

# MAPAS DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA Y MEDIA DEL AIRE DEL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA

BEATRIZ LOZADA-GARCÍA<sup>1</sup>, CARMEN VICTORIA SUESCUN<sup>2</sup>, ANGELICA PRELA-PANTANO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> D.Sc. Investigador IV. Agrometeorología. INIA. Táchira, Venezuela, [blozada@inia.gob.ve](mailto:blozada@inia.gob.ve), Teléfono: (0058276) 6510833

<sup>2</sup> TSU. Ciencias Agropecuarias. Proyecto Agrometeorología. INIA. Táchira, Venezuela, [cybercarmen32@hotmail.com](mailto:cybercarmen32@hotmail.com)

<sup>3</sup> Eng. Agrónoma, D.Sc., Centro de Ecofisiología e Biofísica/Instituto Agronomico de Campinas, SP, Brasil, [angelica@iac.sp.gov.br](mailto:angelica@iac.sp.gov.br)

**Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 al 25 de septiembre de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG**

**RESUMEN:** Se generaron mapas de las temperaturas del aire mensuales máximas, mínimas y medias para el estado Táchira, mediante el uso de un SIG y modelos de regresión múltiple basados en las coordenadas geográficas latitud, longitud y altitud. Se observó un alto grado de detalle en los valores obtenidos, asociado a la resolución del modelo de elevación digital considerado en el estudio.

**Palabras claves:** regresión múltiple, modelos, SIG

**ABSTRACT:** There were generated maps of the maximums, minimums and averages monthly air temperatures for the Táchira state, by means of a SIG and models of multiple regressions tools based on the geographical coordinates latitude, longitude and altitude. A high degree of detail was observed in the values obtained, associated with the resolution of the digital elevation model considered in the study.

**Keyword:** multiple regression, model, GIS

**INTRODUCCIÓN:** La temperatura del aire presenta una influencia determinante en todos los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo, la disponibilidad de estos datos es escasa, debido principalmente a la baja densidad de las redes de estaciones meteorológicas existentes. El conocimiento de las temperaturas del aire, es fundamental en estudios de planificación agrícola, análisis de adaptación de los cultivos a determinada región, riesgos de enfermedades, entre otros (Valeriano y Picini, 2000), así como la posibilidad de predecirlos o estimarlos para localidades donde no se cuenta con las estaciones, es muy útil para diversas disciplinas científicas como: agronomía, geografía y ecología. (Rodríguez-Lado, et al. 2007). Los Sistemas de información geográfica (SIG) han permitido el avance en el manejo de grandes volúmenes de datos, tanto desde el punto de vista estadístico como de su distribución espacial, facilitando en el ámbito de la agroclimatología la elaboración de mapas de forma rápida y confiable, que hasta hace muy poco tiempo requerían de lentos y costosos tratamientos manuales de los datos. (Perez, et al, 2001). El procedimiento es originar información a partir de datos puntuales de un conjunto de estaciones meteorológicas, localizadas geográficamente, estimando los valores de otros lugares incluidos en un dominio espacial determinado, con el uso de un sistema de interpolación adecuado, el cual va a depender de las características de distribución espacial del elemento climático considerado y la influencia del relieve (Pérez, et al, 2001). Son diversos los métodos de interpolación utilizados como: *inverso cuadro de la distancia*,

*Kriging, Co-Kriging, splines, regresión lineal*, entre otros. (Bigg, 1991, Izquierdo y Marquez, 2006, Pérez, et al, 2001; López, et al, 2001, Rodriguez-Lado, et al. 2007), interpolación considerando los modelos de elevación digital del terreno, ecuaciones de regresión lineal, basados en las coordenadas geográficas (Barrera y Lozada, 2007; Lozada y Sentelhas, 2008; Pedro Junior et al., 1991, Valeriano y Picini, 2000) Con el interés de ofrecer información climática del estado Táchira, el objetivo de este trabajo, fue la elaboración mapas de las temperaturas del aire a nivel mensual, con herramientas de SIG. Se espera que esta sea información de suma utilidad para estudiantes, planificadores y todos aquellos relacionados con la actividad agrícola, turística y económica del estado.

**MATERIALES Y METODOS:** Se consideraron los datos de 42 estaciones meteorológicas correspondientes al Ministerio del poder popular para el Ambiente (Fig. 1). Utilizando las ecuaciones de regresión múltiple determinadas por Barrera y Lozada (2007), para la estimación de la temperatura mensual del aire: mínima, máxima y media, las mismas se basan en la relación existente entre las coordenadas geográficas y la temperatura de una localidad,

$$Y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \varepsilon$$

Donde:

$Y$  es la temperatura estimada, en °C,  $x_1$  es la altitud, en metros;  $x_2$  es la longitud y  $x_3$  es la latitud, expresadas en minutos;  $\varepsilon$  es el desvío entre los valores observados y estimados; y  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , y  $d$  son los coeficientes de la ecuación.

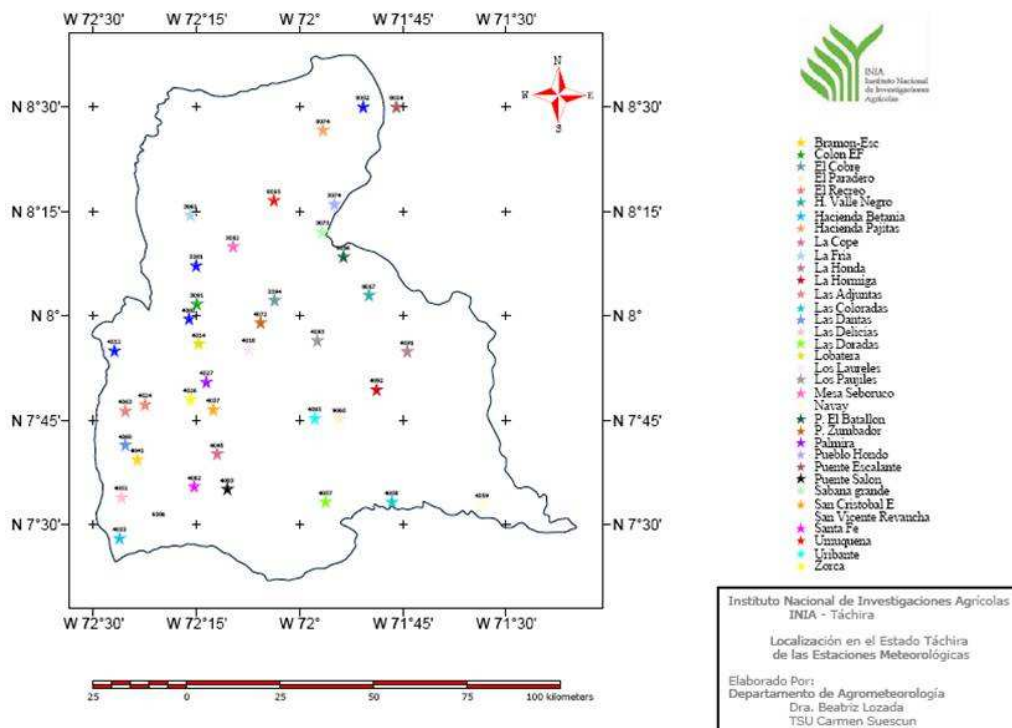


Figura 1. Localización de las Estaciones Meteorológicas y pluviométricas del estado Táchira – Venezuela.

El procedimiento de interpolación constó de una primera fase de evaluación del método para la interpolación, adoptándose el método de las ecuaciones de regresión, los mapas fueron generados siguiendo el esquema mostrado en la figura 2, mediante el aplicativo de geofórmulas del software TNTmips Lite.

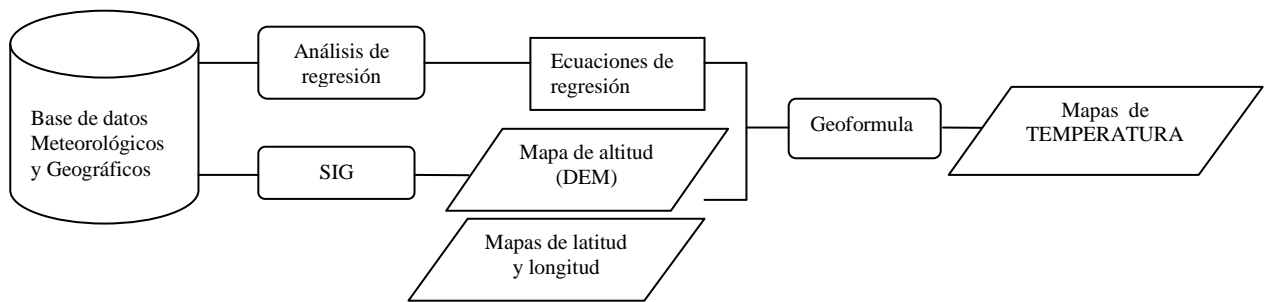


Figura 2. Diagrama de flujo del procedimiento para la obtención de los mapas de temperaturas del aire medias, máximas y mínimas del estado Táchira, Venezuela.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** Los mapas mensuales de las temperaturas máximas, mínimas y medias fueron obtenidos a partir del aplicativo de geofomulas del TNTmips Lite, se creó la geofomula que solo requiere de la substitución de los coeficientes entre un mes y otro, y dependiendo sean las temperaturas medias, máxima o mínimas. Esto permite la repetición de los mapas y la estandarización de las características de los mismos.

Una selección de los mapas obtenidos se presenta en las figuras 3, 4 y 5, donde se puede apreciar el grado de detalle obtenido en los valores de las temperaturas, el cual está asociado a las resolución del modelo de elevación digital (DEM) utilizado. Como señalado por Barrera y Lozada (2007), los modelos de regresión obtenidos pueden ser utilizados con un amplio margen de confiabilidad ya que el índice de concordancia  $d$  varió entre 0,98 y 0,99, y la raíz del error cuadrado medio (RMSE) entre 1,12 °C y 1,9 °C.

Se observa como las temperaturas varían a lo largo del año y como estas disminuyen en la medida que aumenta la altitud, siendo este el factor con mayor influencia en la variación de la temperatura. Se presentan las isotermas a cada 5 °C.

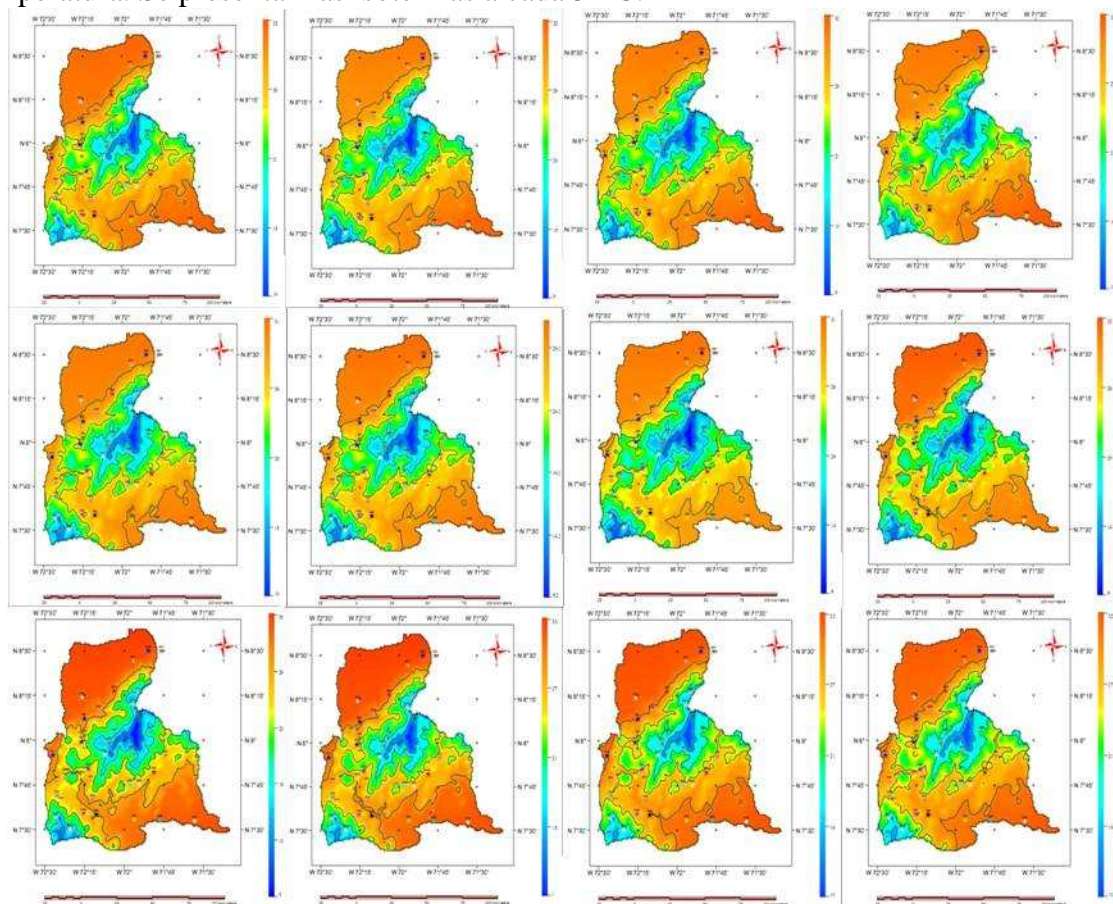


Figura 3. Temperaturas del aire máximas mensuales del estado Táchira, Venezuela

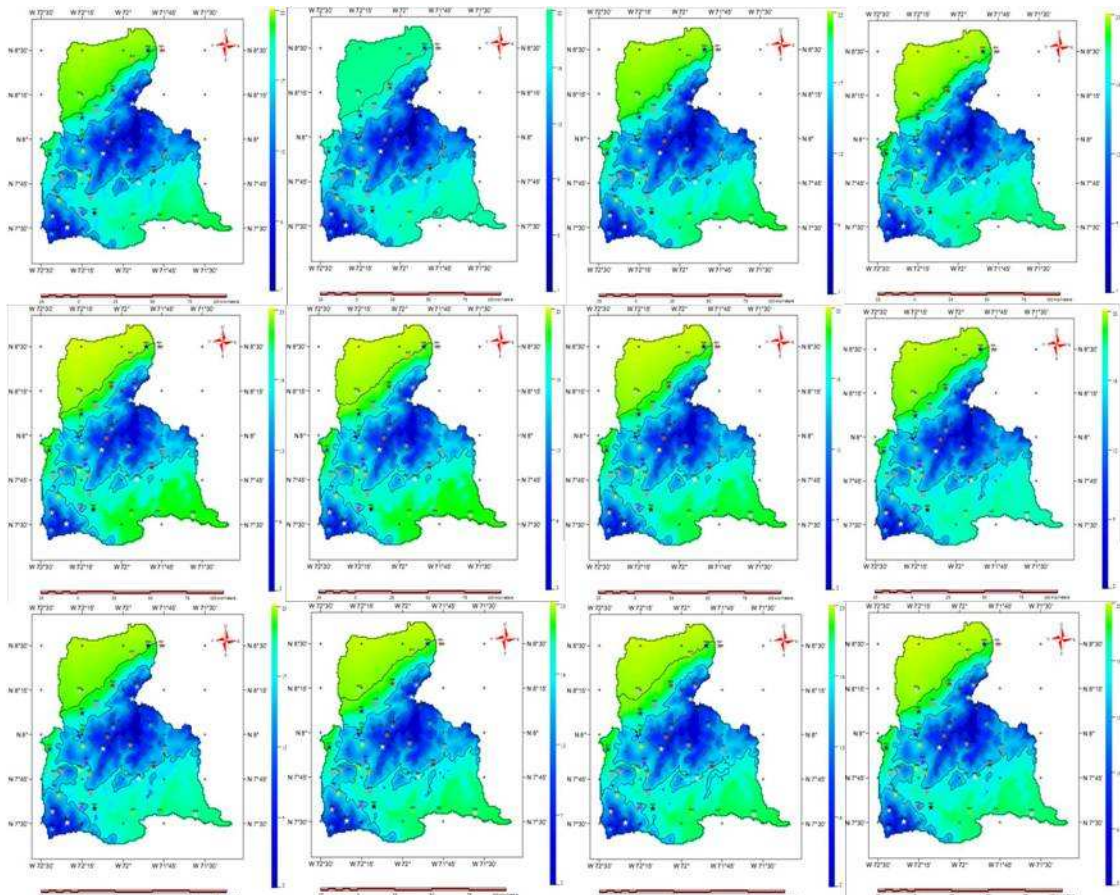


Figura 4. Temperaturas del aire mínimas mensuales del estado Táchira, Venezuela

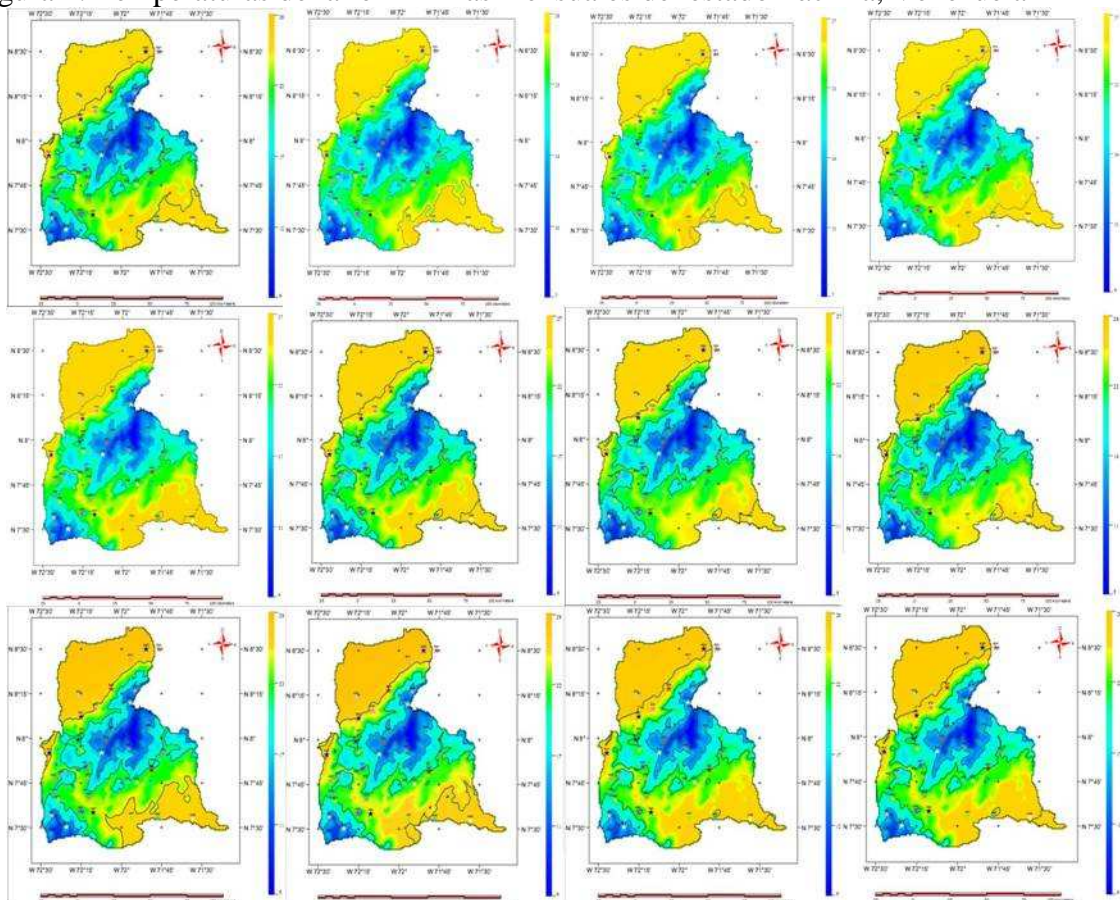


Figura 5. Temperaturas del aire medias mensuales del estado Táchira, Venezuela

**CONCLUSIONES:** El uso de modelos regresión para la generación de mapas de temperaturas máximas, mínimas y medias mediante un SIG, demostró ser de fácil aplicación generando productos con un alto nivel de detalle, condicionado solo por la resolución del modelo de elevación utilizado.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Barrera, H y Lozada, B. Modelos de estimación de las temperaturas promedio mensuales para los estados Táchira, Mérida y Trujillo, en Venezuela. In: Anais del XV Congresso Brasileiro de Agrometeorología – 02 al 05 de julio de 2007.

Bigg, G. R. Kriging and intraregional rainfall variability in England. *International Journal of Climatology*, v. 11, p. 663-675. 1991

Izquierdo, T y Márquez, A. Comparación de métodos de interpolación para la realización de mapas de precipitación para el acuífero de Icod- Cañadas (Tenerife, Islas Canarias). *Geogaceta*, 40, 307-310, 2006. [www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo40/Geo40-77.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo40/Geo40-77.pdf). acceso 20/06/2009

Lozada B. y Sentelhas P. Modelos de estimación de las temperaturas promedio de las mínimas, máximas y media diaria de la región andina de Venezuela. *Agronomía Trop* v. 58, n. 2, p. 141-153, 2008

López M., J., Sánchez, J y Andressen, R. Comparación de varios métodos para la representación cartográfica de información climática en zonas altas del estado Lara. *Bioagro*, v. 13, n. 1, p. 39-46, 2001.

Pedro Junior, M.J., Mello, M.H.A., Ortolani, A.A. et al. Estimativa das temperaturas médias, mensais das máximas e das mínimas para o estado de Sao Paulo. Campinas: Instituto Agronómico, 1991, 11 p. (Boletim técnico, 142)

Pérez F, A. M. et al. Elaboración del Atlas climático de Extremadura mediante un sistema de información geográfica, *GeoFocus (Artículos)*, nº 1, p. 17-23, 2001.

Rodriguez-Lado, Sparoveck, G, Vidal-Torrado, P, Dourado-Neto, D, Macías-Vázquez, F. Modelling air temperature for the Sao Paulo state. *Sci. Agricola (Piracicaba, Brasil)*, v. 64, n. 5, p. 460-467, 2007.

Valeriano, M de M. y Picini, A. G. Uso de sistemas de informação geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do estado de Sao Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 255-262, 2000.