

ANÁLISIS DE LA AGRESIVIDAD CLIMÁTICA Y CONCENTRACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LA REGIÓN SUR-ESTE (GUAYANA Y DELTA) DE VENEZUELA

María F. Rodríguez¹, Adriana Cortez¹, Juan C. Rey¹, Deyanira Lobo², Raquel M. Parra², Walter González¹, Francisco Ovalles¹ y Donald Gabriels³.

¹ Investigadores del INIA-CENIAP, Recursos Agroecológicos, Apartado postal 4846, Maracay 2101, Estado Aragua, Venezuela. TELEFAX: 00-58-0243-2402701. Web: www.inia.gob.ve, www.ceniap.gob.ve, E-mail: mfrodriguez@inia.gob.ve

² Universidad Central de Venezuela. Email: lobod@agr.ucv.ve

³ Universidad de Gante. Bélgica. Email: donald.gabriels@ugent.be

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la distribución y la agresividad de la precipitación en la región Sureste de Venezuela, se realizó un análisis de la información de la precipitación mensual de 41 estaciones meteorológicas, se le calculó el Índice de Concentración de la Precipitación (ICP) y el Índice de Fournier Modificado (IFM). Los valores de los índices fueron sometidos a un análisis univariado y geoestadístico ajustando los semivariogramas a modelos teóricos. Para el mapeo de la distribución espacial se realizó una interpolación mediante el método de kriging puntual, que fue editado en ArcView. Los resultados evidenciaron que la región presenta una precipitación con muy alta agresividad, debido a que los valores de IFM fueron calificados como muy altos. La distribución de la precipitación resultó moderadamente estacional en 91% del territorio. La zona noroeste del estado Amazonas y Centro norte del estado Bolívar, la precipitación presentó una distribución estacional.

Palabras clave: Índice de Fournier Modificado, kriging, estacionalidad.

INTRODUCCION

En la región Sur-este (Guayana y Delta) el clima se caracteriza por presentar precipitaciones que van desde 1200 mm en la zona deltaica hasta 3500 mm en la zona de Guayana y con temperaturas medias anuales mayores a 24, no presenta una estación seca muy bien definida a excepción en años muy secos (Andressen, 2007).

La región de Guayana representa aproximadamente el 45% del territorio nacional. Se ubica al sur, haciendo límites con las Repúblicas de Brasil, Colombia y zona en reclamación con Guayana. El relieve de esta zona es variado y comprende desde las llanuras suavemente inclinadas en las márgenes del Orinoco, hasta las altiplanicies, las cuales presentan alturas de hasta 2.800 msnm (MARN, 2004). Los suelos de esta zona según su fisiografía en general son de referencia profunda, de texturas medias a finas donde el contenido de arcilla se incrementa con la profundidad, poco fértiles y bien estructurados; con materia orgánica de media a alta, bien drenados y estructurados a excepción de los suelos de la cuenca de Roraima que son poco desarrollados y poco profundos, texturas livianas, bajo contenido de materia orgánica y débil estructuración.

En la región Deltaica la precipitación anual se incrementa de norte a sur y desciende desde el borde marino hacia tierra adentro, con valores que son del orden de los 1200 mm y los más altos superan los 2400 mm; la temperatura es cálida durante todo el año con un promedio de 28°C, debido a la alta precipitación y a la baja altura de las tierras. La mayor parte de los suelos presentan periodos extensos saturados de agua, lo que genera condiciones poco propicias para el crecimiento normal de cultivos no adaptados a dichas condiciones. El objetivo de este trabajo se centra en analizar la distribución de la precipitación media anual, la agresividad climática y la concentración de la precipitación en la Región Sur-Este (Guayana y Delta) de Venezuela mediante el Índice de Fournier Modificado (IFM) y el Índice de Concentración de la Precipitación (ICP).

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo de este trabajo se dispuso de la información de precipitación mensual para el periodo 1970-2000 de las estaciones meteorológicas de las instituciones que manejan este tipo de información en el país (Lobo *et al.*, 2010), ubicadas en la región Sur-Este (Guayana y Delta), que comprende los estados Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro, así como estados aledaños a la región quedando conformada por un grupo de 41 estaciones. (Figura 1). Se realizó un control de calidad a los datos de precipitación para definir la proporción de información faltantes, identificar valores fuera de lo normal y observar el entendimiento básico de la distribución de las series, utilizando los programas JMP v.6, INFOSTAT v.1.1 (Infostat, 2002) y VESPER, v.1.6 (Minasny *et al.*, 2002). Para el control de calidad de la ubicación de las estaciones meteorológicas se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) Arcview v3.2 (ESRI, 1996). Para precisar y validar la ubicación de las estaciones a utilizar.

Siguiendo la secuencia metodológica utilizada por Lobo *et al.*, (2010) para la determinación del Índice de Fournier Modificado (IFM) y el Índice de Concentración de la Precipitación (ICP), se determinó el índice de concentración de lluvia y el índice de agresividad climática a través del análisis del comportamiento temporal de la precipitación y el índice de Fournier Modificado (IFM), respectivamente. Ambas se calcularon usando los valores promedios de lluvias para el período considerado.

Para IFM se utilizó la ecuación generada por **Arnoldus (1980)**,

$$IFM = \sum_{i=1}^{12} p^2 / P$$

Donde: p es la cantidad de lluvia mensual y P es la cantidad de lluvia anual

Para la concentración de la lluvia la propuesta por **Oliver (1980)**

$$PCI = 100 \frac{\sum p_i^2}{P^2}$$

donde: p_i es la lluvia mensual y P es la lluvia anual

Para el análisis estadístico y generación de los mapas de distribución del índice de concentración de precipitación y agresividad climática en el Sistema de Información

Geográfica (SIG), se realizó el Análisis Univariado donde se aplicó la metodología propuesta por Tukey (1977); el Análisis que geoestadístico se estableció por medio de la geoestadística (Burrough, 1993; Webster y Oliver, 1990), para el mapeo de distribución espacial se realizó una interpolación mediante la técnica el método de kriging puntual (Webster y Oliver, 1990). Finalmente se generaron y editaron en Arcview GIS v3.2 (ESRI 1996) los mapas de clasificación de PAnual, ICP e IFM lo que permitió examinar la variación espacial de de dichas variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la distribución espacial de la precipitación promedio anual (PAnual), en la Figura 2 se observa el gradiente de precipitación caracterizado en la zona centro sur de la región fundamentalmente los estados Amazonas y gran parte del estado Bolívar por una precipitación media anual superior a los 2340 mm y la zona noreste de la región (Norte de Bolívar y delta) con una precipitación media anual de 1026 mm, donde no se presenta una estación seca muy bien definida, ya que los meses menos lluviosos tienen valores superiores a los 50 mm, lo que implica que la zona bajo estudio en gran parte tiene un clima constantemente húmedo, donde los meses mas lluviosos son mayo, junio, julio y agosto presentando valores por encima de los 300 mm y en algunas partes superiores a los 600 mm. Cabe destacar que en la zona centro sur del estado Bolívar y sur oeste del estado Amazona se observa un núcleo de altas precipitaciones con valores hasta de 4092 mm y 3216 mm, respectivamente.

En el cuadro 1 se muestran los resultados del análisis univariado para la PAnual, IFM e ICP para la región Sur-Este de Venezuela (Guayana y Delta), donde la PAnual presenta una media superior a 2000 mm, reflejando esta una moderada variabilidad espacial de la zona ($CV > 35\%$). En promedio se aprecia que el ICP es moderadamente estacional y aun cuando su coeficiente de variación es bajo $CV < 35\%$, el rango de esta variable refleja que va desde moderadamente estacional a estacional. En lo que respecta al IFM el promedio indico una alta agresividad de la precipitación en la zona y un coeficiente de variación bajo $CV < 35\%$, lo que indica que este comportamiento de agresividad es uniforme en toda la zona. Los valores de asimetría y Kurtosis para las tres variables analizadas fueron cercanos a cero (0), lo que demuestra una distribución de los datos cercana a la normal.

Cuadro 1. Parámetros estadísticos de las variables climáticas estudiadas

	Variables		
	Precipitación promedio Anual	Índice de Concentración de Precipitación (ICP)	Índice de Fournier Modificado (IFM)
n	41	41	41
Media	2.101,07	13,1	267,46
Desviación estándar	821,47	2,17	91,85
Var (n-1)	674815,44	4,72	8437,11
Coefficiente de variación	39,01	16,59	34,34
Valor Mínimo	1001,36	9,55	138,02
Valor Máximo	4072,51	18,62	515,44
Mediana	1817,01	12,58	268,07
Q1	1454,09	11,65	179,81
Q3	2596,53	14,27	326,01
Asimetría	0,61	0,62	0,45
Kurtosis	-0,75	0,02	-0,3

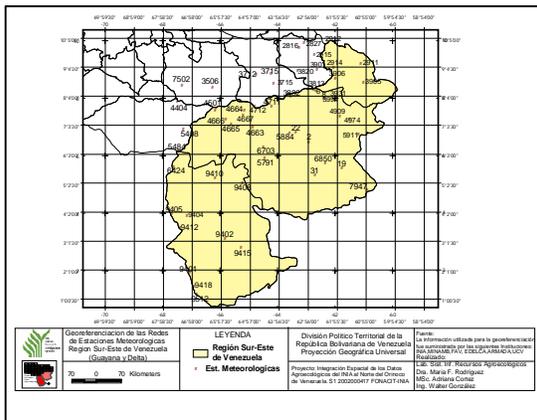
n: Número de estaciones; Var: Varianza; Q1: 1er Cuartil; Q3: 3er Cuartil.

Índice de Concentración de las precipitaciones

En la figura 3 se observa el ICP clasificado, donde el 91% del área corresponde a moderadamente estacional (429.301,30 Km²) indicado que en gran parte de la zona de estudio la lluvia se distribuye mejor a lo largo del año; sólo en un 9% presenta un índice clasificado como estacional (40.522 Km²), lo que significa que en una pequeña parte de la zona de estudio hay una mayor concentración de la lluvia en poco tiempo, ubicado hacia la zona noroeste del estado Amazonas y Centro norte del estado Bolívar.

Índice de Agresividad climática

Los altos valores de estimaciones de IFM, resultaron en una sola clase según Arnoldus (1980), quedando ésta definida como muy alta (Figura 4), lo que significa que en toda la región se presentan lluvias elevadas durante todo el año, coincidiendo esto estrechamente con lo expresando sobre el comportamiento de la distribución de la precipitación. Lo que hace de la zona bajo estudio altamente vulnerable a la erosión de los suelos allí presentes.



CONCLUSIONES

La zona bajo estudio presenta una concentración de las lluvias moderadamente estacional a estacional y una agresividad climática muy alta por lo que en gran parte la zona presenta lluvias elevadas con una distribución uniforme a lo largo del año; esto unido a la variabilidad de los suelos, la zona presenta altas limitaciones para el crecimiento normal de cultivos no adaptados a dichas condiciones; requiriendo por lo tanto manejos agrícolas conservacionistas acordes con la alta vulnerabilidad de la zona.

LITERATURA CITADA

- Andressen R. 2007. Circulación atmosférica y tipos de clima. En: Geo Venezuela 2. Fundación Empresas Polar. Editorial Exlibris. Caracas. p 238 – 328.
- Arnoldus, H. 1980. An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. In: De Boodt, M. and Gabriels, D. (Eds) Assessment of Erosion. John Wiley and Sons, Chichester, 127-132.
- Burrough, P. 1993. Soil variability: a late 20th century view. Soil and Fertilizers 56(5):529-562.
- ESRI (Environmental System Research Institute). 1996. The Geographic Information System for Everyone ArcView GIS 3.2.. Versión 3.2. New York. Product ID: 825921104087
- Fournier, F. 1960. Climat et erosion. Ed. Presses. Universitaires de France. París.
- INFOSTAT. 2002. Infostat versión 1.1. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Lobo, D., A. Cortez., M.F. Rodriguez., F. Ovalles., J.C. Rey., D. Gabriels y R. Parra. 2010. Análisis de la agresividad climática y concentración de la precipitación en la región de los llanos de Venezuela. Bioagro Volumen 22 Número 3.
- Minasny, B., A.B. McBratney y B.M. Whelan. 2002. VESPER versión 1.6. Australian Centre for Precision Agriculture. McMilan Building A05, University of Sidney, NSW 2006. <http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa>
- Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales. 2004. Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía de la República Bolivariana de Venezuela. Dirección General de Cuencas Hidrográficas. Fondo Editorial Fundambiente. 112p.
- Oliver, J.E. 1980. Monthly precipitation distribution: a comparative index. Professional Geographer 32:300 – 309
- Tukey, J. W. 1977. Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Webster, R. y M. A. Oliver. 1990. Statistical methods in soil and land resource survey. Oxford University Press. New York. 307p.