

Artículo de investigación

Comportamiento de las precipitaciones en la bioregión de la Cordillera de la Costa Central de Venezuela

Study of the rainfall in the bioregión the Mountain range of the Central Coast, Venezuela

Jorge L Millano¹; Antonio J Romero²

¹Docente del doctorado de Ambiente y Desarrollo del área de estudios Avanzados de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. San Carlos Cojedes. Correo: jmillanopostgrado@gmail.com

²Director de la Estación de Investigaciones Agropecuarias de Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Campus Cojedes. San Carlos, Edo. Cojedes. Correo romerof.antonio@gmail.com

RESUMEN

El cambio climático está impactando de manera dramática la economía, las comunidades y los ecosistemas, lo cual ocasiona graves pérdidas tanto materiales y humanas, como de biodiversidad. Los países más pobres, los menos preparados para enfrentar los cambios rápidos del clima, serán los que sufrirán las peores consecuencias del fenómeno. El cambio climático se puede apreciar en el ambiente, está ocasionando cambios en el ciclo hidrológico en algunas regiones de América Latina, con alteraciones de la pluviosidad de manera irregular e impredecible. En Venezuela, los modelos climáticos globales sugieren una disminución generalizada de las precipitaciones. Una disminución de la captación de agua cuya fuente principal son las cuencas, afectaría su disponibilidad para el consumo humano y con fines de riego afectando los costos de tratamiento y limitando el desarrollo de las comunidades. Por tanto, se decidió estudiar la influencia del cambio climático en el comportamiento de las precipitaciones en la bioregión de la Cordillera de la Costa; en esa zona se encuentran importantes ciudades del centro del país, en las que se desarrollan actividades industriales y agropecuarias. También cuenta con 6 parques nacionales. La data meteorológica estudiada, se basó en la información suministrada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), Aunque, sólo 10 estaciones meteorológicas, de 20 estaciones pluviométricas ubicadas en la bioregión, presentaron 30 años de registro continuos, debido a serias deficiencias de registro o inoperatividad. A las series históricas se le aplicó análisis estadísticos descriptivos e inferenciales, encontrándose que son series estacionales que requirieron de la aplicación de auto correlaciones y modelos ARIMA, validados por la prueba de Ljung-Box, basada en portmanteau test, el de Mann Kendall y la pendiente de Sen. Se pudo determinar que el comportamiento de las precipitaciones estudiadas no está influenciado por el cambio climático.

Palabras clave: Cambio climático, precipitación, bioregión, ARIMA.

ABSTRACT

Global warming, which in turn is causing climate change that is having a dramatic impact on the economy, communities and ecosystems, causing serious economic, human and biodiversity losses. The poorest countries, the least prepared to face rapid climate changes, will be the ones that will suffer the worst consequences of the phenomenon. Climate change can be seen in the environment, it is causing changes in the hydrological cycle in some regions of Latin America, with changes in rainfall in an irregular and unpredictable way. In Venezuela, global climate models suggest a general decrease in rainfall. A decrease in the collection of water whose main source is the basins, would affect its availability for human consumption and for irrigation purposes, affecting treatment costs and limiting the development of communities. Therefore, it was decided to study the influence of climate change on the behavior of rainfall in the Cordillera de la Costa bioregion, in that area there are important cities in the center of the country, where industrial and agricultural activities are developed. It also has 6 national parks. The meteorological data studied was based on the information provided by the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMEH), although only 10 meteorological stations, out of 20 pluviometric stations located in the bioregion, presented 30 years of continuous registration, due to serious deficiencies. registration or inoperability. Descriptive and inferential statistical analyzes were applied to the historical series, finding that they are seasonal series and required the application of autocorrelations and ARIMA models, validated by the Ljung-Box test, based on the portmanteau test, the Mann Kendall test and the slope of Sen. It was determined that the behavior of the studied rainfall is not influenced by climate change.

Keywords: Climate change, rainfall, bioregion, ARIMA

Recibido: 10-08-2021

Aceptado: 10-10-2021

Publicado: 15-10-2021

Introducción

Autor de correspondencia: Jorge L Millano.

Docente del doctorado de Ambiente y Desarrollo del área de estudios Avanzados de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. San Carlos Cojedes. Correo: jmillanopostgrado@gmail.com.

El calentamiento global está originando un cambio climático, el cual está impactando de manera dramática la economía, las comunidades y los ecosistemas, ocasionando graves pérdidas materiales, humanas y de biodiversidad.

Tal como lo ha expuesto de manera clara y contundente el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés, 2021) en su último informe, donde evidencia que el calentamiento global es producto de las actividades humanas, al establecer la relación existente, entre el incremento de la temperatura y el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a partir de la era preindustrial, ocasionando alteraciones en la variabilidad natural del clima, lo que a su vez ha traído como consecuencia, una disminución de las masas de hielo, aumento del nivel del mar, incremento de los eventos extremos y disminución de la biodiversidad.

Por otra parte, la NASA (2021), indica que el cambio climático, ya tiene efectos que se pueden observar en el ambiente. Los glaciares han disminuido, el hielo en los ríos y lagos que se forma durante el invierno se está derritiendo antes de tiempo, mientras que los hábitats de plantas y animales han cambiado, además los árboles presentan floración prematura.

Mientras que la FAO (2012), ha indicado que el cambio climático está afectando el ciclo hidrológico de la región tropical andina, siendo la incorporación de la adaptación al cambio climático en la gestión sostenible de la tierra y el agua de suma importancia. La FAO (2012), además ha indicado que muchos países de América Latina ya están siendo afectados en forma de una pluviometría irregular e impredecible, así como un aumento de la incidencia de las tormentas y de sequías prolongadas.

En Venezuela, de acuerdo a la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, los modelos climáticos globales sugieren una disminución generalizada de las precipitaciones en el país (Ministerio de Ecosocialismo y Agua, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Global para el Ambiente, Fundación Instituto Forestal Latinoamericano (MINEA, PNUD, GEF, Fundación IFLA, 2017).

Por otra parte, de acuerdo con el Proyecto Ciudadanía Ambiental Global del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2010) los países más pobres, los menos preparados para enfrentar los cambios rápidos del clima, serán los que sufrirán las peores consecuencias del fenómeno. Por lo tanto, adaptarse a los efectos del cambio climático y aumentar la resiliencia, así como el tratar de disminuir las causas que lo originan, son unos de los principales desafíos que existen actualmente a nivel global debido a que todos los países están siendo afectados.

Considerando que la distribución del uso del agua en el país es de un 43 % para fines de consumo humano o doméstico, un 46 % para uso agrícola y un 11% para consumo industrial (Asociación Venezolana para el agua (AVEAGUA, 2011),

una disminución de la captación de agua cuya fuente principal son las cuencas, afectaría su disponibilidad, principalmente para el consumo humano y con fines de riego (AVEAGUA, p. 33). En ese mismo orden de ideas, establece que “el deterioro de las cuencas del país, atenta contra la disponibilidad del recurso agua, afecta los costos de tratamiento y pudiera limitar el desarrollo de las comunidades establecidas”.

En consecuencia, debido a los preocupantes efectos que implica el cambio climático a nivel global y particularmente para Venezuela, se consideró conveniente evaluar la influencia del cambio climático en el comportamiento de las precipitaciones, particularmente en la parte central de la bioregión de la Cordillera de la Costa, ya que en esa zona se encuentran ubicadas importantes ciudades del centro del país como son: Maracay, Valencia y San Felipe, aparte de la capital, Caracas., zonas donde además, se desarrolla una amplia gama de actividades industriales, turísticas y agropecuarias.

También se encuentran 6 importantes parques nacionales: “Guaraira Repano”, (Distrito Capital), “Guatopo” (estado Miranda), “Henry Pittier” (estado Aragua), “San Esteban” (estado Carabobo), “Yurubí” (Edo. Yaracuy), y “Tirgua, General Manuel Manrique” (estado. Cojedes). (Instituto Nacional de Parques (INPARQUES, 2022)

Con respecto a las investigaciones previas relacionadas con el comportamiento de las precipitaciones, Guenni, Degryze y Alvarado (2008) realizaron un “análisis de la tendencia y la estacionalidad de la precipitación mensual en Venezuela” con base a la serie de tiempo de 113 estaciones distribuidas por todo el país. De las cuales, 77 se encuentran ubicadas al norte del Orinoco con 49 años de registro; 36 estaciones al sur del Orinoco, de las cuales 18 tienen 30 años de registro. La mayoría de las estaciones presentaban datos de precipitación mensual hasta 1999. Obteniendo como resultado que la zona norte costera y la mayor parte de la región andina presentan una tendencia negativa en la precipitación. Por el contrario, la zona sureste del estado Bolívar presenta una tendencia positiva. Sin embargo, el componente de tendencia no es significativo para la mayoría de las estaciones.

En contraste con los resultados anteriores, Puertas et al. (2011) en un estudio de las tendencias de la precipitación en la cuenca media-alta del río Cauca en Colombia, con base a los registros (1975-2006), de 108 estaciones pluviométricas ubicadas en esa área obtuvieron como resultados, que existen cambios en el régimen interanual de la precipitación al comparar las tendencias en la precipitación anual con variables geográficas (altitud, latitud y longitud), por encima de los 1500 msnm y en latitud menor a 3°52'N en la cordillera de los Andes, presentando una reducción generalizada en la precipitación.

Mientras que Alercar y Silva (2017) en un estudio de la tendencia pluviométrica y concentración estacional de la precipitación en la cuenca hidrográfica del río Moxotó, en Pernambuco, Brasil a partir de la serie de tiempo (1930-

2014) de 32 estaciones obtuvieron como resultados que no hay una distribución homogénea de la tendencia de precipitación en dicha cuenca y que dentro de la misma, pueden existir variaciones en la tendencia pluviométrica. Los sectores este, centro, y sur, presentan tendencias significativas crecientes; el oeste de la cuenca presentó tendencia significativa decreciente y el sector norte, presentó tendencia no significativa creciente.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARNR, 2001), Venezuela puede ser subdividida en 10 bioregiones geográficas, tomando en cuenta factores ecológicos como: flora, altitud, temperatura, precipitación anual, ambiente continental o ambiente marino y costero. Las bioregiones consideradas son: Bioregión Marina, Bioregión Costera Continental, Bioregión insular, Bioregión Depresión del Lago de Maracaibo, Bioregión sistema de colinas Lara-Falcón, Bioregión Cordillera de la Costa (Cordillera de la Costa Central y Cordillera de la Costa Oriental), Bioregión Los Andes (Sierra de Perijá y Cordillera de Mérida), Bioregión de los Llanos, Bioregión planicie deltaica del Río Orinoco y

la costa cenagosa del Río San Juan y Bioregión Guayana (Orinoquia/Amazonia). Tal como se puede apreciar en la figura 1

La Cordillera de la Costa Central se desarrolla a todo lo largo de la costa septentrional del país, entre la depresión de Barquisimeto en el estado Lara en el Oeste y la depresión de Unare en el este, en el estado Anzoátegui, alcanzando su mayor altitud de 2765 msnm.

Esta investigación es de carácter no experimental, descriptiva, inferencial y explicativa para ello, se ejecutaron las siguientes etapas metodológicas:

a) Recolección y ordenación de los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas ubicadas en la bioregión, con 30 años de registro consecutivo.

b) Análisis estadístico descriptivo de los datos de las estaciones seleccionadas, para ello se utilizó el programa estadístico SPSS 19.0

c) Análisis estadístico inferencial de los datos de las estaciones seleccionadas con el fin de determinar la influencia del cambio climático sobre el comportamiento de las precipitaciones, empleándose los programas estadísticos SPSS 19.0 y R Estudio.

d) Discusión de los resultados y conclusiones.



Figura 1. Bioregiones de Venezuela. Fuente: Alvarado, (2015).

Resultados

A continuación se describe el desarrollo de cada una de las etapas indicadas anteriormente: la recolección y ordenación de la data meteorológica se basó en la información suministrada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). Con base a la información obtenida y debido a las serias deficiencias que presenta la red

meteorológica en el país, sobre todo, la ausencia de registros durante el período comprendido entre el 2001 al 2014. De acuerdo con la Academia de Ciencias Físicas y Matemáticas (2018) para el año 2006 menos del 30 % de las estaciones estaban operativas.

Aunado a lo expresado anteriormente, el registro de la mayoría de las estaciones operativas era muy deficiente, tan sólo 10 estaciones, de 20 con registros de precipitación y

Millano y Romero.: Precipitaciones en la bioregión de la Cordillera Costa Central de Venezuela

ubicadas en la bioregión, presentaron 30 años de registros con-tinuos, las cuales se describen a continuación en la tabla 1.

Se debe además indicar que se tuvo que hacer la determinación de datos perdidos en todas las series de las

estaciones; aunque dichos datos perdidos, no re-presentaban más del 10% de los datos totales por estación.

En la tabla 2 se presentan los resultados del análisis descriptivo de las series de tiempo por estación

Tabla 1. Descripción general de las estaciones de precipitación seleccionadas.

Estación	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altura s.n.m (m)	Estado	Periodo
San Felipe	10,363,889	-68,737,778	326	Yaracuy	1970-1999
Nirgua	10,161,944	-68,559,722	787	Yaracuy	1970-1999
Fila El Torito	10,350,000	-68,550,003	318	Yaracuy	1971-2000
La Entrada	10,307,500	-68,065,278	571	Carabobo	1970-1999
Valencia	10,190,833	-67,996,111	540	Carabobo	1970-1999
Santa Cruz	10,166,667	-67,420,750	508	Aragua	1970-1999
Rancho Grande	10,352,222	-67,683,889	1274	Aragua	1970-1999
Cua-Tovar	10,145,833	-66,863,889	247	Miranda	1970-1999
La Mariposa	10,411,389	-66,931,389	1088	Miranda	1970-1999
Paracoto	10,267,222	-66,958,333	629	Miranda	1970-1999

Fuente: Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología INAMEH (2019).

Tabla 2. Resultados de los estadísticos descriptivos por estación (p<0,05)

Estaciones	Estadísticos descriptivos						
	Media	Mediana	Valor Máximo	Valor Mínimo	1er Cuartil	3er Cuartil	Desv Típica
San Felipe	129,3	111,9	390,5	0,7	53,7	185,6	88,12453
Nirgua	69,2	66,5	218,3	1,9	25,83	104,15	49,15687
El Torito	92,0	86,15	278,4	2,3	37,3	129,2	61,49740
La Entrada	84,7	85,2	284,4	0,3	13,2	138,43	69,34911
Valencia	86,6	85,8	284,6	0,3	13,1	140,9	71,77572
Rancho Grande	138,3	123,1	415,1	1,7	36,14	218,9	107,63875
Santa Cruz	82,0	67,8	264,2	0,2	0,2	141,75	71,76940
Cúa-Tovar	84,4	71,3	270,0	1,0	25,8	130,0	68,47015
La Mariposa	73,7	73,7	312,7	1,0	19,5	115,7	57,46410
Paracoto	80,0	75,2	416,6	0,4	21,3	123,4	65,28644

Fuente: Instituto Nacional de Histología y Meteorología INAMEH (2019).

De acuerdo con los resultados que se muestran en la tabla 1, la estación que presenta la media de precipitación más alta es Rancho Grande, seguida de San Felipe, ambas son las estaciones que presentan los valores más altos de desviación típica. A su vez, la precipitación máxima la presenta Rancho Grande, seguido de Paracotos y San Felipe. Por otra parte, los altos valores de desviación típica de todas las estaciones, evidencian una alta

variabilidad de los datos y una tendencia a no tener un comportamiento de curva normal, lo cual es ratificado por las pruebas de normalidad que se muestran en la figura 2. Como se puede apreciar, todas las estaciones no presentan comportamiento de curva normal.

Ante esta situación y considerando que las series de tiempo de las precipitaciones son estacionales, tal como se refleja en la figura 3, resulta entonces conveniente,

determinar los modelos “Auto Regresivos de Medias Móviles” (ARIMAS por sus siglas en inglés), con el fin de poder establecer con mayor precisión, si el cambio climático como factor externo, está afectando la variabilidad natural (estacional) de las series de tiempo. Los resultados de dichos modelos se muestran a continuación en la tabla 3; previamente, se realizó la determinación de la función de auto correlación y de auto correlación parcial para poder establecer los modelos ARIMA más adecuados que explican el comportamiento de las series.

En la tabla 3 se observa que hay tres grupos de estaciones con modelos arimas iguales, las estaciones Valencia, Rancho Grande, Santa Cruz y Cúa-Tovar presentan el modelo ARIMA 15,1,1. Mientras que las

estaciones Nirgua, y Fila El Torito presentan el modelo ARIMA 13,1,1 y las estaciones La Entrada, La Mariposa y Paracotos presentan un modelo ARIMA 14,1,1. En cambio la estación San Felipe presenta un modelo ARIMA 12,1,1. La otra estación que presenta un modelo distinto a todas las anteriores es Rancho Grande, siendo éste 15,0,1.

Una vez obtenidos los modelos ARIMA, se procedió a aplicar el test de Ljung-Box lo que permitió ver si los residuos de los modelos ARIMA ajustados, no presentan correlación serial. Lo cual se puede ver en la figura 4, que se obtuvieron de la aplicación test de tdiag del programa R, que contiene la prueba de Ljung-Box basada en portmanteau test.

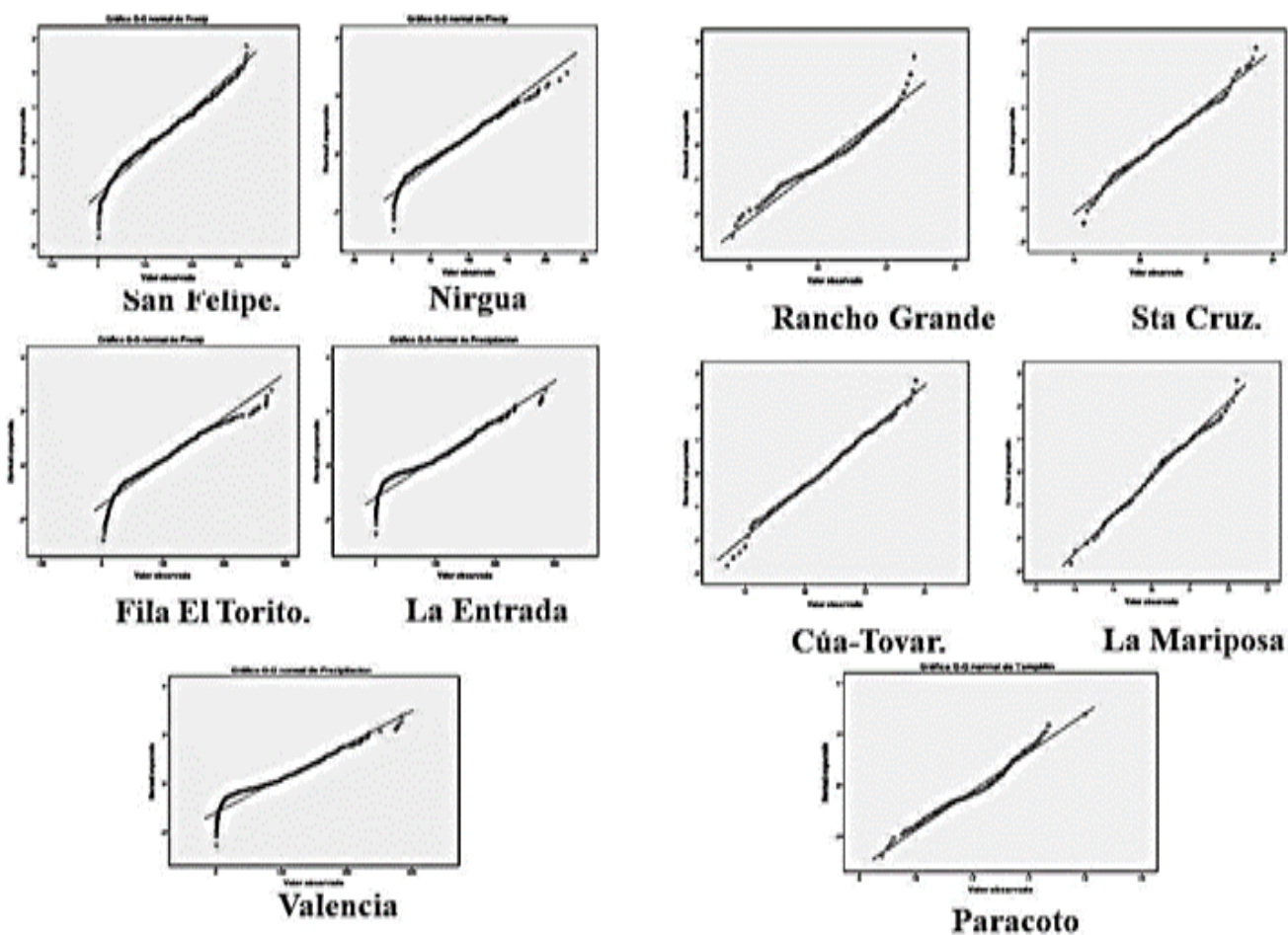


Figura 2. Gráficos Q-Q normal de las precipitaciones por estación ($P < 0,05$).

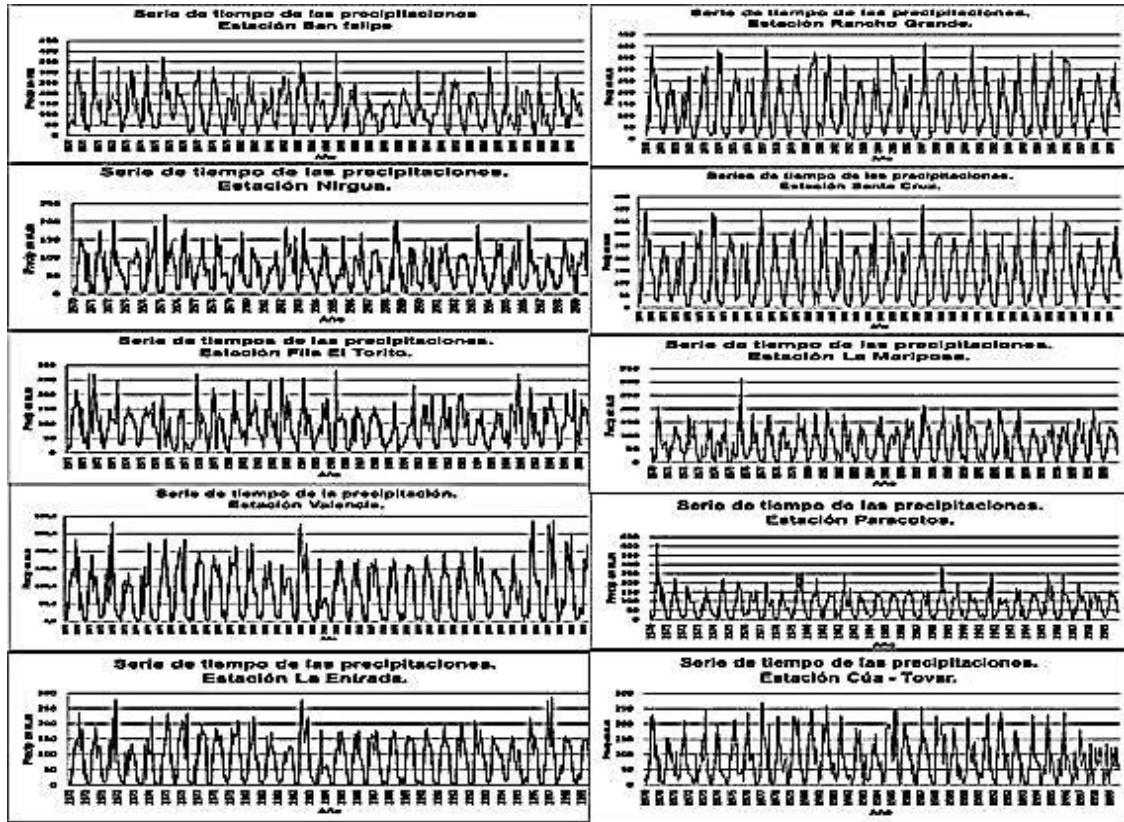


Figura 3. Comportamiento de las precipitaciones por año y por estación meteorológica.

Tabla 3. Resultados de modelos ARIMA por estación.

Estación	Modelo	IAC	Estadístico Ljung-Box
Sn Felipe	12,1,1	908,906	2,579
Nirgua	13,1,1	3.621,289	3,376
Fila El Torito	13,1,1	770,090	2,876
Valencia	15,1,1	1.034,799	3,150
La Entrada	14,1,1	1.036,623	3,014
Rancho Grande	15,0,1	809,887	1,702
Sta. Cruz	15,1,1	1019,637	2,076
Cúa-Tovar	15,1,1	962,471	2,428
La Mariposa	14,1,1	1.008,285	7,466
Paracotos	14,1,1	989,895	1,913

($P < 0,05$).

Como se puede observar en los gráficos de la figura 4, en todos los casos el test de tdiag del R muestra que los residuos son independientes, ya que en los gráficos de la función de auto correlación de los residuos se observa que todos los valores se encuentran dentro del intervalo de confianza al igual que en el test de Ljung-Box donde los valores se encuentran por encima del valor crítico.

Los resultados evidencian que los modelos ARIMAS para cada una de las serie de tiempo son válidos, por tanto

se procedió a determinar la tendencia de cada serie; para ello, se procedió a realizar el test de Mann Kendall. Dicho test se aplica sobre todo a datos no paramétricos como es el caso de las series de tiempo de las precipitaciones. Para luego comparar los resultados de dicho test, con los gráficos de tendencia obtenidos de la descomposición estacional. A continuación, se muestran en la tabla 4 los resultados del test de Mann Kendall de las series de las temperaturas máximas y mínimas de cada estación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, sólo las estaciones San Felipe y Nirgua presentan una tendencia significativa decreciente, mientras que las estaciones El Torito, La Entrada y Cúa-Tovar, presentan una tendencia no significativa decreciente. En cambio, en las estaciones Rancho Grande, Santa Cruz, La Mariposa y Paracotos la tendencia es no significativa creciente. En consecuencia, se hizo necesario aplicar la descomposición estacional para poder corroborar esos resultados. En la figura 5 se muestran los gráficos de tendencias de las series de tiempo por estación producto de la descomposición estacional.

Los resultados obtenidos de las tendencias de las precipitaciones ratifican a su vez los resultados de los tests de Mann-Kendall. Sin embargo, se debe determinar la pendiente de Sen, para poder establecer cuál es la tendencia a largo plazo de las precipitaciones. Las pendientes de Sen de las series de tiempo de todas las estaciones indican que no existe una tendencia significativa en una u otra dirección, por tanto su comportamiento sería el resultado de la variabilidad natural del clima.

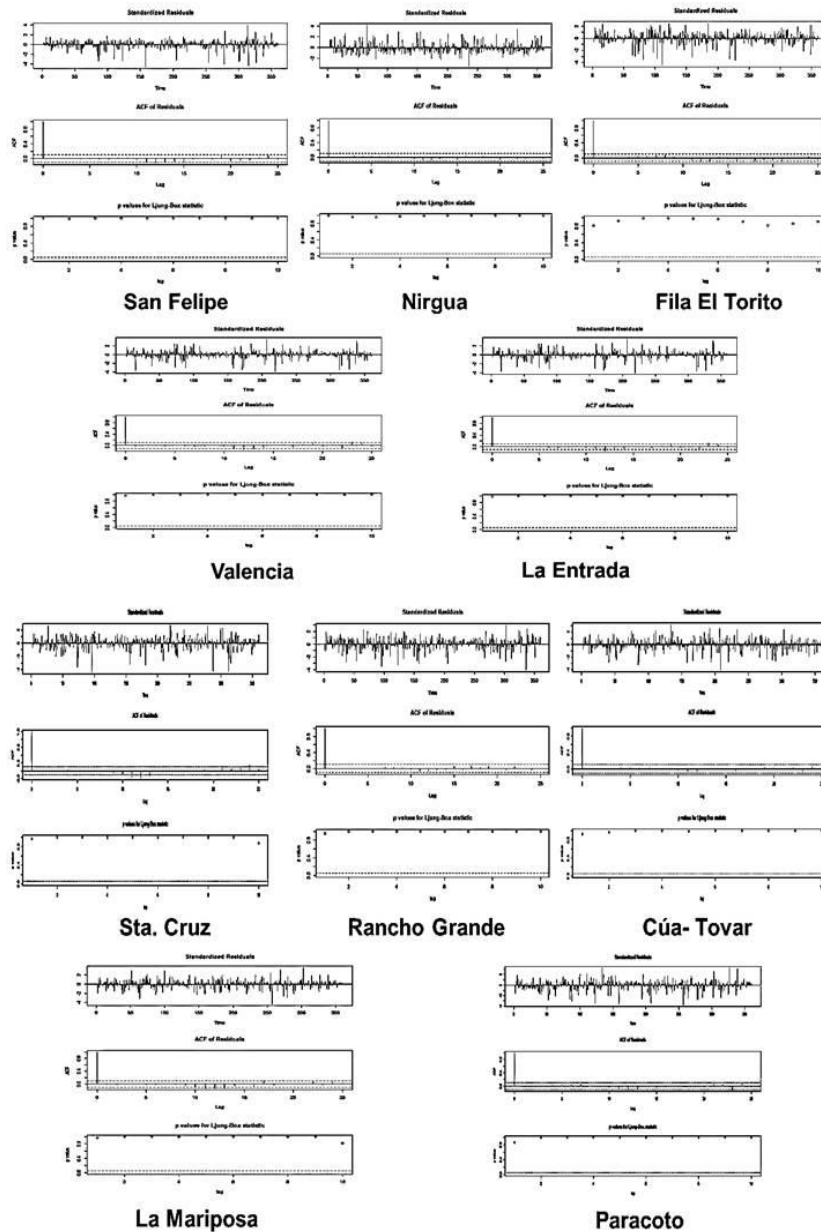


Figura 4. Resultados del diagnóstico de los modelos ARIMA de las series de tiempo por estación.

Tabla 4. Resultados del test de Mann-Kendall para la detección de tendencia de las precipitaciones por estación meteorológica ($P < 0,05$).

ESTACION	CÁLCULO DE Z	TENDENCIA
San Felipe	-2,7874	Significativo decreciente
Nirgua	-2,3115	Significativo decreciente
El Torito	-0,8838	No significativo decreciente
La Entrada	-0,3059	No significativo decreciente
Valencia	0,4759	No significativo creciente
Rancho Grande	0,2380	No significativo creciente
Santa Cruz	0,3416	No significativo creciente
Cua-Tovar	-0,0714	No significativo decreciente
La Mariposa	0,9858	No significativo creciente
Paracoto	0,0680	No significativo creciente

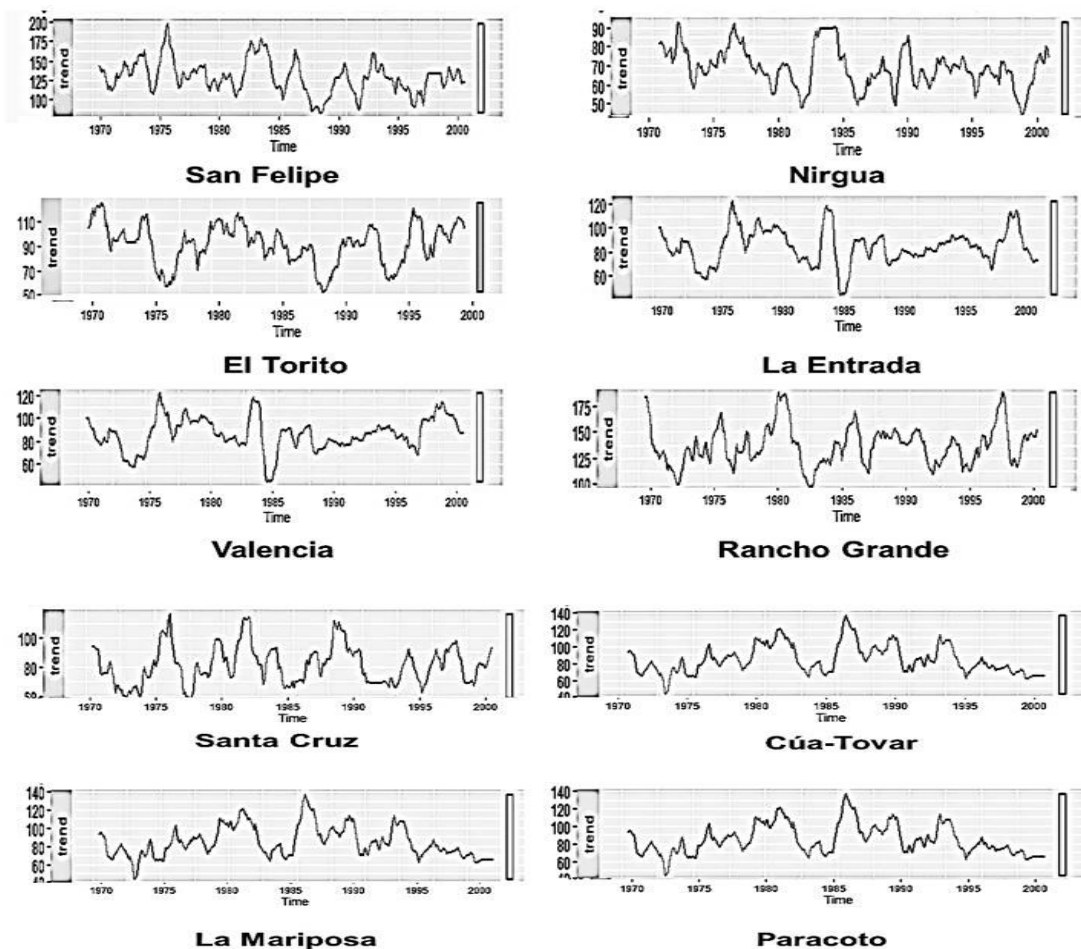


Figura 5. Tendencias de las series de tiempo de las precipitaciones por estación.

Tabla 5. Resultados de la pendiente de Sen de las precipitaciones por estación

Estaciones	SenSlope [mm/mes]	Pvalue	LinearSlope [mm/mes]
San Felipe	-0,071983	0,07530	-0,077661
Nirgua	-0,017317	0,40968	-0,027703
La Entrada	0,004698	0,79290	0,004863
Valencia	0,009546	0,61577	0,023077
Rancho Grande	0,015452	0,68452	0,021522
Santa Cruz	0,011232	0,51512	0,016352
Cúa Tovar	0,001852	0,94026	-0,006829
La Mariposa	0,034027	0,16431	0,035470
Paracoto	0,034027	0,16431	0,035470
Fila El Torito	-0,000746	0,95805	-0,010637

P<0,05

Discusión

Al analizar los resultados obtenidos con el test no paramétrico de Mann Kendall, se puede observar que solo las estaciones San Felipe y Nirgua en el estado Yaracuy, presentan una tendencia significativa decreciente, resultados que son ratificados por las tendencias, producto de la descomposición estacional. Sin embargo, al aplicar la pendiente de Sen, que es la que permite confirmar, si esa tendencia se mantiene en el tiempo y en definitiva poder determinar, si verdaderamente el cambio climático está influyendo en las series de tiempo. Los resultados obtenidos muestran que no existe una tendencia significativa en el largo plazo, en ninguna de las series de tiempo de las estaciones en estudio. Por tanto, no se evidencia una influencia del cambio climático sobre las precipitaciones de las 2 estaciones antes mencionadas.

En cuanto al resto de las estaciones tampoco presentan una tendencia a largo plazo, ni presentan valores significativos en el test de Mann Kendall, es decir que el cambio climático no ha afectado su variabilidad natural.

Al comparar esos resultados con los obtenidos por Guenni, Degryze y Alvarado (2008) también en Venezuela, esos autores encontraron que en la región norte costera de la cual también forma parte la bioregión de la cordillera de la Costa Central la presentaban una disminución de las precipitaciones, aunque hacen la salvedad que la mayoría de las estaciones estudiadas (177) y distribuidas por todo el país, no presentaban una tendencia significativa y por tanto, esos resultados son similares a los obtenidos en este estudio. Por otra parte, al contrastar los resultados con los obtenidos en otros países vecinos, en contraposición, Puertas, Carvajal y Quintero (2011) en la cuenca media-alta del río Cauca en Colombia, determinaron que por encima de los 1500 msnm y en latitud menor a 3°52'N en la cordillera de los Andes, presentan una reducción generalizada de las

precipitaciones, lo que indica que en ese caso sí está afectando el cambio climático

Mientras que en Brasil Alercar y Silva (2017) en la cuenca hidrográfica del río Moxotó, en Pernambuco, Brasil, obtuvieron como resultados que no hay una distribución homogénea de la tendencia de precipitación en dicha cuenca y que dentro de la misma, pueden existir variaciones en la tendencia pluviométrica, y que en el caso de la zona norte de esa cuenca, las precipitaciones presentaron una tendencia no significativas crecientes, tal como de manera similar, se obtuvo en las estaciones: Valencia, Rancho Grande, Santa Cruz, La Mariposa y Paracotos

El comportamiento no uniforme u homogéneo en las tendencias de las precipitaciones en la bioregión de la Cordillera de la Costa Central, están en concordancia con lo señalado por el IPCC (2013), que la variabilidad interna natural de clima, continuara teniendo una importante influencia en el corto plazo y a nivel regional

Conclusiones

Sólo dos estaciones, San Felipe y Nirgua en el estado Yaracuy, presentan de acuerdo al test de Mann Kendall una tendencia significativa creciente, aunque al aplicar la pendiente de Sen, esa tendencia no se manifiesta en el largo plazo.

Las estaciones El Torito, La Entrada y Cúa-Tovar, presentan con base al test de Mann Kendall, una tendencia no significativa decreciente, a diferencia de las estaciones Valencia, Rancho Grande, Santa Cruz, La Mariposa y Paracoto que muestran tendencia no significativa creciente. Sin embargo, al aplicar la pendiente de Sen a las series de tiempo de esas estaciones no mantienen esas tendencias en el largo plazo.

Los resultados obtenidos son consistentes con lo señalado por el IPCC (2013) que en el corto plazo, así como a nivel regional, la variabilidad interna natural de clima, continuara

teniendo una importante influencia, lo que explicaría el que la precipitaciones no se comporten de manera uniforme y existan resultados divergente en una misma región del país o con respecto a otros países vecinos.

Las series de tiempos analizadas y pertenecientes a estaciones ubicadas en la bioregión de la Cordillera de la Costa, sus comportamientos corresponden a la variabilidad natural del clima y no al cambio climático.

Referencias

- Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, (ACFIMAN). (2018). Primer Reporte Académico De Cambio Climático de Venezuela. Recuperado de: http://appportal.rect.ucv.ve/vrac_pasantias/vrac_ucv/documentos/PRACC_23_01_2018.pdf.
- Alencar, K. Silva, R. (2017). Tendencia pluviométrica y concentración estacional de precipitación en la cuenca hidrográfica del río Moxotó, Pernambuco, Brasil. Universidad Nacional, San José, Costa Rica. Revista Geográfica de América Central, vol. 1, núm. 58, pp. 295-313, 2017 Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4517/451750038021/html/>.
- Alvarado, A (2015). Bioregiones de Venezuela. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/regionesdevenezuela/home>.
- Asociación Venezolana para el Agua. (2011). Situación de los Recursos Hídricos en Venezuela. Caracas. 53p.
- FAO. (2012). Adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones y de los sectores agrícola, ganadero, pesquero y forestal, (3), 1-8. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3003s.pdf>
- Guenni, L. Degryze, E. Alvarado, K. (2008). Análisis de la tendencia y la estacionalidad de la precipitación mensual en Venezuela, Revista Colombiana de Estadística. vol.31 no.1 Bogotá Ene./Junio 2008. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-17512008000100003.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). (2019). Comunicación personal vía correo electrónico, con archivos adjuntos, 19 de septiembre de 2019.
- Instituto Nacional de Parques. (INPARQUES). (1 de agosto de 2022). Parques y Monumentos Nacionales. Recuperado de: <http://www.inparques.gob.ve/cms/>
- IPCC. (2013). Cambio climático 2013. La base de la ciencia física. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- IPCC. (2021). Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf.
- M.A.R.N.R. (2001). Estrategia nacional sobre Diversidad Biológica y su plan de Acción. Caracas, Venezuela. 135 p.
- MINEA, PNUD, GEF, Fundación IFLA. (2017). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. www.inameh.gob.ve/web/PDF/Segunda-Comunicacion-sobre-Cambio-Climatico-I.pdf.
- NASA (2021) Los efectos del cambio climático. Global Climate Change. Recupera-do de: <https://climate.nasa.gov/efectos/>.
- PNUMA (2010) Cambio climático. Proyecto ciudadanía ambiental global. <https://parlatino.org/pdf/temas-especiales/pnuma/cambio-climatico.pdf>
- Puertas, O. Carvajal, Y. Quintero, A. (2011). Estudio de tendencias de la precipitación mensual en la cuenca alta-media del río Cauca, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Revista de la Facultad de Minas, vol. 78, núm. 169, 2011, pp. 112-120. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622390013>.

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (CC BY-NC-SA 4.0)

