico, además se muestra una tendencia a aumentar las frecuencias de las sequías a partir de la primera década del año 2000 haciéndose más evidente en los últimos 5 años donde de manera general todos los meses son afectados con algún tipo de intensidad de sequía. Se determinó que los meses más afectados han sido los del período seco; dentro del período lluvioso los meses de mayo, julio y agosto han presentado una gran cantidad de frecuencias por lo que se caracterizan como meses secos. El análisis anual demostró que existe una tendencia a presentar este evento cada cuatro años; en el período comprendido entre 2000 a 2015 han aumentado las frecuencias y la magnitud; mientras que, el comportamiento porcentual de las incidencias e intensidades demostró que en todos los pluviómetros los meses de diciembre, enero y febrero

son lo de mayor impacto, y los años más afectados fueron 1981, 1989, 1992, 2000, 2004, 2009, 2011-2016.

Palabras clave: Frecuencia de Sequías, Intensidad de la sequía, Periodo seco, Comportamiento porcentual.

ABSTRACT

An investigation is carried out in areas of the Chambas Basin located mainly in the municipalities of Chambas and Florencia located in the province of Ciego de Ávila, where the behavior of the Meteorological Drought was determined from the Normalized Precipitation Deficit Index. The main results showed that in the whole area of the Basin the climatic phenomenon has been repeatedly manifested, in addition there is a tendency to increase the frequencies of the droughts from the first decade of the year 2000, becoming more evident in the last 5 years. years where generally all months are affected with some type of drought intensity. It was determined that the most affected months were those of the dry period; However, during the rainy period, the months of May, July and August have presented a large number of frequencies, which is why they are characterized as dry months, the annual analysis showed that there is a tendency to present this event every four years; however, in the period from 2000 to 2015, frequencies and magnitude have increased; while, the percentage behavior of the incidents and intensities showed that in all rain gauges the months of December, January and February have the greatest impact, and the most affected years were 1981, 1989, 1992, 2000, 2004, 2009, 2011 -2016.

Keywords: Frequency of droughts, Intensity of drought, Dry period, Percentage behavior.

INTRODUCCIÓN

Las sequías son fenómenos en los que intervienen varios factores, los cuales pueden aparecer de forma sola o combinada. Las variables que participan son por lo general: precipitación, temperatura del aire, humedad del aire, evaporación en superficies libres, evapotranspiración, humedad del suelo, viento y escorrentía (Brown y Gallardo, 2009).

Este fenómeno se caracteriza por una marcada reducción de la cantidad de precipitación que se presenta en una zona, y puede producir serios desbalances hidrológicos (National Drought Mitigation, 2003).

La sequía en el sector socio-económico ocurre cuando las lluvias son insuficientes y tienen un efecto significativo sobre las comunidades y su economía, energía hidroeléctrica, aprovisionamiento en agua potable, en la industria, etc. (Barakat y Handoufe, 1998; Bergaoui y Alouini, 2001).

Es el fenómeno natural que tiene mayor impacto económico afectando al mayor número de personas; pues actúa sobre grandes extensiones geográficas (países enteros o regiones continentales) con una duración desde varios días hasta varios años. En cualquier caso, provocan directamente un gran impacto en la producción alimenticia y en la economía en general.

La lucha contra la sequía y la desertificación en Cuba constituye actualmente una problemática a resolver por todos los organismos que se relacionan de manera directa o indirecta con este fenómeno. Al igual que muchos países del mundo, Cuba sufre un proceso prolongado de sequía, fundamentalmente en las regiones Centro Oriental del país. En la Regionalización Climática del Caribe (Díaz, 1985) se reportó, por primera vez, la presencia de una faja costera seca semicontinua, que abarca desde Cuba a Puerto Rico.

En el caso específico de Cuba, es fundamental la importancia del período lluvioso, donde se registran aproximadamente el 80 % de las precipitaciones anuales, las cuales en realidad son las que determinan el carácter de la actividad humana y el desarrollo de la naturaleza. Por tales motivos los períodos de sequías ocurridos con relativa frecuencia en las dos últimas décadas, han provocado interés desde el punto de vista científico y económico.

Frente a este fenómeno el país ha adoptado un conjunto de medidas conducente a su mitigación que involucra a todos los factores sociales y empresariales; aún queda mucho por hacer en este aspecto, donde la gestión del conocimiento y la educación ambiental deben desempeñar un papel fundamental.

Menéndez *et al.*, (2003) confirman la necesidad de desarrollar métodos de evaluación y pronósticos aplicables a la vigilancia agro meteorológica que permitan el suministro continuo de información confiable y oportuna a los agricultores. Gallardo y Brown, 2008 aclaran que

para la utilización de estos métodos se deberá estimar con confiabilidad la magnitud, duración e intensidad del fenómeno de la sequía agrícola para áreas de cultivos con datos de la propia localidad.

Para la evaluación de las sequías a nivel internacional se emplean un conjunto de índices, cuya utilización depende de las características propias de cada región; los más frecuentes son: Índice de Severidad de la Sequía de Palmer (Palmer, 1965); Índice Estándar de Precipitación; Porcentaje de la Precipitación Normal; Deciles; Índice de Riesgo de Sequía; Índice Normalizado de Precipitaciones; Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica; Índice de Potencial Agro-hidrológico; Índice de Evapotranspiración; Índice Repetibilidad e Índice de Humedecimiento (López, 2008).

A partir de lo anterior se plantea como objetivo general de la investigación: Determinar el comportamiento de la sequía Meteorológica en la red pluviométrica de la Cuenca Chambas a partir del Índice Déficit de Precipitación Normalizado que permita conocer el impacto negativo del fenómeno climatológico en los 'últimos años y localizar las áreas de vulnerables al fenómeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Cuenca Chambas se encuentra parcialmente ubicada en los municipios de Florencia y Chambas al noreste de la provincia de Ciego de Ávila. La base económica del municipio descansa en el sector agropecuario, en el que predominan el cultivo del tabaco, las viandas, hortalizas y granos, el desarrollo de la ganadería, la pesca en agua dulce, así como la actividad forestal, figura 1.



Fig. 1. Ubicación del área de estudio.

Para el procedimiento de cálculo se tomó una serie pluviométrica de 30 años como promedio de precipitaciones, a partir del cual se determinó el índice Déficit de Precipitación Normalizado

(DPN); no obstante, la precipitación promedio hiperanual (P_m) se determinó con una serie de precipitaciones de 45 años (1969 – 2014) lo que posibilita mejor precisión en el cálculo del índice de sequía seleccionado, tabla 1.

Pluviómetro	Municipio	Comunidad	X	Y	Altitudms (nm))
CA-39	Chambas	Colonia Habana	714700	272600	15
CA-42	Chambas	Derivadora Chambas	713100	262300	55
CA-673	Florencia	Guadalupe (Pluv.)	710337	253400	110
CA-676	Florencia	El Caobal	705050	256750	170
CA-795	Chambas	Tele- Chambas	715203	264202	41
CA-797	Florencia	Tele- Florencia	708711	259192	100
CA-815	Florencia	Tele- Tamarindo	715891	255937	95
CA-843	Chambas	Estación Chambas	715400	263700	40
CA-886	Florencia	Cortina 1	712437	259088	100
CA-887	Florencia	Los Limpios	709150	257050	100
CA-888	Florencia	Jagueycito	712500	255850	100
CA-890	Florencia	Las Lometas	714800	257100	95

Tabla 1. Pluviómetros analizados en la Cuenca Chambas.

Análisis estadístico

En la preparación y exploración de los datos utilizados, se evaluó el cumplimiento de criterios estadísticos como aleatoriedad, independencia, homogeneidad con el empleo del software IBM SPSS Statistics 22.

Cálculo del Índice Déficit de Precipitación Normalizado

Para el cálculo del Índice Déficit de Precipitación Normalizado se tabularon los valores de precipitación de la red de pluviómetros que se encontraron dentro de la Cuenca Chambas con en el empleo del programa Microsoft Excel 2013. Las ecuaciones empleadas en el cálculo del índice fueron:

$$DPN = \frac{P_i - P_m}{P_m} \cdot 100 \quad 1$$

$$P_m = \frac{\sum P_i}{N} \quad 2$$

Donde: DPN: Déficit de Precipitación Normalizado (%), P_i : Precipitación media mensual (mm), P_m : Precipitación media hiperanual (mm), N: Número de años estudiados.

Los valores del índice de sequía obtenido analíticamente, se evalúan según la escala valorativa mostrada en la tabla 2, Brown et al., (2008), la cual permite definir la intensidad del evento.

Valor del índice	Categoría de sequía
mayor que 0,0	Sin Sequía
0,0 a -20%	Sequía incipiente
-21 a - 40%	Sequía ligera
-41 a - 60%	Sequía moderada
-61 a - 80%	Sequía severa
Menor que -81%	Sequía extrema

Tabla 2. Evaluación del Déficit de Precipitación Normalizado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica en el CA-39

En la tabla 3 se muestra el comportamiento de la homogeneidad correspondiente a los pluviómetros analizados en el período, como se puede observar el f calculada fue menor que el crítico por lo que las series son homogénea.

Pluviómetro	F Calculada	F Crítico	Homogeneidad
CA-39	1.11	2.39	SI
CA-42	1.77	1.93	SI
CA-673	1.23	1.92	SI
CA-676	1.60	2.17	SI
CA-795	1.02	2.02	SI
CA-797	1.18	3.97	SI
CA-815	1.80	2.02	SI
CA-843	1.02	3.97	SI
CA-886	1.24	2.26	SI
CA-887	1.04	2.94	SI
CA-888	1.11	2.76	SI
CA-890	1.09	3.51	SI

Tabla 3 Prueba F para varianzas de la Red de pluviómetros

En los gráficos 1, 2 y la tabla 4 muestran el comportamiento y la frecuencia de las sequías en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro.

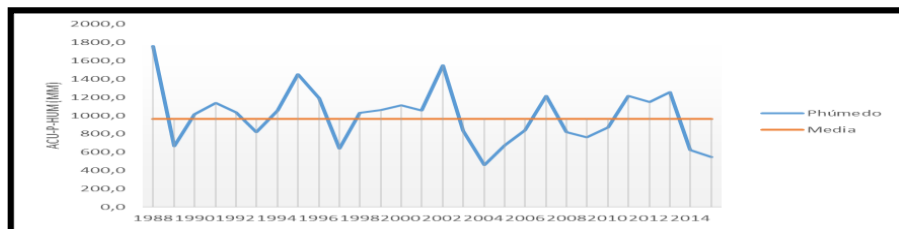


Gráfico 1. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

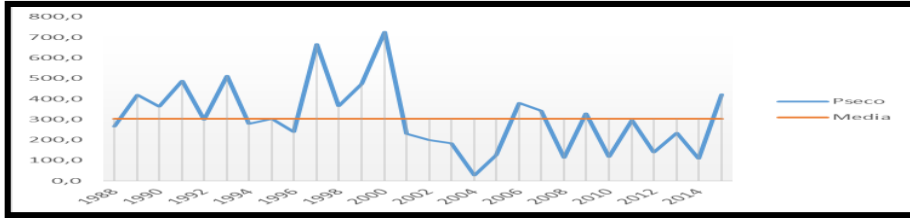


Gráfico 2 El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Mederada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	10	4	2	3		9
feb	9	4	3	2	2	8
mar	7	3	2	3		13
abr	4	5	4	2	2	11
may	1	2	9	3	1	12
jun	0	3	5	3	4	13
jul		3	6	3	5	11
ago	2	2	3	2	5	14
sep		3	2	3	6	14
oct	1	3	3	4	5	12
nov	3		4	5	4	12
dic	5	9	4			10

Tabla 4. Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica en el CA-42.

En los gráficos 3, 4 y tabla 5 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-42.

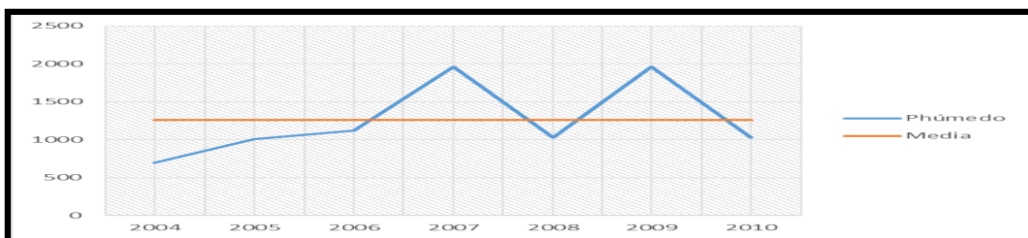


Gráfico 3. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.



Gráfico 4. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	3	2				2
feb	1	2				4
mar		1	1		1	4
abr	1			2	3	1
may	1	1		3		2
jun		2	1		1	3
jul			2		1	4
ago				2	1	4
sep		1	1	1		4
oct	2		1			4
nov		2	1			4
dic		2		2		3

Tabla 5. Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-673

En los gráficos 5, 6 y tabla 6 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco

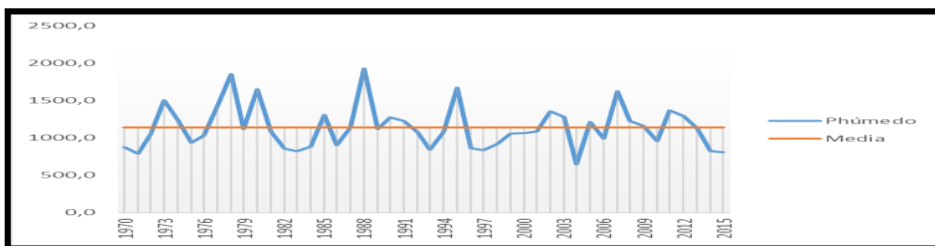


Gráfico 5. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

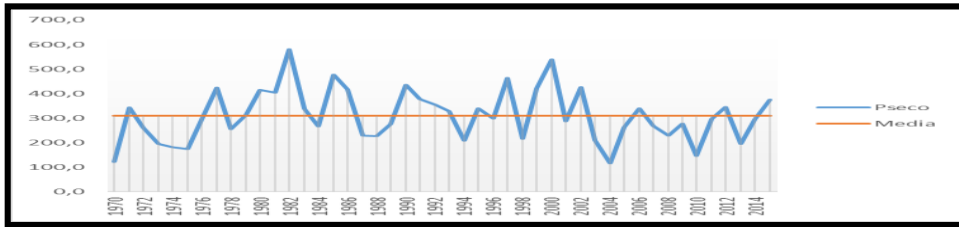


Gráfico 6. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Mederada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	8	1	7	3	4	23
feb	7	7	5	2	3	22
mar	9	7	5	3	3	19
abr	8	5	9	4	1	19
may	1	1	8	9	7	20
jun	2	1	5	7	9	22
jul	1	3	9	3	7	23
ago		2	10	4	13	17
sep		3	9	12	11	11
oct		4	4	9	5	24
nov	2	5	5	4	7	23
dic	3	4	6	9	6	18

Tabla 6 Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-676.

En los gráficos 7, 8 y tabla 7 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco.

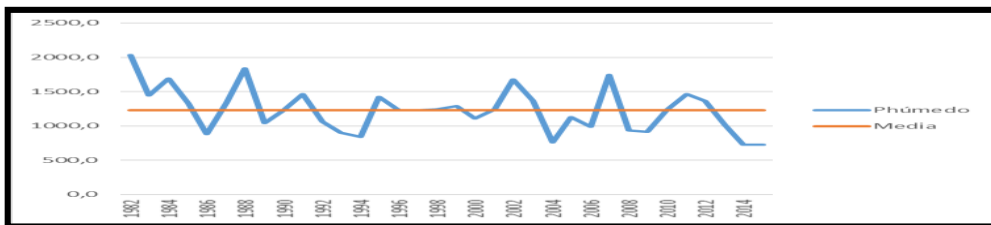


Gráfico 7. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

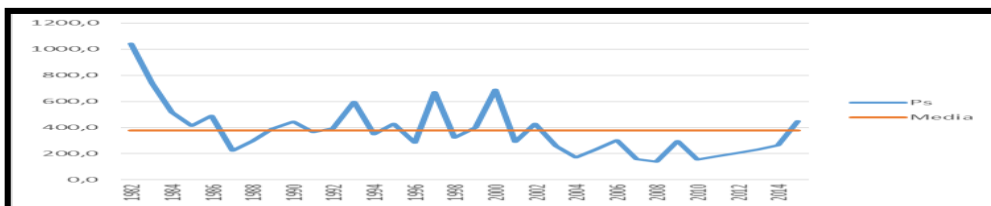


Gráfico 8. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	5	4	2	10		13
feb	9	5	1	3	3	13
mar	5	6	3	5	5	10
abr	5	7	2	3	3	14
may	1	2	6	5	3	17
jun		2	5	7	5	15
jul	1	6	3	6	2	16
ago			5	8	6	15
sep	1	1	1	12	3	16
oct		1	11	4	4	14
nov	2	7	5	2	2	16
dic	5	5	7	4	4	9

Tabla 7. Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-795

En los gráficos 9, 10 y tabla 8 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica.

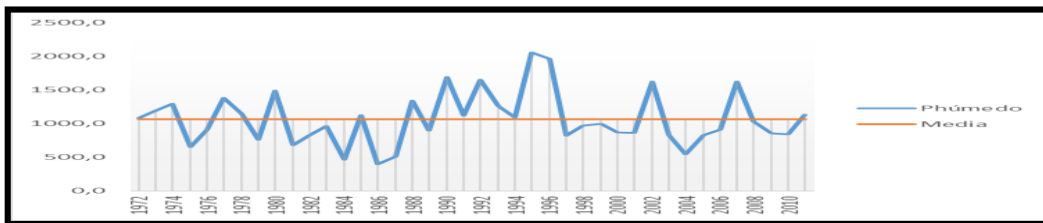


Gráfico 9. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

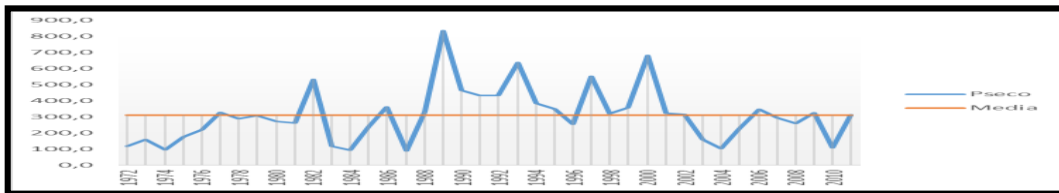


Gráfico 10. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	9	6	5	3	3	14
feb	11	5	1	6	2	15
mar	14	3		5	4	14
abr	12		4	3	5	16
may	5	4	5	4	5	17
jun	2	2	9	2	8	17

jul	4	4	5	5	3	19
ago	1	4	2	10	5	18
sep	2	3	3	6	10	16
oct		5	6	6	4	19
nov	3	5	3	5	7	17
dic	9	5	8	6	4	8

Tabla 8 Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-797

En los gráficos 11, 12 y tabla 9 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica correspondiente al pluviómetro CA-797.

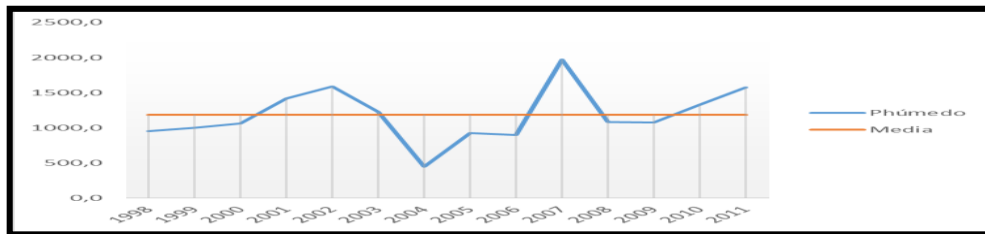


Gráfico 11. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

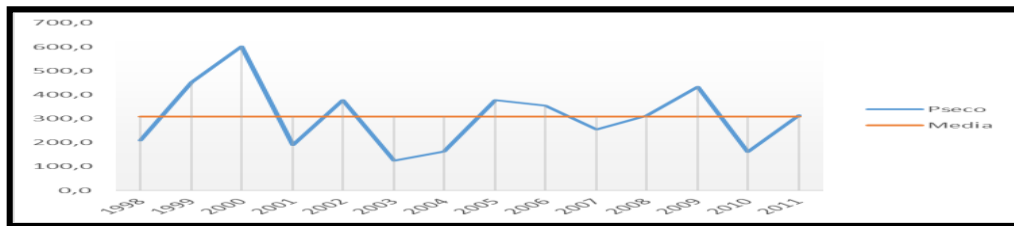


Gráfico 12. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	3	2	2		1	6
feb	1	4	2	2		5
mar	2	1	2	2	1	6
abr	3	1	2		2	6
may	1	2	3	2	2	4
jun		2	2	1	3	6
jul		2	1	2	2	7
ago				4	5	5
sep		1	1		4	8
oct		1	3	3	2	5
nov		3	4		1	6

dic	3	4	3	1	1	2
------------	---	---	---	---	---	---

Tabla 9 Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-815

En los gráficos 13, 14 y tabla 10 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-815.

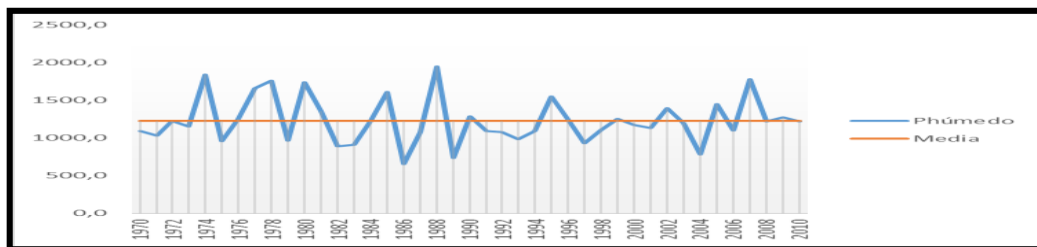


Gráfico 13. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

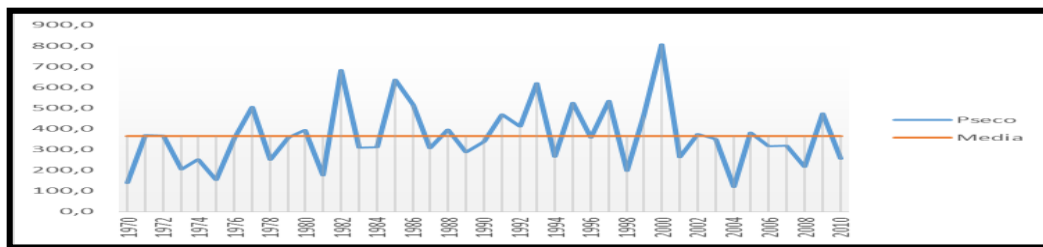


Gráfico 14. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	7	5	6	3	3	17
feb	9	4	7	2	5	14
mar	10	2	5	2	8	14
abr	6	4	4	5	3	19
may	1	1	7	7	12	13
jun	2	1	5	4	9	20
jul		2	5	6	7	21
ago		4	5	7	6	19
sep		1	6	8	6	20
oct	1	7	2	6	5	20
nov	2	6	3	5	6	19
dic	10	7	6	3	3	12

Tabla 10. Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-843.

En los gráficos 15, 16 y tabla 11 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-843.

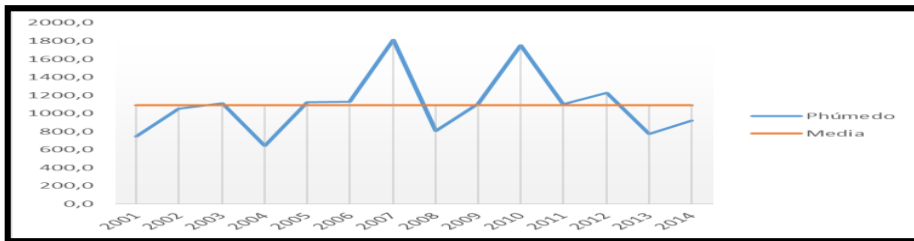


Gráfico 15. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

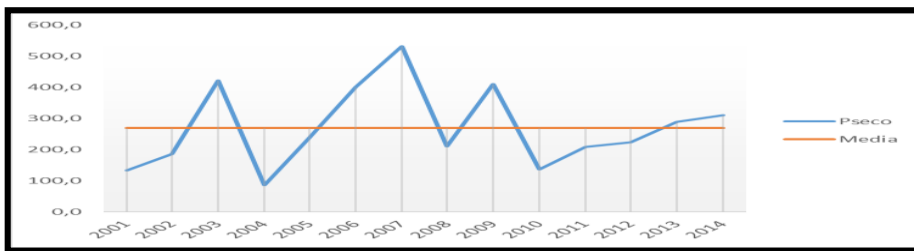


Gráfico 16. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	6	1	1	1	1	4
feb	3	2	3		1	5
mar	6		1	1	2	4
abr	3	2	1	2	1	5
may	1	1	1	6	1	4
jun	1		1	2	3	7
jul		1	1	5	1	6
ago			2	3	3	6
sep		1		3	2	8
oct	1	1	1	2	3	6
nov	1		3	1	1	8
dic		2	3		2	7

Tabla 11. Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-886

En los gráficos 17, 18 y tabla 12 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-886.

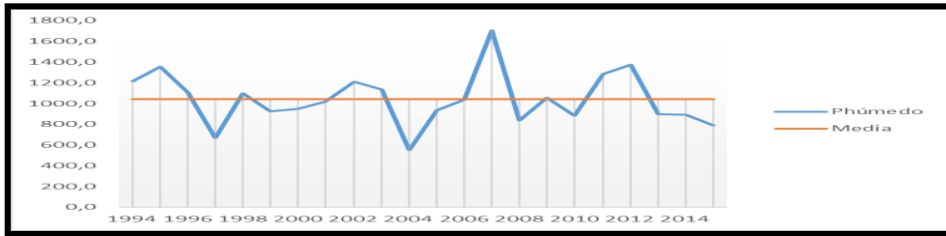


Gráfico 17. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

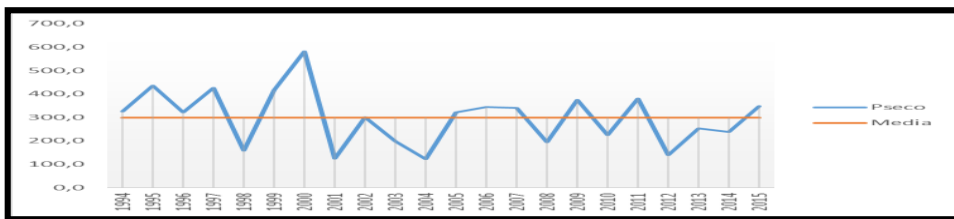


Gráfico 18. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	4	2	3	2	1	10
feb	6	4		2	1	9
mar	2	4	2	5	1	8
abr	5	3	1	3	2	8
may	1	3	3	4	3	8
jun	1		3	3	6	9
jul		3	2	4	3	10
ago		1	5	2	3	11
sep		2	2	1	5	12
oct		3	2	4	4	9
nov	2	3	2	2	3	10
dic	4	6	2	4	2	4

Tabla 12 Frecuencias de episodios de sequías.

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-887

En los gráficos 19, 20 y tabla 13 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-887.

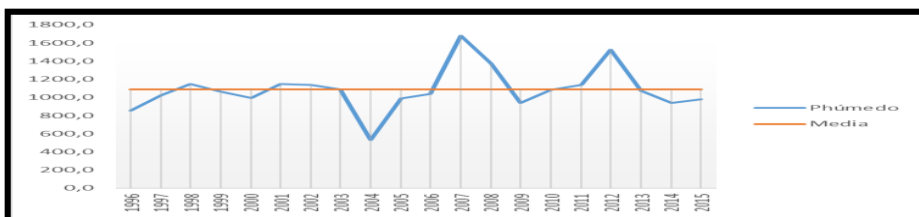


Gráfico 19. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

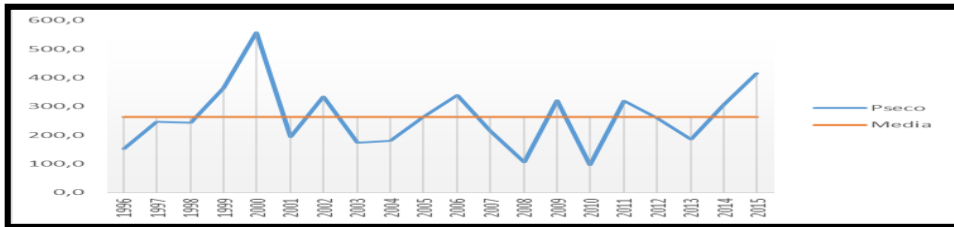


Gráfico 20. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	5	1			4	10
feb	5	3	1	1	3	7
mar	1	4	3	2	3	7
abr	3	2	2	4	2	7
may	1		4	3	5	7
jun	1		2	2	4	11
jul		4	1	1	5	9
ago			3	4	6	7
sep		1	1	3	6	9
oct		1	3	3	6	7
nov	3	3	1	1	2	10
dic	6	1	4	1	2	6

Tabla 13 Frecuencias de episodios de sequías

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-888

En los gráficos 21, 22 y tabla 14 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-888.

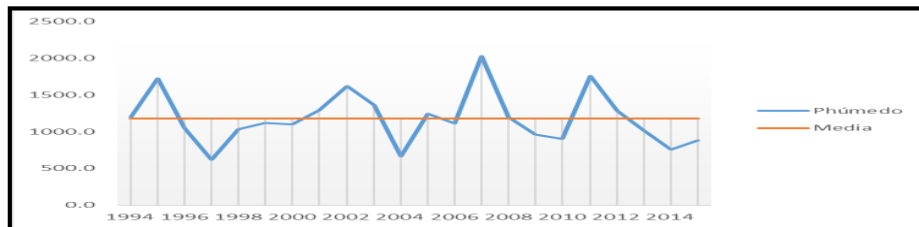


Gráfico 21. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

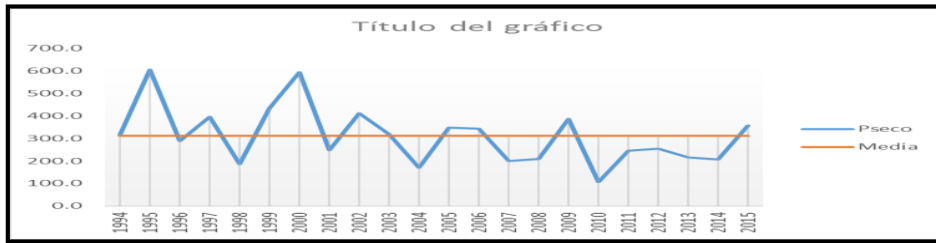


Gráfico 22 El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	4	1	3	3	3	8
feb	7	3	1	2	4	5
mar	5	3		3	2	9
abr	3	2	3	3	1	10
may	1	3	4	1	2	11
jun	1		3	6	1	11
jul		2	4	3	2	11
ago			3	8	5	6
sep	2		1	7	2	10
oct	1	2	5	2	2	10
nov	2	5		3	1	11
dic	3	5	3	4	1	6

Tabla 14. Frecuencias de episodios de sequías

Análisis del comportamiento de la sequía meteorológica CA-890

En los gráficos 23, 24 y tabla 15 se muestra el comportamiento de la Sequía Meteorológica en el período húmedo y seco respectivamente correspondiente al pluviómetro CA-890.

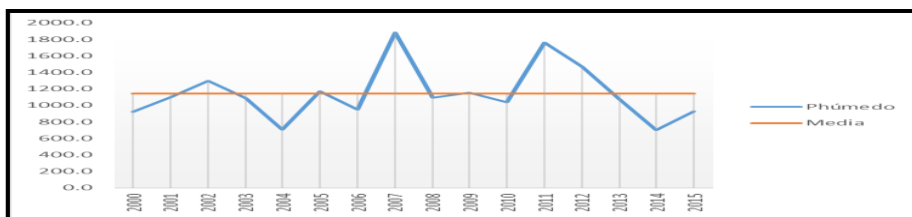


Gráfico 23. El comportamiento de la precipitación acumulada período húmedo.

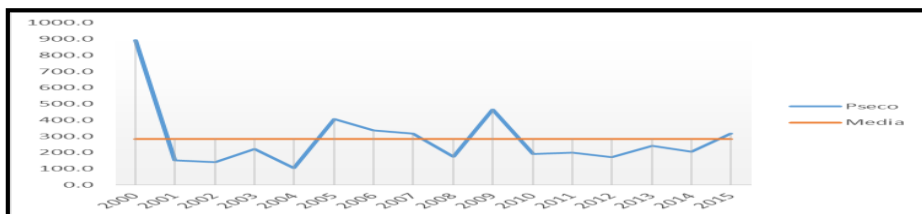


Gráfico 24. El comportamiento de la precipitación acumulada período seco.

Frecuencia	Extrema	Severa	Moderada	Leve	Incipiente	Sin sequía
ene	6	1	1	1	2	5
feb	4	7				5
mar	2	2	2	5		5
abr	2	1	2	4	1	6
may	1	2	2	3	1	7
jun		1	3	2	3	7
jul		2	1	2	5	6
ago		1	2	3	4	6
sep		1	1	5	2	7
oct	1	5	1	1	2	6
nov	2	3		2		9
dic	7	2	3	1	1	2

Tabla 15. Frecuencias de episodios de sequías.

CONCLUSIONES

Se encontró que en todos los equipos se ha manifestado de manera reiteradas el fenómeno climatológico, además se muestra una tendencia a aumentar las frecuencias de las sequías a partir de la primera década del año 2000 haciéndose más evidente en los últimos 5 años donde de manera general todos los meses son afectados con algún tipo de intensidad de sequía. Los meses más afectados han sido los del período seco; dentro del período lluvioso los meses de mayo, julio y agosto han presentado una gran cantidad de frecuencias del fenómeno por lo que se caracterizan como meses secos, el análisis anual demostró que existe una tendencia a presentar la máxima magnitud cada cuatro años; en el período comprendido entre 2000 a 2015 han aumentado las frecuencias y la magnitud. El comportamiento porcentual de las incidencias e intensidades del fenómeno de sequía meteorológica demostró que en todos los pluviómetros los meses de diciembre, enero y febrero son lo de mayor afectación del fenómeno, y los años más afectados fueron 1981, 1989, 1992, 2000, 2004, 2009, 2011-2016; todos los meses del período lluvioso manifiestan alguna incidencia del fenómeno en las categorías de ligera e incipientes.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BARAKAT, F.; HANDOUFE, A.: «Approche agroclimatique de la sécheresse agricole au Maroc», *Sécheresse*, Vol.9, Núm.3, pp. 201-208, 1998.

- BERGAOUI, M.; ALOUINI, A.: «Carctérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique: cas du bassin Versant de Siliana en Tunisie», *Sécheresse*, Vol.12, Núm.4, pp.205-213, 2001.
- BROWN, O. Y GALLARDO, Y.: «Evaluación de la sequía en empresas agrícolas», Índices de sequía agraria (ISA) e índice de sequías agronómica (ISAg), *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Ciudad de la Habana, Cuba, 2009.
- BROWN, O.; GALLARDO, Y. Y CUFFY, T.: «Diseño de un Sistema de Gestión de Sequía (SGS) para la prevención y mitigación de sus efectos en empresas agrícolas», *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 18, No. 2, Ciudad de la Habana, Cuba, 2009.
- DÍAZ, L.R.: *Metodología de la regionalización climática de los países tropicales, en el ejemplo de Cuba*, Tesis Doctoral Inst. Geografía, URSS, Moscú, 1985.
- GALLARDO, Y. Y BROWN, O.: «Evaluación de diferentes modelos empíricos para el estudio de la Evapotranspiración Potencial en la localidad de Júcaro, Municipio Venezuela, Ciego de Ávila, Cuba», *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Ciudad de la Habana, Cuba, 2008.
- Astronomía y Meteorología*, Facultad de Física, Universidad de Barcelona, España, pp.1-10, 2008.
- LÓPEZ, G.G.: *Análisis de la sequía meteorológica en México*, Facultad de Ingeniería, Universidad de Chapingo, México, pp. 125, 2008.
- MENÉNDEZ, J.A.; SOLANO, O.J.; VÁZQUEZ, R.J. Y MARTÍN, M.E.: *Modelo Agroclimático para el cálculo del Índice de Humedecimiento Modificado*, Informe científico técnico de resultado de investigación, Proyecto "Pronóstico de peligro de incendios forestales su seguimiento y evolución, utilizando técnicas de observación terrestre y la percepción remota", Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 2003.
- NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER: *Understading and defining drought*, University of Nebraska Lincoln, Disciplinary perspectives on drought, Understanding ENSO and forecasting drought, 2003. Disponible en <http://ndmc.unl.edu/whatis/concept.htm>. Visitado el 12 de enero de 2017.
- PALMER: «Meteorological drought», U.S. Weather Bureau, Washington D.C., *Research Paper*, nº 45, 1965.