

# CARACTERIZACION ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ESTADO GUÁRICO, VENEZUELA.

Adriana Cortez<sup>1</sup>, María F. Rodríguez<sup>1</sup>, Juan C. Rey<sup>1</sup>, Francisco Ovalles<sup>1</sup>, Walter Gonzales<sup>1</sup>  
y Raquel M. Parra<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>INIA-CENIAP, Recursos Agroecológicos, Apartado postal 4846, Maracay 2101, Estado Aragua, Venezuela. E-mail: *acortez@inia.gob.ve*, *mfrodriguez@inia.gob.ve*, *jcrey@inia.gob.ve*, *fovalles@inia.gob.ve* y *wgonzales@inia.gob.ve*.

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela. Email: *mparra@gmail.com*

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue caracterizar espacio-temporalmente la precipitación a partir de datos promedio mensuales y anuales del periodo 1971 al 2000 de las estaciones meteorológicas del estado Guárico y sus alrededores. A las series de registro se les realizó un análisis exploratorio de datos (AED) utilizando el programa estadístico JMP versión 6. Se efectuaron análisis de correlación de la precipitación con longitud, latitud y altura. Para el análisis espacial se utilizó la geoestadística y la interpolación con el método de Kriging Ordinario (KO), finalmente se generaron en Arcview GIS v3.2, mapas especializados de la precipitación. El estudio espacio temporal de la precipitación permitió caracterizar en el periodo 1970-2000 su variabilidad y distribución, donde el comportamiento típico es la marcada estacionalidad y la tendencia en general es de presentar un patrón de distribución espacial que muestra una gradación que va de menor a mayor en sentido noreste - sureste.

**Palabras claves:** Precipitación, Guárico, geoestadística.

## INTRODUCCION

El conocimiento de la distribución espacial de las lluvias es fundamental para comprender los regímenes de precipitación y poder clasificar áreas de acuerdo a la similitud entre puestos pluviométricos vecinos; lo cual puede constituir una primera aproximación para dividir el espacio geográfico en áreas con patrones agroecológicos similares. Con tales fines, el período de registro según la OMM (1990) debe ser mayor de 30 años, pero como en nuestras condiciones prácticas es difícil conseguir este requerimiento se puede trabajar con 15 años mínimo y obtenerse resultados aceptables. Según Beckett y Webster, 1971, los fenómenos o cuerpos naturales (clima, relieve, suelos, agua, etc.) exhiben un cambio continuo en el espacio y tiempo. Esta variación depende de la clase de procesos de formación que afecten al fenómeno y su balance en el tiempo y el espacio. Burrough (1993) señala que conocer y entender la variabilidad de los fenómenos naturales es necesario para mejorar el control sobre el ambiente físico del mundo. Si la variabilidad en un fenómeno natural es grande, el grado de control sobre muchas actividades podría ser bajo. El objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización espacio temporal de la precipitación del estado Guárico a partir de datos promedio mensuales y anuales del periodo 1971 al 2000 de las

estaciones meteorológicas de los siguientes organismos INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), MINAMB (Ministerio del Ambiente), FAV (Aviación) y UCV (Universidad Central de Venezuela).

## MATERIALES Y METODOS

Para caracterizar la variabilidad espacial y temporal de la precipitación en el estado Guárico, se emplearon valores promedios mensuales a partir de datos diarios y datos de promedios anuales de precipitación calculada a partir de promedios mensuales, registrados por las estaciones de Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), la Fuerza Aérea Bolivariana de Venezuela (FABoV), el Ministerio del poder popular para el Ambiente (MPPA) y la Universidad Central de Venezuela (UCV), para el periodo 1971 al 2000, en 75 estaciones meteorológicas y pluviométricas, localizadas en el estado Guárico y sus alrededores como se muestra en la figura 1.

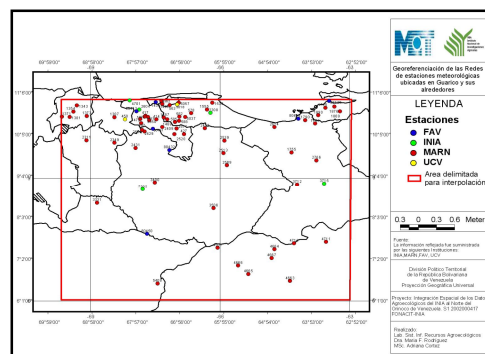
A los datos que comprenden dichas estaciones se le realizó un control de calidad para establecer la proporción de datos faltantes, identificar valores fuera de lo normal y observar el entendimiento básico de la distribución de las series, lo que permitió una selección de las 75 estaciones con una adecuada longitud de registros y valores dentro de rangos aceptables para garantizar resultados confiables.

Dada la importancia de tener una buena información espacializada, un aspecto importante es también contar con el control de calidad de la ubicación de las estaciones meteorológicas según Jones (1987), para ello se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) Arcview v3.2 (ESRI, 1996) al cual se le ingresó la información de longitud, latitud correspondiente a cada una de ellas y su información atributiva que aportan datos del organismo responsable, nombre de la estación, estado, código de la estación, tipo de estación, coordenadas geográficas y altitud. Una vez visualizada la ventana con los puntos y con la ayuda de la capa planimétrica del Sistema de Información de las Áreas Agroecológicas del INIA (SIAA) Rodríguez et al 2011; se procedió a validar la ubicación de las estaciones comprobando la latitud y longitud de cada una. (Figura 1)

Los datos de precipitación promedio mensual y anual fueron sometidos a un análisis exploratorio de datos (AED) para el cual se utilizó el programa estadístico JMP versión 6.; se obtuvieron los estadísticos básicos (media, varianza, desviación estandar, coeficiente de variación, curtosis, asimetría, valores máximos y mínimos y cuartiles) y la presencia de valores atípicos. Además se realizó un análisis de correlación de la precipitación con longitud, latitud y altura.

El análisis espacial se realizó utilizando la geoestadística donde se construyeron los semivariogramas experimentales los cuales fueron ajustados a modelos esféricos sirviendo de base para la interpolación y generación de isolíneas sobre todo el estado Guárico y sus zonas aledañas, el método utilizado para la interpolación fue Kriging Ordinario (KO) en bloques de 5000m de lado, que utiliza el criterio de minimización de la estimación de la varianza. Este método asume, que la distancia o la dirección entre puntos de la muestra, refleja una correlación espacial que puede ser usada para explicar la variación en la superficie, así como el mapa de las varianzas de la interpolación realizada. Finalmente se

generaron y editaron en Arcview GIS v3.2 (ESRI 1996) los mapas de la especialización de la precipitación lo que permitió examinar la variación espacial de la misma.



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del AED se presentan en el cuadro 1. Al analizar los valores de asimetría y curtosis se evidencia que la precipitación total anual tiene una distribución ligeramente asimétrica positiva debido a la presencia de valores extremos superiores a la media y un coeficiente de apuntalamiento o curtosis que indican una distribución mas elevada que la normal. Los montos de precipitación total anual se encuentran entre 525 y 2800mm, con un coeficiente de variación que refleja una baja variabilidad (CV=29,5%). En cuanto a la estacionalidad se presenta un periodo lluvioso bien definido en cual va desde mayo a octubre y un periodo seco de noviembre hasta abril, donde el patrón de precipitación para el estado presenta un solo máximo y define al mes de agosto como el mes mas lluvioso con 240,9mm y un mínimo para el mes de febrero con un P75% de 11,6mm.




**Cuadro 1.** Parámetros estadísticos de la Precipitación promedio anual, mensual (Febrero y Agosto) del estado Guárico y sus alrededores periodo 1970-2000

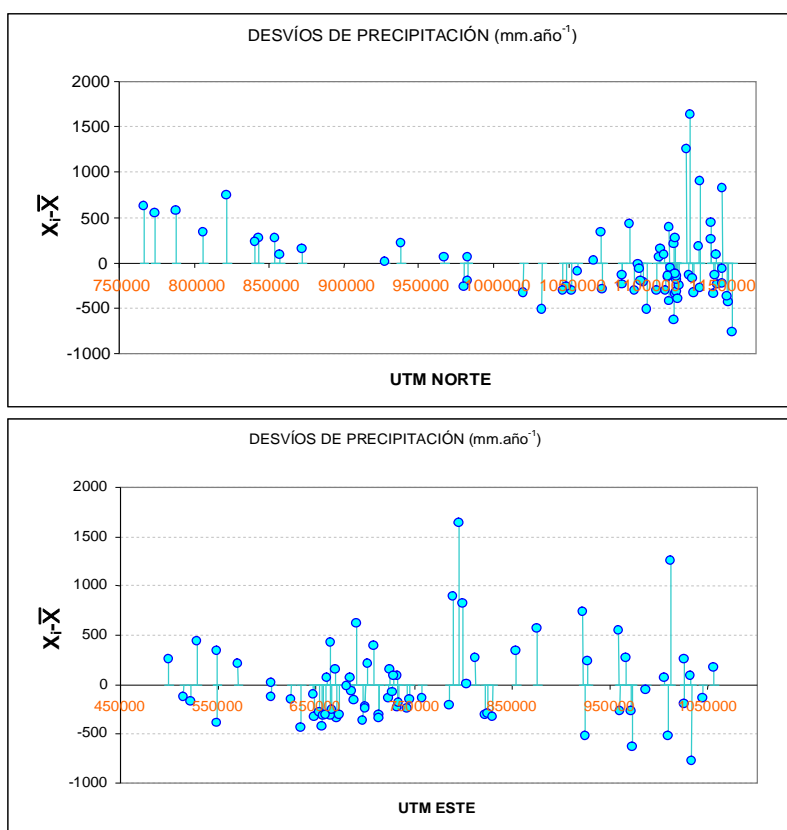
	Promedio anual	Mes mas Seco (Febrero)	Mes mas húmedo (Agosto)
Media	1355.2	11.6	240.9
Dev. Estd.	405.7	10.9	79.2
N	76.0	73.0	77.0
Asimetria	1.0	1.3	0.8
Kurtosis	1.5	1.0	0.5
CV	29.9	94.0	32.9
P100 (maximo)	2809.2	42.7	462.3
P90.0	1886.0	29.7	359.0
P75 (3er Cuartil)	1584.6	15.8	279.4
P50 mediana	1228.6	8.5	224.9
P25 (1er Cuartil)	1065.0	3.6	189.8
P10	954.1	1.1	150.6
P0 (minimo)	525.0	0.4	91.0

n=Número de observaciones; D.E.= Desviación estándar; CV=Coficiente de variación; Máx.= Valor máximo; Mín.= Valor mínimo; P75 ó Q3 = 3er Cuartil; P25 ó Q1= 1er Cuartil.

En el cuadro 2 y figura 2, se observa el grado de relación que existe entre las variables precipitación con la UTM Norte, UTM Este y altura; la asociación lineal es altamente significativa entre precipitación y UTM N ( $r = -0,3114$ ). Las relaciones entre precipitación y la UTM E y precipitación y la altura resultaron no significativas.

**Cuadro 2.** Análisis de correlación lineal simple de la precipitación del estado Guárico y sus alrededores periodo 1970 - 2000.

VARIABLE	POR	CORRELACIÓN	N° OBS.	PROB. SIG.	GRÁFICO DE CORR.
PRECIPITACIÓN	UTM N	-0,3114	75	0,0065**	
PRECIPITACIÓN	UTM E	0,0928	75	0,4285	
PRECIPITACIÓN	ALTURA	-0,2025	75	0,0815	

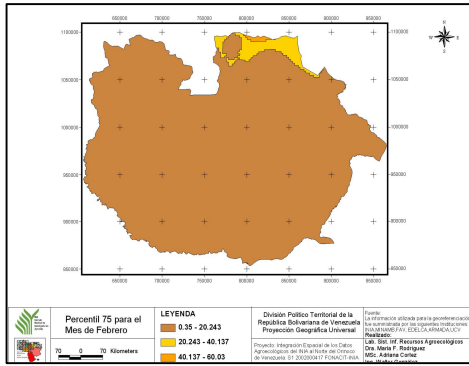


$X_i$ : Promedio anual de Precipitación (1970-2000) de las Estaciones georeferenciadas,  
 $\bar{X}$ : Promedio anual general de Precipitación (1970-2000).  
 Valores por encima y por debajo de la línea 0 indican láminas de Precipitación Promedio Anual para la región en estudio (Edo. Guárico v sus alrededores).

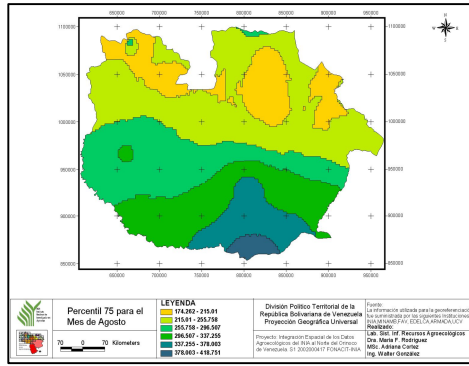
En las figura 3 a la 8 se observan la distribución de las precipitaciones mensuales y anual a partir de la interpolación espacial de los datos con el método de Kriging. La precipitación en febrero (mes más seco) es inferior a 20mm en un 80% de la superficie del estado y en el resto del estado ubicado en la región noreste la precipitación alcanza valores entre 40 y 60 mm. (Figura 3).

En la figura 4, se observa el patrón de distribución espacial del mes más lluvioso (Agosto) con valores que varían entre 175 a 419 mm, encontrándose hacía el sur del estado precipitaciones alrededor de los 400mm. En la zona centro-norte se presenta valores hasta de 250 mm ocupando un (60%) del área evaluada y el resto presento valores entre 200 y 378mm.

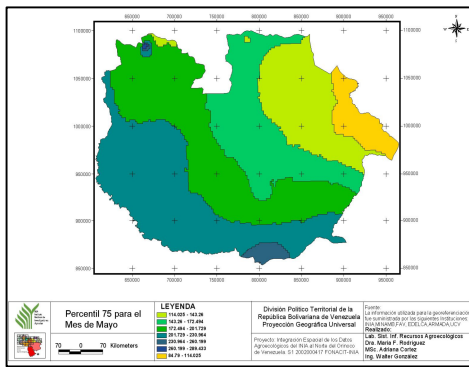
En la figura 5, 6, y 7 se observa que la zona presenta un intervalo entre 200 y 378 mm de precipitación correspondiente a los mese mayo, junio y julio; donde se podría deducir que cultivos cerealeros como el arroz podrían ver suplidas sus requerimiento de agua durante su periodo de crecimiento; de igual manera para el cultivo de maíz donde la región sureste, noroeste, centro y noreste del estado. En la figura 8, se puede observar la distribución espacial de la precipitación total anual donde para el 75% de los años evaluados resulto que más del 80% del estado presenta precipitaciones entre 1163 mm hasta 2155mm.



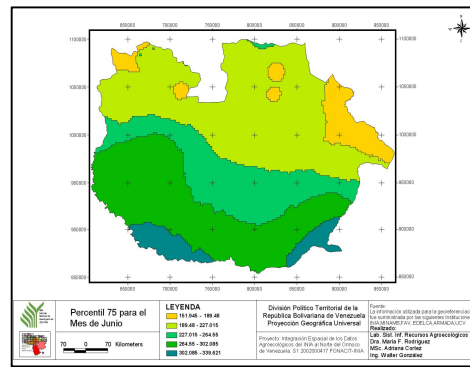
**Figura 3.** Mapa de distribución de la precipitación (P75%) para el mes más seco (Febrero) en el estado Guárico, Venezuela



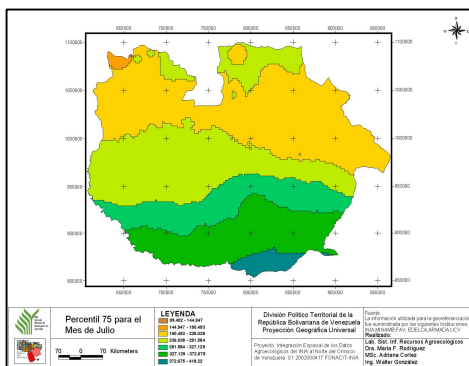
**Figura 4.** Mapa de distribución de la precipitación (P75%) para el mes más húmedo (Agosto) en el estado Guárico, Venezuela



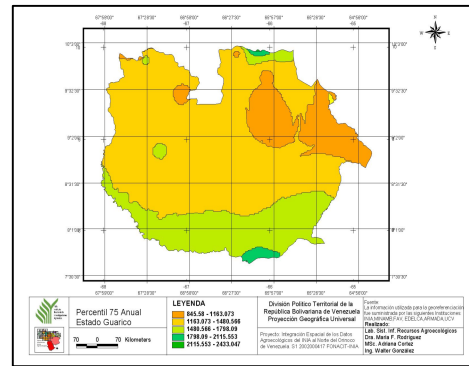
**Figura 5.** Mapa de distribución de la precipitación (P75%) para el mes de Mayo en el estado Guárico, Venezuela



**Figura 6.** Mapa de distribución de la precipitación (P75%) para el mes Junio en el estado Guárico, Venezuela



**Figura 7.** Mapa de distribución de la precipitación (P75%) para el mes Julio en el estado Guárico, Venezuela



**Figura 8.** Mapa de distribución (P75%) total anual en el estado Guárico, Venezuela

## CONCLUSIONES

El estudio espacio temporal de las precipitaciones a partir de datos pluviométricos en el estado Guárico permitió caracterizar en el periodo 1970-2000 la variabilidad de las lluvias y la distribución de las mismas, donde el comportamiento típico es la marcada estacionalidad (un periodo lluvioso y un periodo seco bien definido) y donde la tendencia en general del estado es de presentar un patrón de distribución espacial que muestra una gradación que va de menor a mayor en sentido noreste a sureste.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARC VIEW GIS. 1996. The Geographic Information System for Everyone. Versión 3.2. by ESRI. Product ID: 825921104087.

BECKETT, P. y R. WEBSTER. 1971. Soil variability: a review. *Soil and Fertilizers*. 34(1):1-15.

BURROUGH, P. 1993. Soil variability: a late 20th century view. *Soil and Fertilizers*. 56(5):529-562.

JONES, P. 1987. Current Availability and Deficiencies in Data Relevant to Agro-ecological studies in the Geographic Area Covered by the IARCs. En: *Agricultural Environments. Proceedings of the Rome Workshop on Agro-ecological classification and mapping*. Bunting, A.H. (Ed.) 14-18 de abril, 1986. CAB, International . Wallingford, UK. p. 69-111.

OMM. (1990). Guía de prácticas climatológicas. OMM-Nº100. 63 p.

RODRIGUEZ, M. F; CORTEZ, A. REY, J.C. 2011. Informe final proyecto Fonacit S1. 2002000417. Integración espacial de los datos agroecológicos del INIA al Norte del Orinoco de Venezuela. 376p.