

INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS PRECIPITACIONES

Dr. Maiquel López Silva^{1*}, Dr. Dayma Carmenates Hernández², Ing. Luis Valero Freyre³, Ing. Lizmay López Fernández⁴.

^{1,2} Profesor Titular. Centro de Estudios Hidrotécnicos. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. E-mail: daymasadami@yahoo.com

³Especialista Principal, Empresa de Aprovechamientos Hidráulicos (EAH). Ciego de Ávila, Cuba.

⁴Especialista de Proyectos. Empresa de investigaciones y proyectos Hidráulicos. CIEPROY. INRH.

*Autor para correspondencia: maiquelcuba@yahoo.com

Recibido: 11-12-2018 / Aceptado: 2-04-2019 / Publicación: 30-05-2019

Editor Académico: Dra. Ligbel Sánchez Castillo

RESUMEN

El presente trabajo ofrece un estudio que se desarrolló en el municipio de Ciro Redondo de la provincia Ciego de Ávila, Cuba, con el objetivo de estimar los impactos del cambio climático sobre las precipitaciones. Se analizó una serie de 40 años, en el periodo comprendido de 1978 hasta el 2017, obtenidos de forma sistemática en el pluviómetro CA 808. Se realizó la estadística descriptiva para analizar los estadígrafos fundamentales de la serie de lluvias para escala de tiempo mensual y anual. Se determinó el índice de concentración de las precipitaciones, el climograma y el criterio para evaluación de cambio climático en las precipitaciones las anomalías climáticas y el cambio del patrón de lluvias. Los días con lluvia varían entre 9 y 12 días en el mes, con tendencia a la disminución en un 20% de la serie, definiendo el periodo lluvioso y seco en un 81,64% y 18,36% de las precipitaciones del año respectivamente. El climograma identificó que los meses de junio, julio y agosto superan los 30°C de temperatura lo que califica a la localidad como una zona de altas temperaturas. Se valoró que existe una elevada anomalía climática negativa que ocurre en el 47,5% de los 40 años estudiados; mientras que en el patrón de desplazamiento de las precipitaciones en los últimos 5 años existen tendencias a disminuir las precipitaciones.

Palabras clave: precipitaciones, clima, climograma, húmedo, seco.

INDICATORS OF CLIMATE CHANGE IN PRECIPITATIONS

ABSTRACT

The present work offers a study that was developed in the Ciro Redondo Municipality of the province of Ciego de Ávila, Cuba, with the objective of determining the estimation of the impacts of climate change on rainfall. A series of 40 years was analyzed, in the period from 1978 to 2017, systematically obtained in the CA 808 rain gauge. The descriptive statistics was used to analyze the fundamental statistics of the rainfall series for time scale. monthly and annual. The index of concentration of precipitations, the climogram and the criterion for evaluation of climate

change in rainfall were determined by the climatic anomalies and the change of rainfall pattern. The days vary between 9 and 12 days in the month, with a tendency to decrease in 20% of the series, therefore the rainy and dry period is defined in 81.64% and 18.36% of the rainfall of the year respectively. The climogram determined that the months of June, July and August exceed the 30°C of temperature which allow to describe the location like at high temperatures zone. It was assessed that there is a high negative climatic anomaly occurring in 47.5% out of the 40 years studied was valued; while in the pattern of rainfall displacement in the last 5 years, there is a tendency to decrease rainfall monthly.

Key words: rainfall, climate, climogram, wet, dry.

INDICADORES DA MUDANÇA DO CLIMA NAS PRECIPITAÇÕES

RESUMO

Este artigo oferece um estudo que foi desenvolvido no município Ciro Redondo na província de Ciego de Avila, Cuba, com o objetivo de estimar os impactos estimados da mudança climática sobre a precipitação. Uma série de 40 anos foi analisada durante o período 1978-2017, obtidos sistematicamente no pluviômetro CA 808. A estatística descritiva foi realizada para analisar os estatísticos fundamentais da série das chuvas em uma escala mensal e anual. O índice de concentração das precipitações, o climograma e o critério de avaliação da mudança climática na precipitação pluviométrica foram determinados pelo critério de anomalias climáticas e pela mudança do padrão das chuvas. O dias com precipitações variam entre 9 e 12 dias durante um mês, com tendência a diminuir em 20% da série, definindo o período chuvoso e da seca em um 81,64% e 18,36% das precipitações do ano, respectivamente. O climograma mostrou que os meses de junho, julho e agosto superam os 30°C de temperatura, permitindo descrever a localidade como uma zona de altas temperaturas. Foi demonstrado que existe uma alta anomalia climática negativa que ocorre em 47,5% dos 40 anos sob estudo; enquanto o padrão de deslocamento de chuvas mostra uma tendência para diminuir nos últimos 5 anos.

Palavras chave: precipitação, clima, climograma, úmido, seco.

Citación sugerida: Silva, M., Hernández, D., Freyre, L., Fernández, L. (2019). Indicadores de cambio climático en las precipitaciones. Revista Bases de la Ciencia, 4(2), 21-34. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i2.1566 Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1566>

Orcid IDs:

Maiquel López Silva: <https://orcid.org/0000-0002-0946-616>

Ligbel Sánchez Castillo: <https://orcid.org/0000-0001-6846-4918>

1. INTRODUCCIÓN

Los efectos del cambio climático constituyen uno de los principales problemas a los que se enfrenta la sociedad. Cada vez son más las evidencias científicas que los constatan, manifestándose a través de algunas variables climáticas, especialmente las temperaturas y las precipitaciones Paredes *et al.* (2015). Estos cambios que se están produciendo en la actualidad son la antesala de un proceso que se desarrollará a medio y largo plazo, y cuyos impactos en sectores de actividad como el turismo pueden suponer un gran condicionante para economías locales. Los mencionados efectos están, por tanto, requiriendo la implementación de acciones de adaptación territorial al cambio climático (Somedo *et al.* 2016; Sorensen, 2017).

El cambio climático está referido a la alteración del clima con respecto al historial climático mundial o regional e involucra a diversos parámetros meteorológicos como temperatura, precipitaciones, presión atmosférica, nubosidad, aumento en el nivel del mar y variaciones en la ocurrencia de eventos extremos del clima como sequías, inundaciones y tormentas tropicales Olivares *et al.* (2016). Esto está dado por causas naturales y antropogénicas sin embargo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término "cambio climático" solo para referirse al cambio por causas humanas (Mordecai, 2017).

El cambio climático es el resultado de los desequilibrios energéticos, ecológicos y sociales provocados por los avances tecnológicos de la actualidad, el excesivo crecimiento poblacional y el desarrollo industrial caracterizado por el uso de combustibles fósiles en el consumo de energía, provocando un severo calentamiento global que repercute directamente en la disponibilidad de recursos hídricos como en el caso de las precipitaciones (Epstein, 2017; Lowe, 2018).

Existen claros signos de que el clima está cambiando, y el cambio climático es uno de los retos más importantes a los que debe enfrentarse una humanidad globalizada. Se registraron incrementos en la temperatura global que no son explicables en su totalidad por causas naturales (Useros, 2012; Lowe 2016; Concepción, 2017).

Los efectos del cambio climático a nivel mundial determinaron que se agudizarán las sequías, los procesos de desertificación, los fenómenos meteorológicos extremos, los deshielos, la elevación del nivel del mar y el ascenso de las temperaturas, por lo que se deben analizar, de forma integral y armónica, los factores relacionados con estos cambios, pues la existencia de nuestra civilización dependerá del esfuerzo mancomunado de todos para evitar o disminuir la

contaminación ambiental (Senra *et al.* 2013; Lowe, 2017).

ODEPA (2013) informó que el cambio climático podría afectar a la agricultura de varias maneras como en la productividad, en términos de cantidad y calidad de los cultivos; a través de los cambios del uso del agua para el riego y efectos en el medio ambiente, particularmente la relación de la frecuencia y sistema de drenaje de suelos, erosión, reducción de la diversidad de los cultivos.

Cuba cuenta con una estrategia para la adaptación al cambio climático sustentada en los sistemas de observación del sistema climático, la educación de la población y la comprensión del problema por parte de los actores a los diferentes niveles (Brown *et al.* 2015). Para el caso del municipio Ciego de Ávila se han presentado problemas de sequías meteorológicas que han provocado impactos severos sobre las precipitaciones y la población; sin embargo, no se ha demostrado científicamente la vinculación de estos efectos negativos con el cambio climático. Para contribuir al enriquecimiento de esta estrategia a escala local, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la estimación de los impactos del cambio climático sobre las precipitaciones en el municipio de Ciego de Ávila.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el municipio Ciego Redondo al norte de la provincia de Ciego de Ávila. Se analizó una serie histórica de 40 años de precipitaciones diarias en el periodo comprendido desde el 1978 al 2017. Los 144000 datos fueron obtenidos de forma sistemática en el pluviómetro CA-808 con coordenadas N: 244.654 y E: 737.617.

El primer procedimiento en la investigación fue el control de la calidad de los datos a partir del análisis de la homogeneidad de la serie por las pruebas T de Student y F de Fischer. Se formuló la hipótesis de nulidad (H_0) y la alternativa (H_1) de modo que si el estadígrafo test T de Student calculado (T) es mayor que su valor crítico (T_c) o la probabilidad (P) es menor que el nivel de significación (α) para un 5%, se toma la decisión de rechazar H_0 y aceptar H_1 ; demostrándose que las submuestras comparadas difieren estadísticamente. También se aplicó la técnica de estadística descriptiva para analizar la serie de lluvias.

Se aplicó la técnica de estadística descriptiva para analizar los estadígrafos fundamentales de la serie de lluvias para escala de tiempo mensual y anual (Escalante y Amores, 2013). Mientras que el análisis de las anomalías de las precipitaciones se determinó mediante la construcción de

un gráfico de barras.

Se determinó el Índice de Concentración de las Precipitaciones (*ICP*) para observar el comportamiento en su cantidad anual, variación estacional y duración de la estación lluviosa de la serie de según la siguiente ecuación:

$$ICP_i = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{if}^2}{P_f^2} \quad (1)$$

Donde *ICP* es el Índice de Concentración de las Precipitaciones, para el año *j*, expresado como porcentaje; *P_{if}* la precipitación del mes *i* en el año *j* y *P_f* la precipitación anual del año *j*.

El valor de este índice va desde 8,33%, si la precipitación es igual en todos los meses, hasta 100% si toda la lluvia se concentra en un solo mes.

Se construyó el climograma según Useros (2012). En la determinación de indicadores para la evaluación del cambio climático en las precipitaciones se emplearon dos criterios: las anomalías climáticas y el cambio del patrón de lluvias y la curva de precipitación acumulada.

Las anomalías climáticas expresan desviaciones del comportamiento de una determinada variable climática respecto a su promedio hiperanual. Se trata de un parámetro que se utiliza para demostrar la presencia de un cambio climático conforme con la siguiente ecuación:

$$A_p = P_i - P_m \quad (2)$$

Donde *A_p* es la anomalía climática para la variable precipitación (mm), *P_i* el valor de la precipitación (mm) para el año *i*, *P_m* la media aritmética hiperanual de la precipitación (mm).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las **Tablas 1 y 2** se presentan los valores de las precipitaciones que conforman la serie de datos básicos necesarios para los análisis posteriores de los posibles cambios climáticos que pueden producirse en el municipio Ciro Redondo.

Tabla 1. Lluvias del municipio Ciego de Ávila en el periodo 1978-2017^a.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1978	22,5	45,9	84,9	100,5	309,6	216,0	96,8	222,5	167,2	350,5	27,9	9,3
1979	60,8	0,0	76,1	43,7	95,3	162,9	282,4	66,8	95,5	128,0	54,9	13,5
1980	0,0	31,3	0,0	87,1	215,4	226,7	162,7	345,4	233,1	184,0	117,4	0,0
1981	12,5	22,6	58,0	0,0	67,2	83,6	165,0	239,9	180,9	165,4	36,1	34,4
1982	7,4	13,0	109,9	34,0	233,5	150,7	160,9	114,4	70,2	120,1	45,8	0,0
1983	65,9	159,5	66,8	72,5	63,7	162,1	43,0	120,0	196,4	150,7	72,1	29,4
1984	14,0	42,6	61,2	20,2	216,8	223,4	279,1	164,1	276,5	42,5	14,5	9,6
1985	1,8	6,2	0,0	18,7	157,9	43,2	90,0	263,4	228,6	174,2	242,6	10,5
1986	39,3	15,8	99,8	5,6	138,5	198,2	74,6	138,1	91,9	76,8	62,9	18,7
1987	67,4	0,0	32,1	33,8	48,1	57,0	69,2	86,7	139,8	183,5	23,4	8,2
1988	23,8	5,3	10,1	10,0	294,3	533,5	198,6	197,0	170,8	205,7	103,9	17,0
1989	3,4	17,8	9,4	142,8	141,4	28,3	163,5	114,5	172,7	125,7	88,0	44,2
1990	1,1	13,7	96,3	70,7	64,8	29,0	146,5	124,5	173,6	225,7	52,1	51,8
1991	27,0	5,6	46,2	45,4	45,3	197,9	70,8	25,4	25,9	20,5	12,7	10,6
1992	7,9	86,0	0,0	40,2	1,1	230,9	23,0	56,4	57,4	2,8	11,8	0,0
1993	8,4	31,0	34,5	43,0	117,9	0	54,2	11,3	122,8	34,4	59,3	4,5
1994	0,0	121,5	11,5	13,5	38,7	80,8	25,2	61,8	212,2	253,8	4,5	33,6
1995	5,0	0,0	6,5	33,2	142,2	273,7	222,2	58,5	20,0	167,3	30,0	28,3
1996	4,3	0,0	36,0	5,0	342,0	176,9	45,0	26,0	28,3	246,5	95,6	4,6
1997	10,9	0,0	0,0	24,7	102,0	234,3	61,8	88,1	172,1	15,6	77,1	20,2
1998	45,2	91,6	61,7	0,0	172,7	180,0	94,2	159,0	311,8	95,0	64,7	25,5
1999	6,6	27,5	8,0	34,5	270,1	270,4	179,3	264,3	113,6	200,6	179,7	0,0
2000	26,7	0,0	52,0	35,0	97,5	81,3	78,1	46,9	143,3	58,1	13,3	156,9
2001	11,7	17,3	39,0	63,4	128,9	46,9	13,3	86,8	353,1	251,0	93,1	31,0
2002	0,0	0,0	42,5	0,3	311,6	376,8	203	98,0	223,9	39,3	71,6	0,0
2003	0,0	72,2	70,0	129,5	177,5	188,9	9,3	139,7	251,9	73,6	24,7	1,6
2004	0,0	35,4	29,2	0,0	95,5	177,9	128,1	187,8	61,9	124,0	8,5	0,0
2005	8,9	1,3	37,5	97,0	56,0	144,9	132,5	136,7	198,9	272,3	64,4	15,9
2006	11,7	12,5	56,0	120,6	159,3	181,6	108,9	105,5	118,7	93,5	48,7	12,2
2007	8,2	17,2	42,2	45,5	213,6	295,7	141,0	187,7	73,8	231,5	9,0	27,1
2008	0,0	0,0	52,8	108,2	124,8	80,5	120,8	147,8	412,2	91,5	45,4	16,6
2009	21,8	2,2	9,7	0,0	155,6	123,0	47,3	73,4	239,7	16,5	16,6	0,0
2010	0,0	197	2,3	177,8	57,5	96,9	207,1	228,5	321,9	164,5	18,8	0,2
2011	37,1	1,6	0,0	66,1	112,5	191,1	264,5	422,8	197,6	230,0	20,0	12,0
2012	0,0	20,0	28,0	73,5	391,4	143,7	69,2	401,7	20,0	143,1	0,0	10
2013	75,5	5,0	11,7	92,8	423,8	97,9	158,0	36,9	183,0	181,1	124,5	55,0
2014	31,8	0,0	22,0	67,9	293,5	146,7	187,9	175,0	154,2	196,5	34,8	20,5
2015	19,3	18,5	86,0	17,0	105,8	174,4	113,5	114,5	121,0	227,0	154,7	12,5
2016	60,4	4,5	10,1	39,2	131,4	200,6	102,3	98,3	140,1	129,1	17,3	6,4
2017	12,0	54,5	27,0	45,5	114,0	121,5	55,0	147,0	274,2	276,8	188,0	51,0

^a Desde el mes 1 hasta el 12 de cada año y la pluviometría es en mm.

Los resultados de la prueba de homogeneidad a partir de la serie de precipitaciones diarias y anuales se muestran en la **Tabla 2**. Se demuestra estadísticamente que la serie es consistente y homogénea; puesto que la probabilidad (P) de 0,124 de T Student y F de Fischer 0,114 es mayor que el nivel de significación (α) para un 5%, se toma la decisión de aceptar H_0 y rechazar H_1 ; demostrándose que las submuestras no presentan diferencia estadísticamente significativa para un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 2. Prueba de homogeneidad de las precipitaciones.

Estadígrafo	Precipitaciones anuales (mm)	
	Submuestra 1978-1997	Submuestra 1998-2017
Media	1053,99	1205,20
Mediana	1050,75	1246,55
S	353,71	244,03
CV (%)	33,56%	20,25%
Mínimo	517,50	705,80
Máximo	1770,00	1555,30
Probabilidad T Student	0,12	
Probabilidad F de Fischer	0,11	

En la **Tabla 3** se muestra la estadística descriptiva de las precipitaciones anuales, el siguiente análisis estadístico demostró que los días con lluvia varían entre 9 y 12 días en el mes. Los valores extremos se observaron en el mes de enero hasta abril con valores mínimos comprendidos entre 1 y 2 días con lluvia mientras que los valores máximos oscilan entre 20 y 28 días con lluvia en el periodo de junio a septiembre, estos resultados son próximos a los obtenidos por Brown *et al.* (2015) para el municipio de Ciego de Ávila.

Tabla 3. Estadística descriptiva de las precipitaciones anuales.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Mínimo	1,1	1,3	2,3	0,3	1,1	28,3	9,3	11,3	20,0	2,8	4,5	0,2
Máximo	75,5	197,0	109,9	177,8	423,8	533,5	282,4	422,8	412,2	350,5	242,6	156,9
Media	23,9	38,6	43,6	57,2	160,7	170,0	121,2	144,6	168,6	149,2	62,3	24,3
Mediana	13,25	18,5	39,0	44,55	134,95	174,4	111,2	122,3	171,5	157,6	48,7	16,6
Desv. típica	21,7	47,5	29,6	42,3	102,2	97,9	72,8	96,4	93,1	85,1	55,4	27,9
CV (%)	91,1	123,2	67,8	74,0	64,0	57,6	60,1	66,7	55,2	57,0	88,8	114,7

En la **Figura 1** se presentan la curva de crecimiento de las lluvias anuales, lo que permiten apreciar que el pluviómetro CA-808, localizado en el municipio Ciro Redondo, el 47% de los años rebasa el valor de la media hiperanual que es de 1129 mm. Se evidencia que uno de cada cuatro años (25%) la precipitación fue inferior a 850 mm y en el cuartil correspondiente al 75%, la precipitación excedió los 1300 mm anuales. Este tipo de análisis fue utilizado por Mormeneo y Díaz (2003) y Santanas (2017) para clasificar la anomalía de las lluvias. Sin embargo, los valores obtenidos por Santanas (2017) son próximos a los obtenidos en la investigación, producto la cercanía de los pluviómetros analizados.

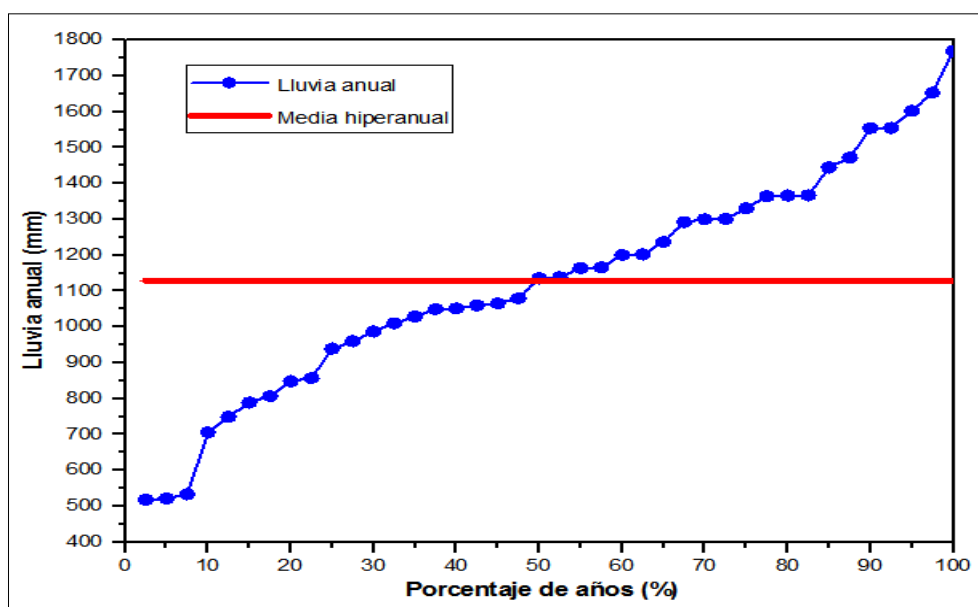


Figura 1. Curva de crecimiento de las lluvias anuales.

En la **Figura 2** se presenta la variación interanual de las precipitaciones, la cual demuestra que el 70% de las precipitaciones está comprendido entre 800 mm y 1400 mm, solo el 17,5% supera el intervalo. Se destaca el año 1988 con un valor de 1770,0 mm que resultó ser el año más lluvioso de la serie. Por debajo del intervalo se encontró un 12,5%, debiéndose resaltar el año 1992 con 517,5 mm, lo que puede caracterizarse como el año más seco de la serie.

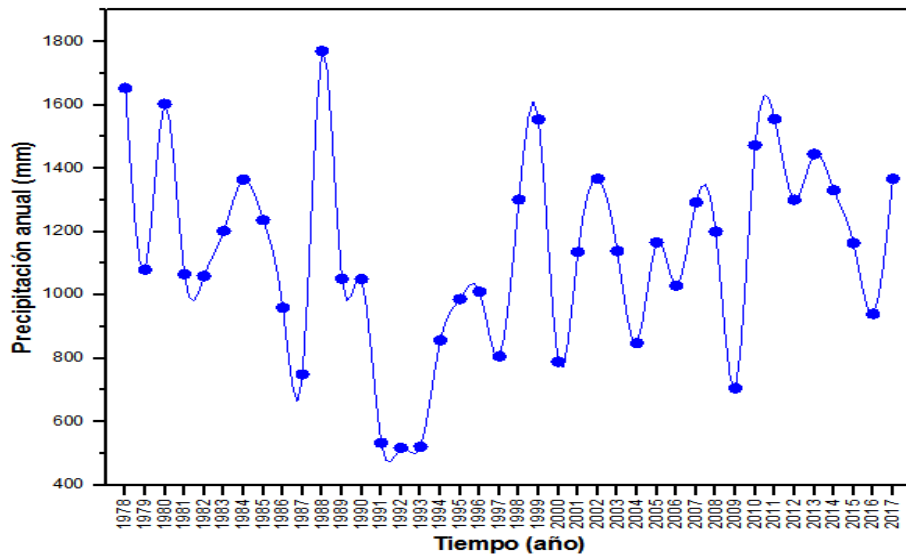


Figura 2. Variabilidad interanual de precipitaciones

En **Figura 3** se observan los números de días con lluvia, estos están comprendidos entre 55 y 75 días para un promedio de 65 días en el año, para un 62,5% del total de datos analizados. Solo el 17,5 % rebasa el intervalo, siendo el año 1989 más significativo de número de días con lluvia; sin embargo, difiere del año de mayor lluvia. El año 1994 manifiesta un comportamiento mínimo de 35 días de lluvia en el año. A partir de la **Figura 3**, se observa que existe una tendencia de disminución de los números de días con lluvias a partir del año 1994 que representa el 20% de la serie, resultados que concuerdan con los obtenidos.

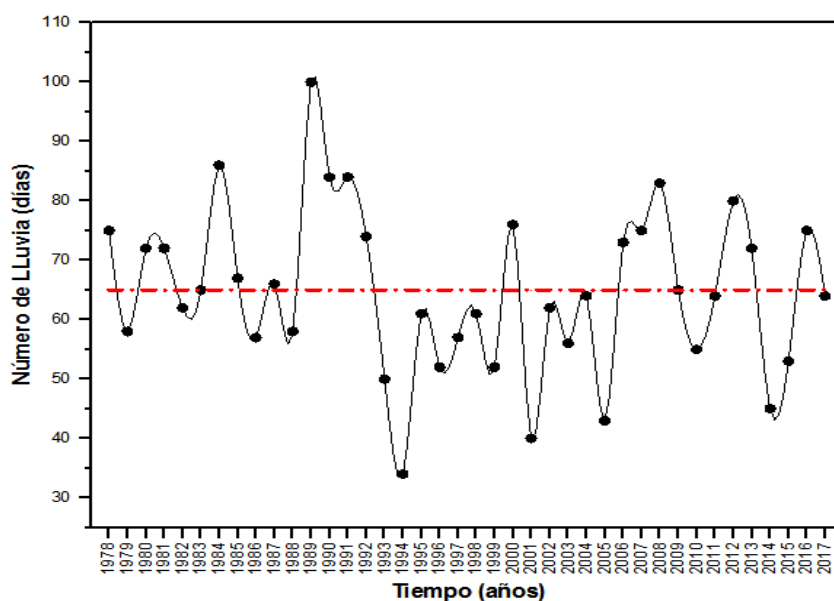


Figura 3. Variabilidad interanual de número de días con lluvia.

En la **Figura 4** se expone la variación intranual de las precipitaciones en función del tiempo. Se identifican que los meses muestra un comportamiento bimodal continuo, producto que se observan dos picos de mayor precipitación en los meses de mayo. El periodo seco se observa en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero marzo y abril con precipitaciones inferiores a 60 mm. A partir de la **Figura 4** se logra determinar que el 81,64% de las precipitaciones del año son del periodo lluvioso y solo el 18,36% de las precipitaciones anuales son en el periodo seco. Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por Conde y López (2016), estos autores plantean que existe una tendencia de disminución de las precipitaciones en un 10% en América Latina y al Caribe.

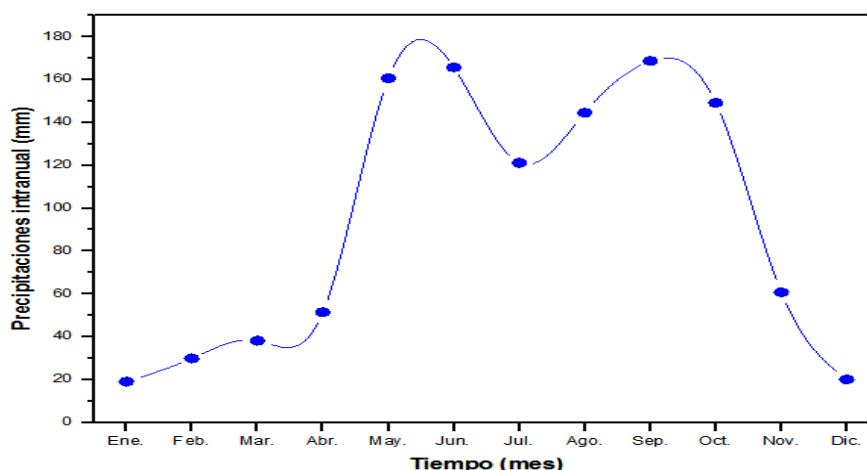


Figura 4. Variabilidad intranual de precipitaciones.

En la **Figura 5** se muestra el índice de concentración de las precipitaciones. Se observa que el año 1983 se caracteriza por presentar unas precipitaciones próximas todos los meses con un índice de 10,68%; mientras que el año 1992 las precipitaciones se concentran más en un mes con índice de 25,97%. Sin embargo, la media del índice de concentración de las precipitaciones fue 15,54%.

En la **Figura 6** se representa el climograma del municipio Ciro Redondo. Se observa que los meses de junio, julio y agosto superan los 30°C de temperatura. Los valores de esta variable permiten calificar el estado de esta localidad como de temperaturas altas pues la media supera los 17°C. La temperatura de invierno se clasifica como suave al encontrarse que la temperatura media del mes más frío fue de 22°C, muy superior a los 10°C. Sin embargo, los meses de junio y septiembre son los de mayores precipitaciones y a su vez presentan las mayores temperaturas.

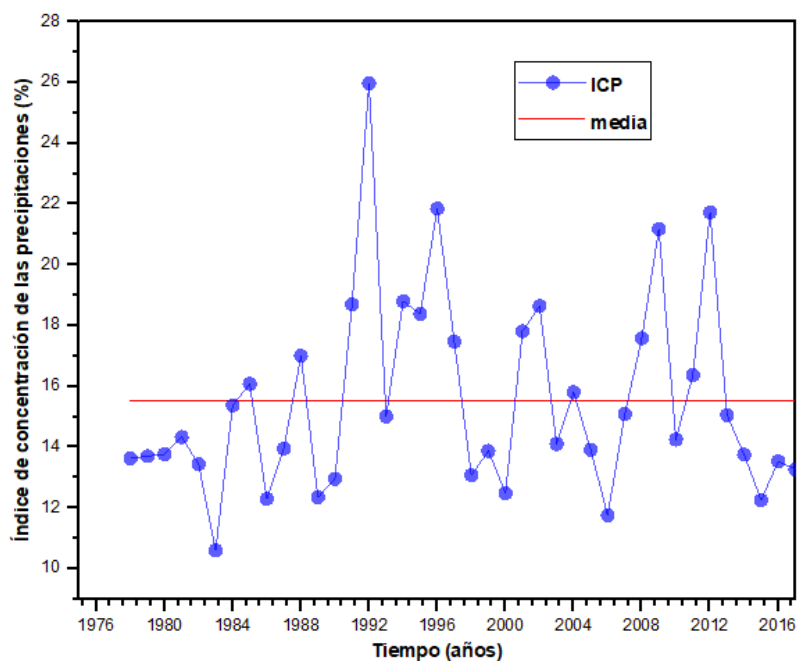


Figura 5. Índice de concentración de las precipitaciones.

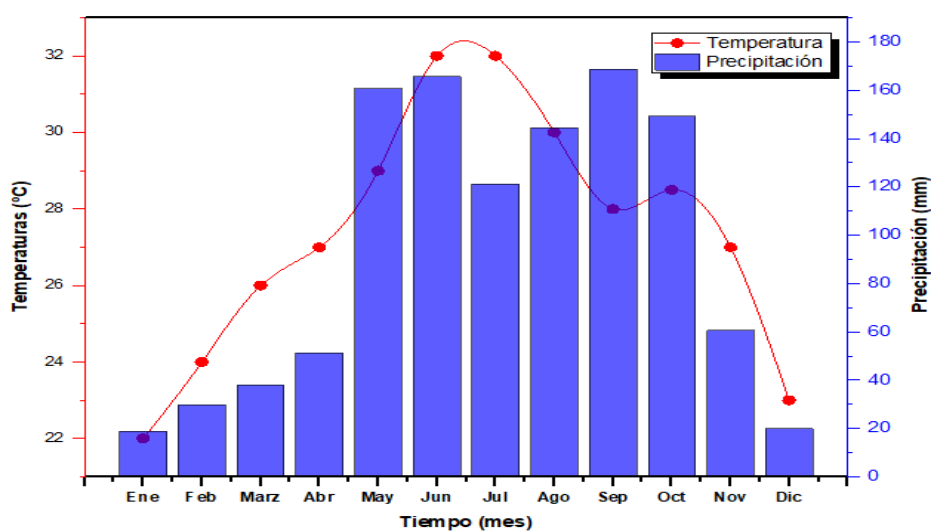


Figura 6. Climograma del municipio Ciro Redondo.

En la **Figura 7** se demuestran la ocurrencia de anomalías climáticas negativas en las precipitaciones. Estas anomalías negativas ocurren en el 47,5% de los 40 años estudiados, los cuales se encuentran por debajo del valor de la media. Se observa que en el periodo de 1989 al 1997 se concentran las mayores anomalías negativas, o sea, se mantuvieron inferiores a la media de las precipitaciones caídas de la serie de 40 años de estudios.

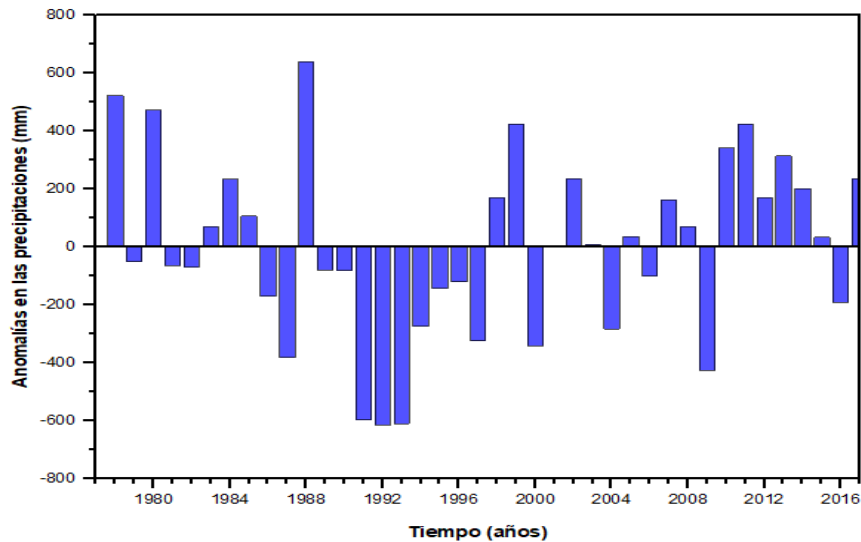


Figura 7. Anomalías de la precipitación en el periodo 1978 - 2017

En la **Figura 8** se observa el patrón de desplazamiento de las precipitaciones en los últimos 5, 10, 15, 20, 30 y 40 años, respectivamente. Se aprecia que en los últimos 5 años existe una tendencia a disminuir las precipitaciones en los meses de junio, julio y septiembre en un 11,02%, 5,67% y 11,86% respectivamente. No obstante, se evidencian cambios climáticos menos significativos en los últimos años; a excepción de incrementos notables de las precipitaciones en el mes de mayo.

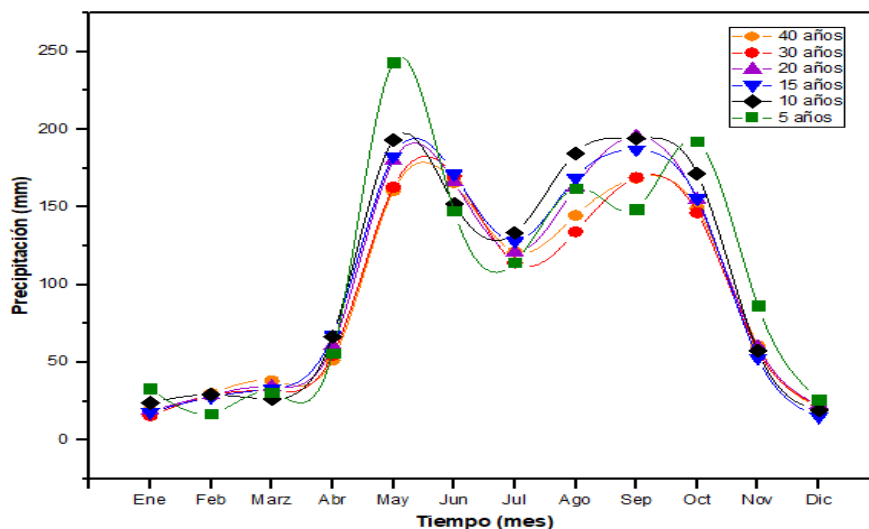


Figura 8. Patrón de desplazamiento de la lluvia en los últimos 5, 10, 15, 20, 30 y 40 años.

4. CONCLUSIONES

Los periodos lluviosos y secos se encuentran definidos en un 81,64% y 18,36% de las precipitaciones del año, respectivamente, mientras que los días con lluvia varían entre 9 y 12 días en el mes, con tendencia a la disminución en un 20% de la serie; aunque el índice de concentración de las precipitaciones medias fue de 15,54%.

El climograma identificó que los meses de junio, julio y agosto superan los 30°C de temperatura lo que permiten caracterizar la zona de estudio como una localidad de altas temperaturas.

Existe una elevada anomalía climática negativa que ocurre en el 47,5% de los 40 años estudiados; mientras que el patrón de desplazamiento de las precipitaciones en los últimos 5 años mostró una tendencia a disminuir las precipitaciones en los meses de junio, julio y septiembre en un 11,02%, 5,67% y 11,86% respectivamente.

5. REFERENCIAS

- Brown, O.M., Gallardo, B.Y., Correa, S.A., Barrios, G.S. (2015). El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones. *Revista ingeniería hidráulica y ambiental*, XXXVI (1), 88-101. ISSN 1815-591X, RNPS 2066.
- Concepción, P.G. (2017). Indicadores de cambio climático para la evaluación de los impactos sobre las precipitaciones en el municipio majagua. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Hidráulico. Departamento de Ingeniería Hidráulica. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba.
- Conde, A.C; López, B. J. (2016). Variabilidad y cambio climático. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en América Latina y al Caribe. Propuestas para métodos de evaluación. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Ediciones Quinta del agua. Ciudad de México. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/215402/CGACC_2016_Variabilidad_y_Cambio_Climatico_Impactos_Vulnerabilidad_y_Adaptacion.pdf
- Epstein, H. (2017). A Menace Wrapped in a Protein: Zika and the Global Health Security Agenda. Nueva York, Universidad de Columbia, doi:10.13140/RG.2.2.25050.85443.
- Escalante, C., Amores, L. (2013). Análisis de la precipitación en la costa de Chiapas. XI Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y VII Seminario Internacional del Uso del Agua. 1-5 de octubre, ISBN: 978-607-7601-96-8, Ciego de Ávila, Cuba.
- González, L., Marrero, N., Jorge, M. Del C., Martínez, J. B. (2007) Temas de Hidrología Superficial para Ingenieros. Editorial Félix Varela, ISBN: 978- 959-07-0310-2, pp.21-24, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Lowe, R., Coelho, C., Barcellos, C., Carvalho, M., Catão, R., Coelho, G., Ramalho, W., Bailey, T., Stephenson, D., Rodó, X. (2016). Evaluating probabilistic dengue riskforecasts from a prototype early warning system for Brazil. *eLIFE*, 5, 1-18. DOI: 10.7554/eLife.11285
- Lowe, R., Stewart-Ibarra, A., Petrova, D., García-Díez, M., Cordova, M., Mejía, R., Regato, M., Rodó, X. (2017). Climate services for health: Predicting the evolution of the 2016 dengue season in Machala, Ecuador. *The*

- Lancet Planetary Health, 1(4), 142-151. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30064-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30064-5)
- Lowe, R., Barcellos, C., Brasil, P., Cruz, O., Honório, N., Kuper, H., Carvalho, M. (2018). The Zika virus epidemic in Brazil: From discovery to future implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1): e96. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5800195/pdf/ijerph-15-00096.pdf>
- Mordecai, E. A., Cohen, J.M., Evans, M.V., Gudapati, P., Johnson, L.R., Lippi, C.A., Miazgowicz, K., Murdock, C., Rohr, J.R., Ryan, S.J., Savage, V., Shocket, M., Ibarra, A.S., Thomas, M.B., Weikel, D.P. (2017). Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(4):e0005568. Recuperado de: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005568>
- Mormeneo, I. y Díaz, R. (2003). Método para clasificar la anomalía de las lluvias. *Revista Brasileña de Agrometeorología*, Santa María. 11 (1), 159-167. Recuperado de: <http://agrometeorologia.criba.edu.ar/Downloads/ANOMALIAS.pdf>
- ODEPA (2013). Estudio: Cambio climático. Impacto en la Agricultura, Heladas y Sequía. Informe Final. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, pp. 7-28. Recuperado de: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/12/cambioClimatico2013.pdf>
- Olivares, B., Cortez, A., Lobo, D., Parra, R., Rey, J., Rodríguez, M. (2016). “Estudio de la Sequía Meteorológica en Localidades de los Llanos de Venezuela Mediante el Índice de Precipitación Estandarizado.” *Revista Acta Nova* 7(3), 267–283. Recuperado de: <https://goo.gl/FCLiog>
- Paredes-Trejo, F., Guevara-Pérez, E., Barbosa-Alves, H. y Uzcátegui-Briceño, C. (2015). Tendencia de la precipitación estacional e influencia de El Niño Oscilación Austral sobre la ocurrencia de extremos pluviométricos en la cuenca del lago. *Tecnología y Ciencias de la Luz*, 6(6), 33–48. Recuperado de: <https://goo.gl/G75Cc5>
- Santanás, C. (2017). Caracterización Precipitaciones en el municipio Ciro Redondo de la provincia Ciego de Ávila. Tesis presentada en opción al título de Ingeniería Hidráulica. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.
- Semedo, A., Soares, P., Lima, D., Cardoso, R., Bernardino, M., Miranda, P. (2016). The impact of climate change on the global coastal low-level wind jets: EC-EARTH simulations. *Global and Planetary Change*, 137, 88-106. Recuperado de: <http://idlcc.fc.ul.pt/pdf/Semedo%20et%20al%202016%20The%20impact%20of%20climate%20change%20on%20the%20global%20coastal%20low-level%20wind%20jets.pdf>
- Senra, A., Soto, S., Guevara, R. (2013). Estrategia de enfrentamiento a problemas asociados al cambio climático en ecosistemas ganaderos cubanos. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba. ISSN 2224-7920.
- Sorensen, C.J., Borbor-Cordova, M.J., Calvellido-Hynes, E., Diaz, A., Lemery, J., Stewart-Ibarra, A.M. (2017). Climate variability, vulnerability, and natural disasters: A case study of Zika virus in Manabi, Ecuador following the 2016 earthquake. *GeoHealth*, 1(8), 298-304, doi:10.1002/2017GH000104.
- Useros, J.L. (2012). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. Consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León, Valladolid. España. 50, 71-98. Recuperado de: <file:///C:/Users/jctor/Downloads/Dialnet-ElCambioClimatico-4817473.pdf>