

Demarcaciones climáticas del municipio Torres en el estado Lara, Venezuela

Climatic demarcations of the Torres municipality in the Lara state, Venezuela

Onelia del Carmen Andrade-Benítez¹

¹Investigadora. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA Yaracuy). San Felipe 3201. Estado Yaracuy. Venezuela
Correos electrónicos: o-andrade@inia.gob.ve, oneliaandrade@yahoo.es

RESUMEN

El uso combinado de sistemas de información geográfica (SIG), modelos digitales de elevación (DEM), imágenes satelitales, mapas analógicos o digitales, datos meteorológicos y visitas a campo, es exitoso en la generación de información y mapeo de elementos que definen el clima. Esta información es necesaria para llevar a cabo una evaluación de tierras o cuando se quiere desarrollar agrícolamente una zona, sobre todo si es bajo condiciones de secano. El objetivo de este trabajo fue obtener mapas digitales de elementos climáticos que permitan definir las demarcaciones climáticas que existen en el municipio Torres del estado Lara. Datos climáticos de estaciones meteorológicas, ecuaciones matemáticas y técnicas de interpolación fueron usadas para mapear los elementos del clima. Los resultados indican que existen cuatro demarcaciones climáticas bien definidas en el municipio: semiárida, subhúmeda seca, subhúmeda húmeda y húmeda, que deben ser consideradas al momento de estructurar planes de desarrollo agrícola para la zona.

Palabras clave: mapa, SIG, DEM, demarcaciones climáticas.

ABSTRACT

The combined use of geographic information systems (GIS), digital models of elevation (DEM), satellite images, analog and/or digital maps, weather data and field visits is successful in generating information and mapping of elements that define climate. This information is necessary to carry out an assessment of land or when agricultural development is required, especially if it is under rainfed conditions. The objective of this study was to obtain digital maps of climatic elements that allow to define climatic boundaries that exist in the Torres municipality, Lara state. Data from weather stations, technical and mathematical interpolation equations were used to map the elements of the climate. The results indicate that there are four well defined climatic demarcations in the municipality: semi-arid, sub-humid dry, sub-humid humid and humid, which should be considered when develops agricultural area.

Key words: map, GIS, DEM, climatic demarcations.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Tocuyo es el ecosistema hidrográfico más importante de la Región Centroccidental de Venezuela (RCV). A causa del deterioro de sus recursos y al uso no adecuado de la tierra, instituciones públicas y privadas relacionadas con el sector agrícola y con la protección del ambiente, unieron esfuerzos para coleccionar, generar, analizar e interpretar información de aquellos recursos que permitan identificar y evaluar el uso de la tierra y su deterioro. Estos aspectos son importantes especialmente para la agricultura de secano, la cual evalúa la tierra como recurso y su aptitud para un uso específico (FAO, 1983).

La cuenca del municipio Torres del estado Lara es la de mayor superficie e importancia agrícola en el estado, razón por la cual esta experiencia se ejecutó allí, así que los resultados obtenidos servirían de modelo para generar la información en otros municipios.

Dentro de una evaluación de tierras, los parámetros ambientales más importantes son los que definen el clima de la región que se va a evaluar (FAO, 1976). El clima es el estado medio de la atmósfera de un lugar determinado basado en los datos correspondientes a un intervalo de varias décadas (Cazabone y Sivoli, 1997). Es una variable múltiple, cuya dinámica obedece a una serie de factores causales generales y a controles locales que contribuyen a condicionar sus efectos, determinado por elementos termodinámicos (viento, presión atmosférica, temperatura) y acuosos como precipitación, humedad; condicionado por factores cósmicos (radiación solar) y geográficos (latitud, altitud, relieve, continentalidad, corrientes marinas).

En la zona tropical, la temperatura y el fotoperíodo varían a lo largo del año dentro de un rango muy restringido, oscilaciones de temperatura y brillo solar rara vez mayores a 5 °C y a 1 h, respectivamente, en cambio la humedad efectiva, es decir, aquella proveniente de precipitaciones, varía profundamente de estación a estación, así como entre áreas, por lo tanto se trata del principal factor a considerar (Monkhouse, 1978).

La RCV por razones de localización astronómica y continental, su posición con respecto al océano y a la circulación de los vientos alisios y la propia fisiografía, muestra un universo climático bastante heterogéneo (Ferrer, 2003). En esta región las precipitaciones obedecen tanto a patrones estacionales como a circunstancias eventuales y que están condicionadas por la posición del sol, la circulación de masas de aire cargadas de humedad y factores que generan la presencia o no de tales masas de aire.

La posición del sol y la situación del continente dan lugar a dos tipos climáticos bien definidos: Marítimo y Continental Estacional, caracterizados por circunstancias topográficas y por el relieve local, los rasgos climáticos en las depresiones son de carácter transicional, con características propias que difieren, tanto del tipo Marítimo como del Continental Estacional, denominándose Interiores de Influencia Marítima, Continentales Mixtos e Interiores Alisios.

La delimitación y ponderación de las diferentes demarcaciones distinguibles en la región, obedece a grandes controles zonales (temperaturas >18 °C, isotérmica e isofónica), a las fluctuaciones de las variables climáticas cumplidas en ciclos recurrentes anuales que distinguen a un lugar de otro (patrones estacionales de lluvia y de sequía, monomodales o bimodales), y finalmente, a la caracterización climática que atiende al balance entre la humedad aportada por precipitación y la pérdida sufrida por evapotranspiración (provincias de humedad).

El uso de sistemas de información geográfica (SIG), imágenes de satélite y modelos digitales de elevación (DEM), juegan un rol importante en el análisis exhaustivo de elementos climáticos (Chuvieco, 1996), pues facilitan el almacenaje y análisis de un amplio rango de datos (FAO, 1996; Unda, 2001; Davidson, 2002) y la integración de éstos con otros datos (ambientales o no) a diferentes escalas y nivel de detalle (Basher, 1997).

El objetivo planteado en este trabajo fue obtener mapas de parámetros climáticos que permitan definir las demarcaciones climáticas que existen en el municipio Torres, estado Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio Torres del estado Lara, está ubicado geográficamente entre latitudes de 9° 45' 37" N -10° 34' 27" N y longitudes de 69° 36' 06" O -70° 40' 22" O, ocupando un área de 6.954 km².

Los materiales utilizados fueron mapas analógicos y digitales en formato vectorial del estado Lara, un DEM de Seamless Data Server y una imagen Landsat-7ETM+ (WRS-2, 6/53) del 11 de noviembre del 2000, ambos obtenidos del United States Geological Survey (USGS). También se usaron datos diarios de precipitación y temperatura, período 1984-2006 de 33 estaciones meteorológicas ubicadas en el área monitoreadas por la Dirección de Hidrología y Meteorología del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de la región.

La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del municipio dentro de la cuenca del río Tocuyo (A), el relieve derivado del DEM (B) y la imagen de satélite (C). En la Figura 2 se aprecia el nombre de las estaciones meteorológicas, ubicación geográfica y altura (m s. n. m.).

Los programas ENVI 4.0 (RSI, 2003), ArcGis.9 (ESRI, 2008), ArcView.3.2a (ESRI, 2002) y MapInfo Profesional 5.5 (MIP, 1999) fueron usados para pre-procesar, procesar y transferir (importar/exportar) los datos.

El mapa del municipio con sus límites político-administrativos, escala 1:100.000, fue usado como mapa base para elaborar los temáticos. El mismo fue digitalizado y georeferenciado

empleando una tabla digitalizadora. Sus datos espaciales fueron almacenados en el SIG MapInfo5.5 y sus atributos no espaciales fueron codificados en una base de datos o tabla de atributos.

Las hojas cartográficas 6045, 6046, 6047, 6145, 6147, 6245, 6246 y 6247 del estado Lara fueron escaneadas y georeferenciadas con el mapa previamente digitalizado, la imagen Landsat y el DEM fueron importados al programa ENVI y cortados de acuerdo a las coordenadas del área usando la herramienta "Resize Data", luego los datos espaciales fueron georeferenciados (resolución especial de 30 m x 30 m) a la proyección Universal Transverse Mercator (UTM), zona 19 Norte, WGS-84 y corregidos geoméricamente usando 20 puntos de control como cruce de caminos y centros poblados, ubicados en el mapa y en la imagen.

Todos los datos fueron importados a diferentes programas de análisis espacial, tales como, ArcGis, ArcView, MapInfo y ENVI, esto facilitó el uso, análisis y cartografía de las entidades espaciales del municipio. Con los datos de precipitación y temperatura se calcularon a través de fórmulas evapotranspiración potencial (ET_0), la concentración de la precipitación, la agresividad de la lluvia, provincias de humedad, balance hídrico, patrones estacionales y meses secos.

Los valores de ET_0 fueron obtenidos aplicando la fórmula de Thornthwaite (1948):

$$e = 16 \times (10 \times tm/l) a$$

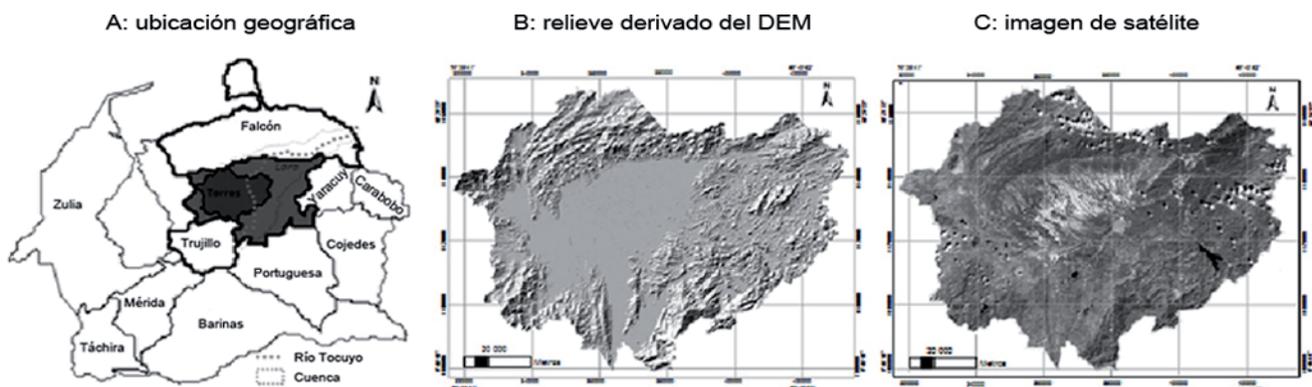


Figura 1. Ubicación geográfica, relieve e imagen satelital del municipio Torres.

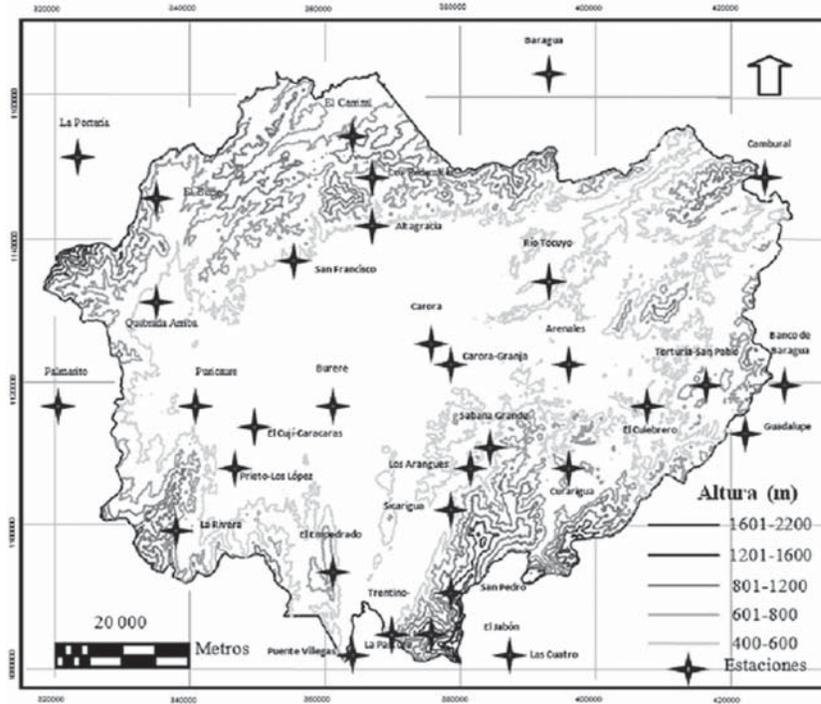


Figura 2. Estaciones y curvas de nivel.

e es la ET_0 mensual (mm), t_m es la temperatura media mensual ($^{\circ}C$), I es el índice de calor anual y a es un parámetro calculado de " I ", I y a son calculados de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$I = \sum (ij) ; j = 1, \dots, 12 \text{ (suma de los 12 índices de calor mensual)}$$

$$ij = (tmj/5) 1,514;$$

$$a = 0,000000675 \times I^3 - 0,0000771 \times I^2 + 0,01792 \times I + 0,49239$$

Los valores de provincias de humedad fueron obtenidos aplicando la ecuación del índice climático (IC) reportado por UNEP (1997), que define el período de deficiencia y exceso de humedad en un área, durante un período específico de tiempo (Cuadro 1):

$$IC = P / ET_0$$

P la precipitación media anual y ET_0 la evapotranspiración potencial en mm.

La clasificación de la concentración de la precipitación en el año (Cuadro 2) fue generada

con el índice de concentración de la precipitación (ICP) propuesto por Oliver (1980):

$$ICP = 100 \sum P^2 / P$$

P^2 es la precipitación mensual (mm) y P la precipitación media anual (mm).

Cuadro 1. Clasificación de las provincias de humedad considerando el índice climático (IC) de acuerdo a UNEP (1997).

Provincia de humedad	IC
Híper árida	<0,05
Árida	0,05-0,20
Semiárida	0,20-0,50
Subhúmeda seca	0,50-0,65
Subhúmeda húmeda	0,65-1
Húmeda	>1

Cuadro 2. Clasificación del índice de concentración de la precipitación (ICP) basado en Oliver (1980).

ICP	Clase
8,3-10	Uniforme
10-15	Moderadamente estacional
15-20	Estacional
20-50	Altamente estacional
50-100	Irregular

La agresividad de la lluvia fue caracterizada con el índice modificado de Fournier (*IMF*) propuesto por Arnoldus (1980). Este factor determina la capacidad o poder de la lluvia para causar erosión. La clasificación es presentada en el Cuadro 3.

$$IMF = \sum P^2 / P$$

Con P^2 y P similar a como se describió previamente

El período seco y los patrones estacionales de la lluvia fueron definidos con el criterio propuesto por Lobo (2005).

$$\begin{aligned} \text{Mes seco;} & P < 0,5 ET_0 \\ \text{Mes húmedo;} & P > ET_0 \end{aligned}$$

Cuadro 3. Clasificación de la agresividad de la lluvia usando el índice modificado de Fournier (*IMF*) de Arnoldus (1980).

IMF	Clase
0-60	Muy baja
60-90	Baja
90-120	Moderada
120-160	Alta
>160	Muy alta

Siendo, P^2 la precipitación mensual (mm) y ET_0 la evapotranspiración potencial mensual (mm).

Los datos obtenidos aplicando estas ecuaciones fueron transferidos al SIG ArcGis.9. Por procedimientos de mapeo, el tema “estaciones climáticas” fue generado bajo formato vectorial (puntos).

La técnica de interpolación Kriging (tamaño de celda o pixel de 30 m) fue usada para obtener los mapas en superficie en formato raster de precipitación, temperatura, evapotranspiración, provincias de humedad, agresividad de la lluvia, patrones estacionales, meses secos e índice de concentración de las lluvias; esta técnica es un método geoestadístico de estimación de puntos que utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos y calcula los pesos que se darán a cada punto de referencia usado en la valoración, se basa en la premisa de que la variación espacial continúa con el mismo patrón (Burrough, 1986).

Tomando en cuenta que la temperatura de una región normalmente decrece con la altura (gradiente vertical de temperatura, aproximadamente 6,5 °C/1000 m), con los valores de temperatura y altitud de las estaciones climatológicas, se obtuvo una ecuación de regresión $y = -0,0065x + 30,29$; $R^2 = 1$, para estimar la temperatura en todo el municipio con el DEM. Este mismo procedimiento se realizó para evapotranspiración ($y = 0,3352x^2 - 10,104x + 137,73$; $R^2 = 0,9998$) y para precipitación ($y = 379,5 \ln(x) - 1681,9$; $R^2 = 0,3644$), debido a que la determinación de las provincias de humedad están relacionadas con las mismas.

En el caso de las variables, agresividad de la lluvia, patrones estacionales, meses secos e índice de concentración de las lluvias, el coeficiente de determinación es muy bajo, por esta razón se presentan los mapas obtenidos con la interpolación. Los mapas de temperatura, evapotranspiración, precipitación y provincias de humedad son el promedio de los valores obtenidos con el uso del DEM y la interpolación. Seguidamente los mapas fueron sobrepuestos para describir y demarcar el clima de las provincias de humedad del municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4 se muestra los valores promedio mensuales de temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial (ET_0) y real (ETR), déficit (D) y almacenamiento (A) obtenidos de los datos registrados en las estaciones ubicadas en el municipio Torres. En las Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se pueden apreciar los mapas de temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial (ET_0), meses de lluvia, meses secos, concentración de la precipitación y agresividad de la lluvia, respectivamente. La Figura 10 muestra el mapa de las provincias de humedad o demarcaciones climáticas obtenidas en el municipio y en el Cuadro 5 se describen sus características.

La temperatura promedio mensual en el municipio durante el año varía muy poco la media es 27,08 °C, con una leve disminución en los meses de diciembre y enero. La precipitación tiene una acentuada irregularidad y un patrón de lluvia bimodal, con una estación en abril-mayo y otra en agosto-noviembre con pico en octubre. El balance hídrico (precipitación + almacenamiento – evapotranspiración) es negativo a través del año, excepto en el período septiembre-octubre. Ferrer (2003) señala que la estación seca varía con la provincia de humedad, conocida como “veranito de San Juan” y que durante el día, la

radiación del sol genera una energía térmica de 1,94 cal/cm²/seg.

El comportamiento de la temperatura y la precipitación del municipio, obedece a que en los trópicos, la temperatura y el fotoperíodo oscilan a lo largo del año dentro de un rango muy restringido, en cambio, la humedad efectiva proveniente de precipitaciones, varía profundamente de estación a estación, así como entre área y área, por ende, se trata del principal factor a considerar (Monkhouse, 1978). Ferrer y de Paz (1985) señalan que en la RCV los rangos determinantes del clima Continental Estacional se cumplen hasta la Sierra de Portuguesa y el Macizo de Nirgua, estado Yaracuy, los del clima Marítimo se prolongan al sur, hasta el arco orográfico formado por las sierras de Ziruma, estado Zulia, Churuguara-Remedios, estado Falcón y Buena Vista-Baragua, estado Lara.

Entre ambos sistemas montañosos se extienden las depresiones de Carora, Lara-Oriental, Turbio-Yaracuy y Aroa, en los estados Lara y Yaracuy. Los rasgos climáticos en tales depresiones son de carácter transicional, con características propias que difieren, tanto del tipo Marítimo como del Continental Estacional, denominándose climas interiores de Influencia Marítima, Continentales Mixtos e Interiores Alisios.

Cuadro 4. Valores promedio mensuales de temperatura (T), precipitación (P), evapotranspiración potencial y real (ET_0 , ETR), déficit (D) y almacenamiento de agua en el suelo (A) en el municipio Torres.

	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T °C	26	27	28	28	28	27	27	27	27	27	27	26
P mm	18	26	44	70	76	30	36	67	106	140	101	41
ET_0 mm	98	100	102	103	102	100	98	99	102	102	101	94
ETR mm	18	26	44	70	76	30	36	67	102	102	101	94
D mm	-80	-74	-58	-33	-26	-70	-62	-32	0	0	0	-11
A mm	0	0	0	0	0	0	0	0	4	42	42	0

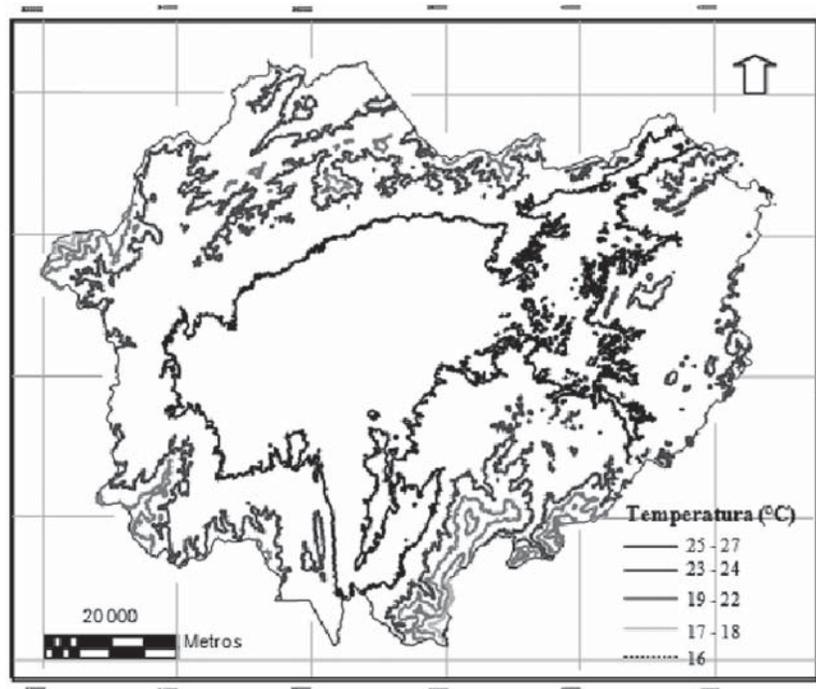


Figura 3. Curvas de temperaturas en Torres.

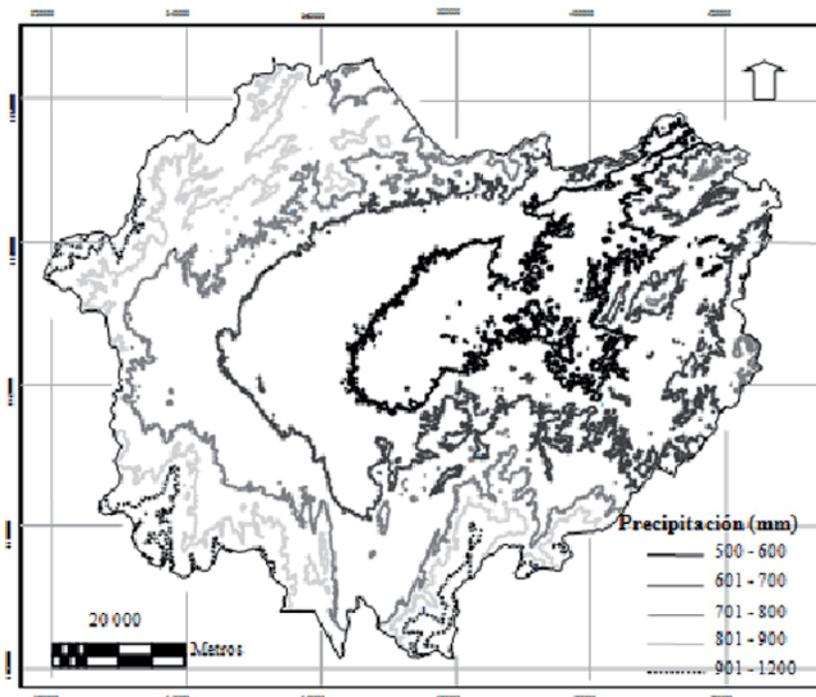


Figura 4. Curvas de precipitación en Torres.

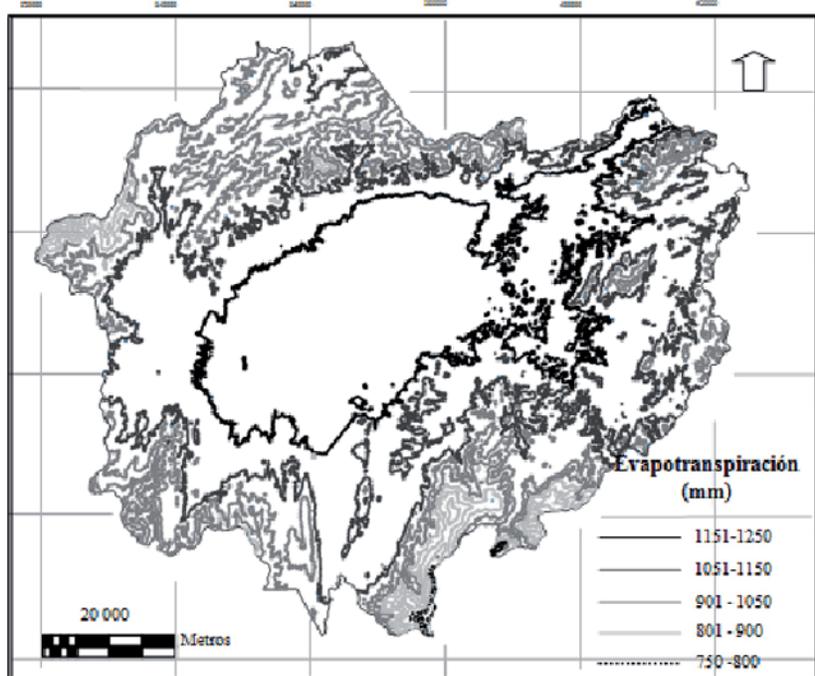


Figura 5. Curvas de evapotranspiración en Torres.

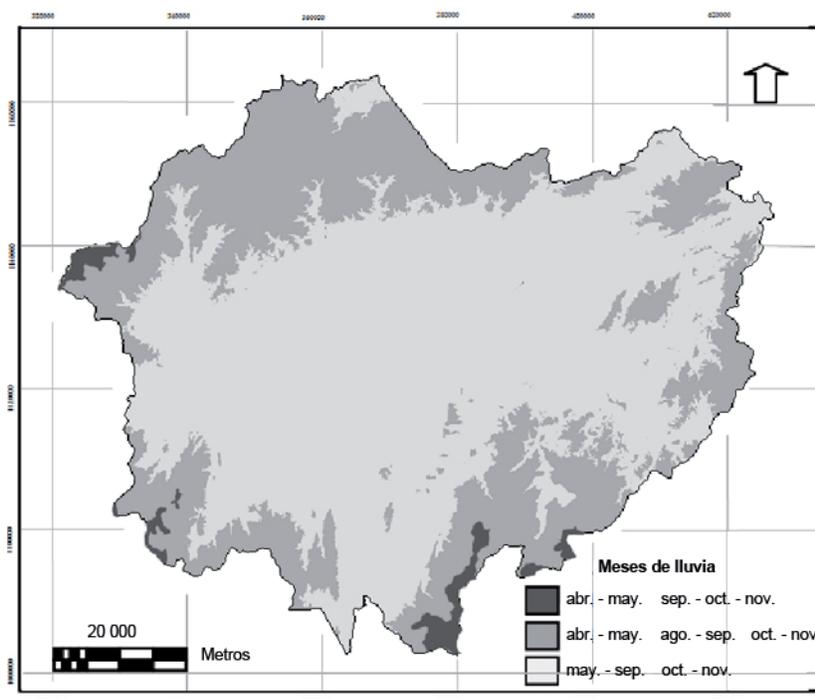


Figura 6. Meses de lluvia en Torres.

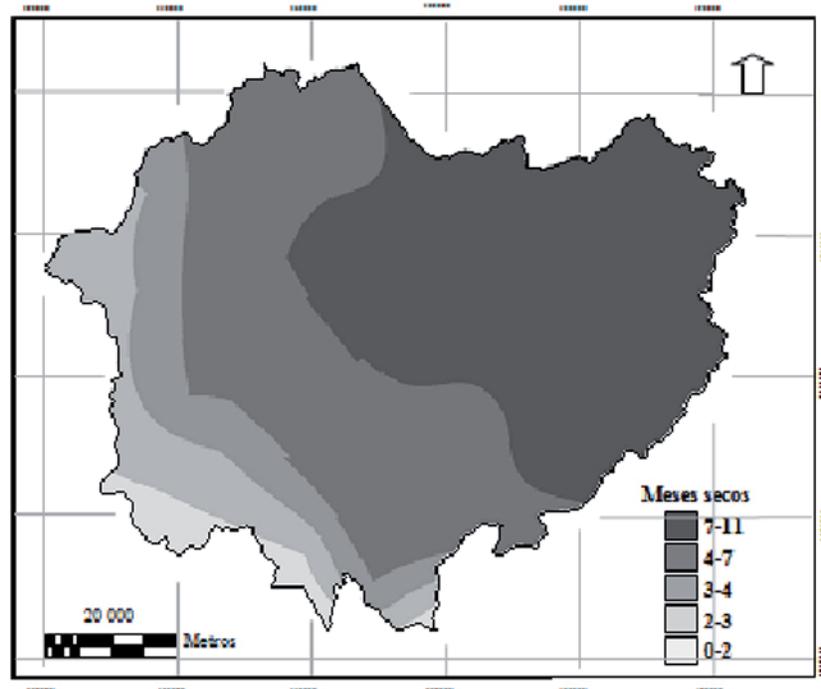


Figura 7. Meses secos en Torres.

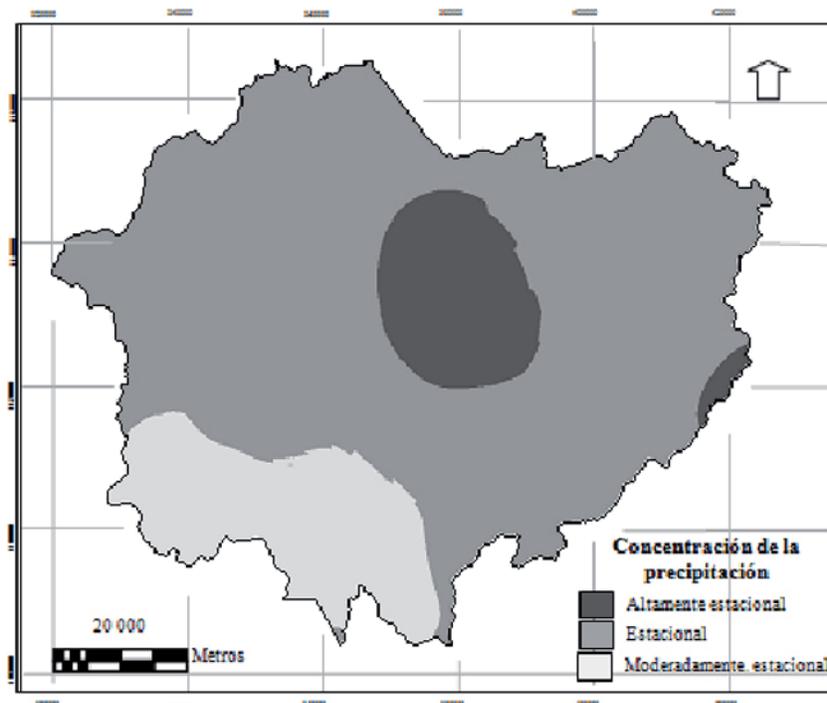


Figura 8. Concentración de la precipitación.

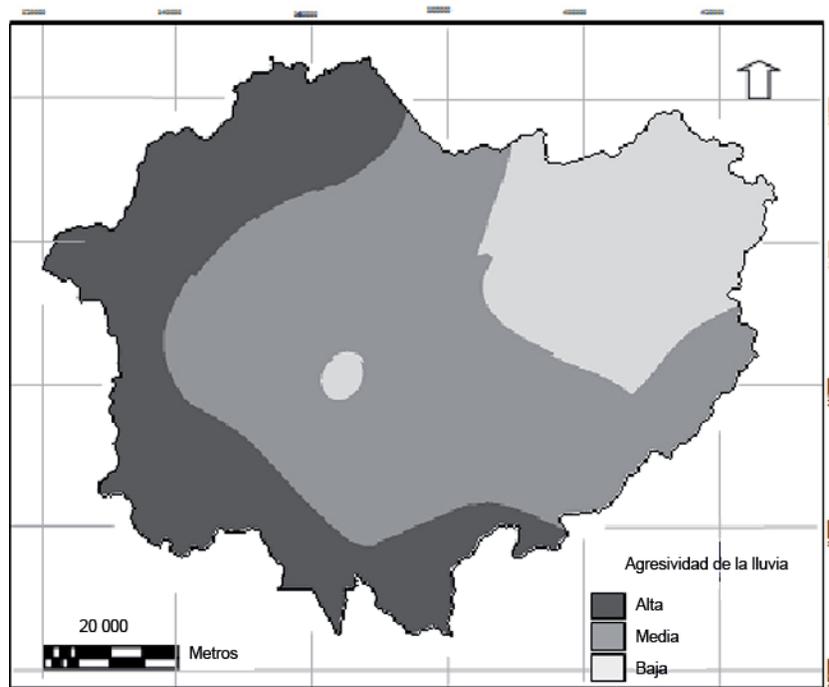


Figura 9. Agresividad de la lluvia en Torres.

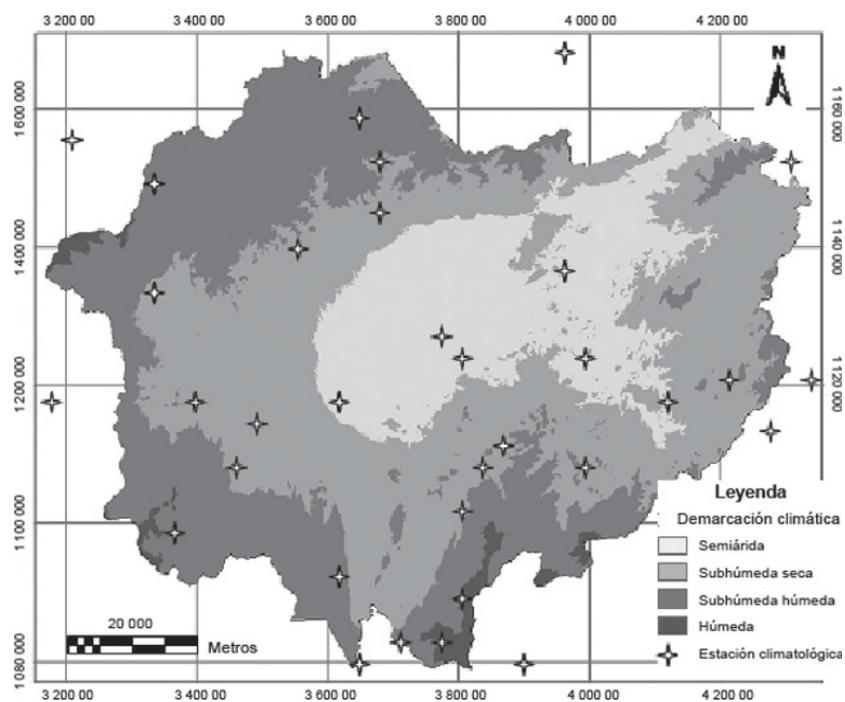


Figura 10. Demarcaciones climáticas presentes en el municipio Torres.

La disposición de los relieves determinados al norte por las sierras de Ziruma, Baragua y Parúpano, las sierras de Bobare, Matatere y Aroa al este, las estribaciones andinas, sierras de Portuguesa y Barbacoas al sur y sierras de Ziruma y Jirajara al oeste, dan lugar a un cerco montañoso con una gran influencia en el clima de la depresión de Lara, a la que enmarcan. Hacia esta especie de cubeta ejercen directa o indirectamente su influencia, por una parte los climas marítimos y continentales, y por otra las características fisiográficas locales, lo que en conjunto genera los rasgos de un clima continental mixto.

El rasgo característico de este clima es la sequedad, la mayor parte es árido o semiárido, con un gradiente de humedad creciente de NE a SO y de N a S, esta se debe a la convergencia de varios factores entre los que destacan la disposición de las masas de aire portadoras de humedad, al régimen de circulación de los vientos predominantes y al efecto de los vientos fríos y secos que descienden desde las cimas de las montañas donde descargan su humedad.

En lo anteriormente descrito, se concluye que en el municipio Torres el clima predominante es definido como continental mixto (CM), cálido,

excepto en las montañas, y que el balance de humedad establece ciertos cambios en el régimen, lo que origina cuatro demarcaciones climáticas o provincias de humedad (Cuadro 5; Figura 10) denominadas; semiárida, subhúmeda seca, subhúmeda húmeda y húmeda.

En el mapa de temperatura (Figura 3) se puede apreciar que los menores valores se reportan en las zonas de mayor altitud (>1200 m) y las más altas en las más bajas (<600 m), tal resultado confirma la aseveración de que la temperatura normalmente decrece con la altura.

Del mismo modo, se señala que en una región la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficie, suelos muy húmedos como pantanos, ciénagas, actúan en forma similar a las superficies de agua, atenuando considerablemente las variaciones de la temperatura.

También la vegetación espesa tiende a atenuar los cambios de temperatura, debido a que contiene bastante agua, actuando como un aislante para la transferencia de calor entre la tierra y la atmósfera, mientras que en las regiones desérticas o áridas permiten grandes variaciones diurnas y estacionales (Smith *et al.*, 1973).

Cuadro 5. Características de las demarcaciones climáticas existentes en el municipio Torres, basadas en las provincias de humedad.

DC	A	T	P	ET_0	D	PE	MS	ALI	CLI
Semiárida	416-564	27-28	548-637	1 250-1 296	0-810	mayo ago. sep. oct. nov.	7-11	Moderada a alta	Estacional a altamente estacional
Subhúmeda seca	511-921	25-27	663-805	1 186-1 274	0-637	mayo ago. sep. oct. nov.	4-11	Moderada a alta	Altamente estacional
Subhúmeda húmeda	725-1 522	23-27	820-1 060	1 068-1 238	67-433	abr. mayo ago. sep. oct. nov.	2-10	Moderada a alta	Estacional
Húmeda	1 398-2 324	19-23	1 017-1217	870-1 060	28-474	abr. mayo. sep. oct. nov.	3-7	Alta	Estacional

DC: demarcación climática o provincia; A: altitud (m); T: temperatura (°C); P: precipitación (mm); ET_0 : evapotranspiración (mm); D: Déficit de humedad (mm); PE: patrón estacional de las lluvias; MS: meses secos, numerados del 1 al 12 para enero y diciembre; ALI: agresividad de la lluvia; CLI: concentración de lluvias.

El mapa de cobertura del municipio generado por Andrade *et al.* (2010) fue consultado, en aquellas zonas donde la vegetación es espesa (bosques densos, 5% del área), en el que las condiciones de humedad son más favorables, áreas protegidas o montañosas, las temperaturas son menores a 18 °C, mientras que en las zonas planas, suavemente onduladas, rocosas o semiáridas, en que la vegetación predominante es matorral o arbusto (15%), espinar (20%), efímera o nula (26%), la temperatura está por encima de los 25 °C. El comportamiento en el mapa de precipitación (Figura 4) difiere de la temperatura, registrando los mayores valores en las zonas más elevadas (>900 mm por encima de 800 m) y donde la vegetación es boscosa.

El mapa de evapotranspiración es similar al de temperatura (Figura 5), pues los valores extremos de ambas variables se registran aproximadamente en la misma zona; en las de mayor precipitación se presentan un altísimo número de meses lluviosos (Figura 6) y por ende el menor en los meses secos (Figura 7).

En estos sitios, la lluvia es moderadamente estacional (Figura 8), es decir, casi siempre ocurre en los mismos meses y aunque la agresividad de la lluvia es alta (Figura 9) y está directamente relacionada con la elevación (Irvem *et al.*, 2007), de acuerdo a Páez (1994) tiene bajo potencial para causar erosión.

Por su parte, Ferrer (2003) señala que aunque la región durante casi todo el año permanece seca con un balance hídrico negativo, está sujeta a lluvias intensivas ocasionales que podrían causar erosión de sus suelos, sobre todo en las zonas con poca cobertura vegetal.

El balance precipitación-evapotranspiración establece ciertos matices en el régimen de humedad, que dan lugar a las cuatro provincias de humedad (Figura 10) que demarcan el clima en el municipio: semiárida (1.239,88 km²), subhúmeda seca (3.722,53 km²), subhúmeda húmeda (1.886,8 km²) y húmeda (104,84 km²). La sobreposición de los mapas permitió caracterizar a cada una de ellas (Cuadro 5), las provincias de humedad tienen un gradiente de humedad creciente hacia las zonas más altas de N a S y de E a O.

La sequedad en las zonas más planas se debe a la convergencia de varios factores entre los que destacan la disposición de las masas de aire contentivas de humedad, al régimen de circulación de los vientos predominantes y al efecto de los vientos fríos y secos que descienden desde las cimas de las montañas donde han descargado su humedad (Ferrer y de Paz, 1985). La distribución de la cobertura y la agricultura en la RCV está relacionada con las condiciones de suelo, topografía y clima (Smith *et al.*, 1973).

El municipio Torres no es la excepción, debido al balance negativo de humedad que predomina durante el año, la zona agrícola correspondiente a 7,9% de la superficie, está ubicada en áreas de topografía plana (con altitud a < 600 m y pendiente < 8%), a lo largo del recorrido del río Tocuyo que es el sistema hidrológico más importante y donde están los embalses y sistemas de irrigación más grandes (Andrade *et al.*, 2010).

La zona agrícola está completamente inmersa dentro de las provincias de humedad subhúmeda seca y semiárida, por tanto el desarrollo y mantenimiento de una de agricultura sin riego a gran escala no es factible.

CONCLUSIONES

La temperatura promedio mensual en el municipio durante el año varía muy poco. La precipitación tiene una acentuada irregularidad y un patrón de lluvia bimodal, con una estación en abril-mayo y otra en agosto-noviembre con pico en octubre.

El balance hídrico es negativo a través del año, excepto en el período de septiembre-octubre, la estación seca varía con la provincia de humedad, el comportamiento de la temperatura y la precipitación, obedece a que es una zona tropical, la primera oscila a lo largo del año dentro de un rango muy restringido, mientras que la segunda, varía profundamente de estación a estación y entre áreas.

El clima predominante es continental mixto (CM) cálido, excepto en las montañas y que el balance de humedad establece ciertos cambios en el régimen, lo que origina cuatro demarcaciones

climáticas o provincias de humedad; semiárida (18%), subhúmeda seca (54%), subhúmeda húmeda (27%) y húmeda (1%).

La zona agrícola está completamente inmersa dentro de las provincias de humedad subhúmeda seca y semiárida, por tanto el desarrollo y mantenimiento de una de agricultura sin riego a gran escala no es posible.

El uso combinado de tecnologías espaciales como SIG, DEM y teledetección, mapas analógicos y digitales, datos meteorológicos y visitas a campo, resultaron ser acertados en la generación de información y mapeo de parámetros climáticos, toda esta información generada en el municipio Torres es necesaria para llevar a cabo una evaluación de tierra precisa, basándose en el modelo de la FAO para agricultura de secano u otro modelo que cualquier institución o investigador tenga a bien desarrollar.

LITERATURA CITADA

- Andrade, O. M. Kappas and S. Erasmi. 2010. Assessment of erosion hazard in Torres municipality of Lara state (Venezuela) based of GIS. *Interciencia*. 38(5):348-356.
- Arnoldus, H. 1980. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. In: De Boodt M. y D. Gabriels (Eds). *Assessment of erosion*. John Wiley and Sons, Inc. Chichester, West Sussex, England. pp. 127-132.
- Basher, L. 1997. Is pedology dead and buried? *Australian Journal Soil Research*. 35:979-994.
- Burrough, P. 1986. *Principles Geographical information Systems for land resources assessment*. Clarendon Press. Oxford, England. 256 p.
- Chuvieco, E. 1996. *Fundamentos de teledetección espacial*. 3ra Edición. España. 565 p.
- Davidson, D. 2002. The assessment of land resources: achievements and new challenges. *Australian Geographical Studies*. 40(2):109-128.
- El Pequeño Larousse Ilustrado. 2010. *Diccionario enciclopédico*. Ediciones Larousse, S.A. Paris. 254 p.
- ESRI. 2002. Programa ArcView 3.2, version 3.2a. Environmental System Research Institute, California, USA. Disponible en línea: <https://www.esri.com>.
- ESRI. 2008. Programa ArcGis 9, version 9.3. Environmental System Research Institute, California, USA. Disponible en línea: <https://www.esri.com>.
- FAO. 1976. *A framework for land evaluation*. Rome, Italy. *Soils Bulletin* 32.
- FAO. 1983. *Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture*. Rome, Italy. *Soils Bulletin*. 52.
- FAO. 1996. *Agro-ecological zoning guidelines*. Rome, Italy. *Soils Bulletin*. 73.
- Ferrer, E. y H. de Paz. 1985. *Análisis ambiental de la región centro occidental de Venezuela*. FUDECO. Barquisimeto, Lara. 257 p.
- Ferrer, E. 2003. *Análisis estructural preliminar de la Hoya del río Tocuyo 2003.1er Parte*. Serie Caracterización de la Hoya del Rio Tocuyo. Lara, Venezuela. N°04-04-12-02. 12 p.
- Irvem, A., F. Topaloglu and V. Uygur. 2007. Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan river basin in Turkey. *J. Hydrol*. 336:30-37.
- Lobo, D. 2005. *Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América latina y el caribe*. 58 p.
- MIP, 1999. Programa MapInfo Profesional 5.5, version 5.5., MapInfo Corporation, USA. Disponible en línea: <https://www.mapinfo.com>.
- Monkhouse, F. 1978. *Diccionario de términos geográficos*. Barcelona: oikos-tau, s. a. – ediciones. 94 p.
- Oliver, J. 1980. Monthly precipitation distribution: A comparative index. *Professional Geographer*. 32(3):300-309.
- Páez, M. 1994. Clasificación de suelos por riesgo de erosión hídrica con fines de planificación agrícola. *Rev. Fac. Agron*. 20:83-100.

- RSI. 2003. Programa ENVI 4.0, version 4.3. Research System Inc., California, USA. Disponible en línea: <https://www.rsinc.com/envi/index.as>.
- Smith, R. E. Ferrer y A. Chávez. 1973. La vegetación actual de la región centro occidental. Boletín Informativo, Suplemento Técnico. FUDECO. Barquisimeto Lara 27 p.
- Thornthwaite, C. 1948. An approach toward a rational classification of climate. American Geographical Society. Geographical Review 38(1):55-94.
- Unda, J. 2001. Estrategias para la generación de información faltante de suelos en zonas montañosas con fines de evaluación de tierras. Caso: Microcuenca de la Quebrada El Parchal, Edo. Lara. Tesis de Maestría. Postgrado en Ciencia del Suelo. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía 102 p.
- UNEP. 1997. World atlas of desertification. Second Edition. Middleton N. and Thomas D. (Eds) 182 p.