



Vol 16. N° 4
Octubre - Diciembre 2016

ISSN: 1317-2255 (IMPRESO)
Depósito Legal: pp 20002FA828
ISSN: 2477-9636 (ELECTRÓNICO)
Dep. legal ppi 201502ZU4642

Multiciencias

Universidad del Zulia
Revista Arbitrada Multidisciplinaria

RM
Cs

NF



LUZ Punto Fijo

Núcleo LUZ-Punto Fijo
Programa de Investigación y Postgrado
Falcón-Venezuela

MULTICIENCIAS, Vol.16, N° 4, 2016 (363-368)

ISSN: 1317-2255 (IMPRESO) / Dep. Legal pp 20002FA828

ISSN: 2477-9636 (DIGITAL) Dep. Legal ppi 201502ZU4642

Estimación de la temperatura superficial en San Carlos- Estado Cojedes, Venezuela empleando sensores remotos

Ernesto Hernández Gil

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”.
ernestohernandezgil@gmail.com

Resumen

El objeto de este estudio fue determinar la temperatura superficial de la ciudad de San Carlos, municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes, Venezuela para el mes de febrero de los años 2004 y 2016, mediante el uso de la metodología de SEBAL. El análisis se realizó a partir archivos Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Las imágenes estudiadas presentaron diferencias en temperatura del casco urbano y sus adyacencias, con una temperatura predominante en la ciudad entre 27,0 – 30,0°C y de 30,0 – 33,0°C en la periferia urbana para el año 2004, mientras que para el año 2016, estos rangos se incrementaron en 3,0°C y 6,0°C, respectivamente. Las diferencias máximas son 12,0°C para el 2004 y 18,0°C para el año 2016. Los resultados evidenciaron, para las dos escenas estudiadas, que en las mañanas (10:40 a 10:55 hora local) en el casco urbano se tienen temperaturas más bajas que su entorno no arbolado.

Palabras clave: Temperatura superficial; clima cálido-húmedo; sensores remotos; Landsat.

Estimation of Surface Temperature in San Carlos - Venezuela, State Cojedes Using Remote Sensing

Abstract

The objective of this study was to determine the surface temperature of the city of San Carlos, Ezequiel Zamora municipality of Cojedes state, Venezuela, for february 2004 and 2016, using the SEBAL methodology. The analysis was performed from Landsat 7 ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus) files. The images studied showed differences in temperature of the urban hull and its adjacencies, with a predominant temperature in the city between 27,0 – 30,0°C and 30,0 – 33,0°C in the urban periphery for the year 2004 , While for 2016, these ranges increased by 3,0°C and 6,0°C, respectively. The maximum differences were 12,0°C for 2004 and 18,0°C for the year 2016. The results showed, for the two scenes studied, that in the mornings (10:40 a.m. to 10:55 local time) in the urban areas have lower temperatures than their non-wooded surroundings.

Keywords: Surface temperature; warm-humid weather; remote sensing; Landsat.

Introducción

Las ciudades presentan temperaturas del aire superiores a las zonas rurales próximas, a este fenómeno se le denomina isla de calor urbana [14], debido a la ganancia térmica de las edificaciones y pavimentos, la actividad industrial y el parque automotor, entre otros [4, 6 y 12]. En el estado Cojedes, la única estación climatológica con datos de temperatura, es la estación San Carlos-UNELLEZ, en tal sentido resulta imposible realizar estudios de este fenómeno con información tradicional.

Bracho y Ortega [2] señalaron que Venezuela hace amplio uso de la tecnología espacial y que no debe prescindir de ella dado que contempla áreas fundamentales. En tal sentido, en la actualidad, se tiene la tendencia al uso de datos obtenidos por teledetección, donde la información de los sensores permiten calcular la temperatura de la superficie terrestre [3, 5, 11, 15 y 16]. En este caso se utilizará parcialmente el método de SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm For Land), mejorado por Bastiaanssen *et al.* [1].

Por lo tanto, el propósito general de esta investigación es determinar la distribución de las temperaturas superficiales de la ciudad de San Carlos, capital del estado Cojedes, para el mes de febrero de los años 2004 y 2016, mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+, descargadas de United States Geological Survey (USGS) [13].

Área de estudio

La ciudad de San Carlos, capital del estado Cojedes, está ubicada entre las coordenadas 9°36'00" y 9°41'45" Norte y los 68°33'00" y 68°36'00" Oeste (Figura 1), con una elevación promedio de 155,0 msnm, una temperatura promedio de 29,6 °C, con julio y agosto como los de menor registro y febrero, marzo y abril como las mayores temperaturas medias extremas (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) [9] y una precipitación media anual de 1523,0 mm, distribuido principalmente entre los meses de mayo a octubre, siendo los más secos de diciembre a febrero [10].

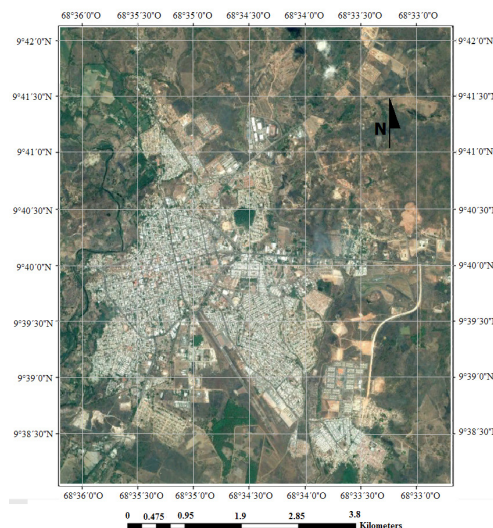


Figura 1.- Ubicación de la ciudad de San Carlos.
Información preliminar

Para el estudio se han utilizado imágenes Landsat 7, en formato tiff y geo referenciadas con coordenadas UTM, datum WSG-84, zona 19N, con buenas condiciones meteorológicas o con la menor presencia de nubes en el área analizada. El Landsat 7 ETM+, presenta registros desde el mes de julio de 1999, sin embargo, a partir del 30 de mayo de 2003 tienen lagunas de datos debido al fallo del corrector de línea de exploración (SLC, por sus siglas en inglés), es por ello se utilizó en esta investigación las imágenes del archivo USGS [13], identificadas como “L7 EMT+ SLC-off (2003-present)” y evitar posibles errores en comparar con los archivos del “L7 EMT+ SLC-on (1999-2003)”, ya que se requieren dos (2) escenas con el mayor número de años posible entre ellas, para el análisis temporal.

Las escenas que se adecuan a las condiciones previamente señaladas, menor nubosidad y mayor lapso de años, son las correspondientes al mes de febrero, una el 26 de 2004 y la otra el 27 de 2016. Es de acotar que

la hora que el satélite captura la información es entre la 10:40 y 10:55 hora local, además las ocho bandas espectrales tienen una resolución espacial de 30 metros para las bandas 1 a 7 y la pancromática, banda 8, tiene una resolución de 15 metros, esta última no se utiliza en la determinación de la temperatura superficial.

No se consideró el efecto del sombreado de los relieves topográficos ni de las estructuras, debido a: su baja altura, la incidencia vertical del sol a la hora de la captura del satélite y la resolución de las escenas, ya que un pixel equivale a un área de 30 m x 30 m.

El satélite Landsat al realizar el escaneado, el sensor delinea un patrón de zigzag que provoca un bandeo o efecto gaps en la imagen, que son esas líneas negras inclinadas, por lo tanto, se aplicó una metodología para eliminar este bandeo, utilizando el programa ENVI Classic versión 5.0 y el comando Landsat gapfill, la Figura 2 muestra la imagen con y sin error.

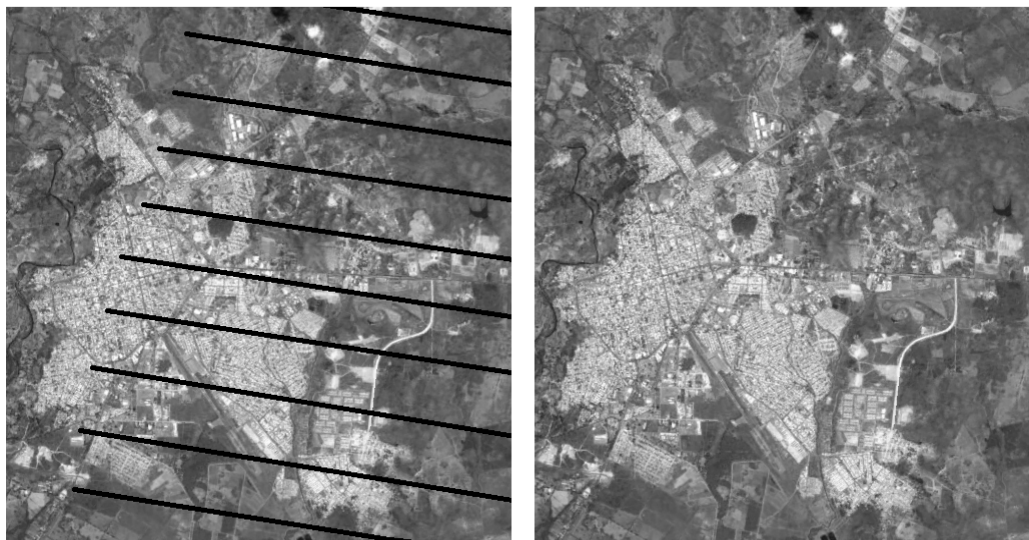


Figura 2.- Imagen Landsat 7 ETM+ en la zona de estudio, con bandeo (izquierda) y sin bandeo (derecha).

Metodología

Para la determinación de la temperatura superficial se utilizó el programa ENVI Classic 5.0, para el apilamiento (unión de bandas) de las imágenes y el ERDAS Imagine 14.0 para el procesamiento de las imágenes. En la Figura 3, se indica de manera general el procedimiento empleado, que es una fracción del método de la SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm For Land), desarrollado por Bastiaanssen, et. al [1], para el cálculo de la evapotranspiración.

Resultados y discusión

Los valores estimados de temperatura superficial (TS) de las imágenes de satélite indican los puntos de temperaturas altas y más bajas en toda la ciudad y sus alrededores para los años 2004 y 2016 (Figura 4). Las imágenes estudiadas presentaron diferencias en la TS promedio de la ciudad y aquellas áreas adyacentes, algunas de ellas con vocación agrícola y otras simplemente terrenos baldíos o ejidos municipales, con un rango entre 27,0 – 30,0 °C para el casco urbano y de 30,0 – 33,0°C en la periferia en el año 2004, mientras que para el año 2016, estos rangos incrementaron a 30,0 – 33,0°C y 33,0 – 36,0°C, respectivamente.

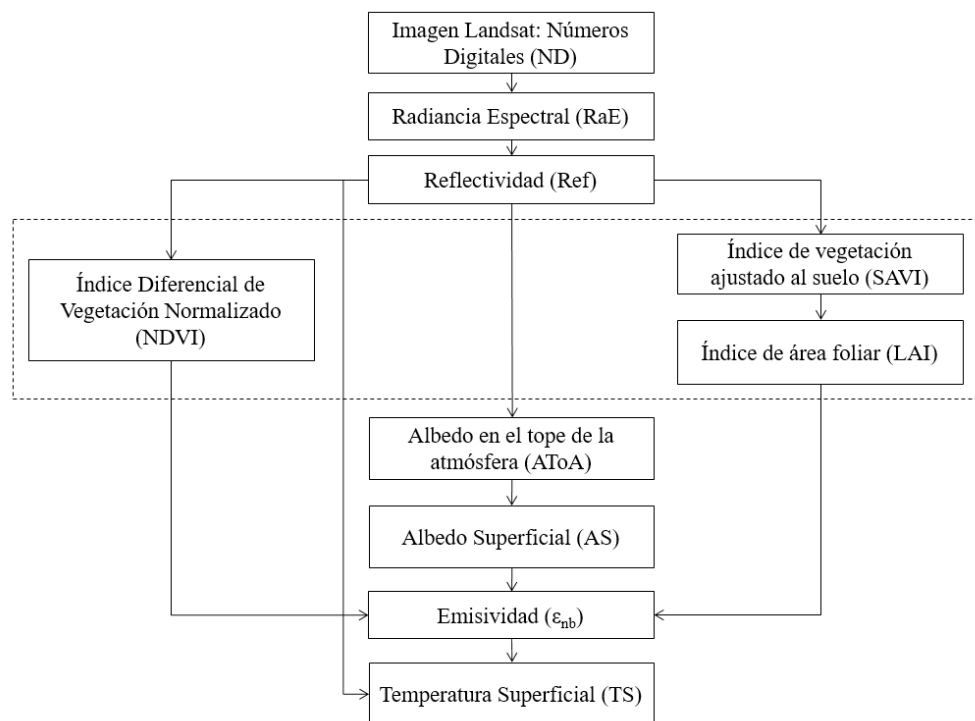


Figura 3.- Esquema general de la secuencia de cálculos a utilizar.

Fuente: Adaptado de Bastiaanssen, *et. al* [1].

Las temperaturas máximas tanto para el año 2004 y 2016, de 37,0°C y 46,0°C respectivamente (Figura 4), no ocurrieron en áreas pavimentadas o edificadas, sino en terrenos desnudos, productos de la sequía o de

incendios forestales, similar a lo encontrado por García [7] y Pérez *et al.* [11]. La mayor diferencia de TS entre el área urbana y la periferia fue más de 12,0°C para el 2004 y 18,0°C para el año 2016.

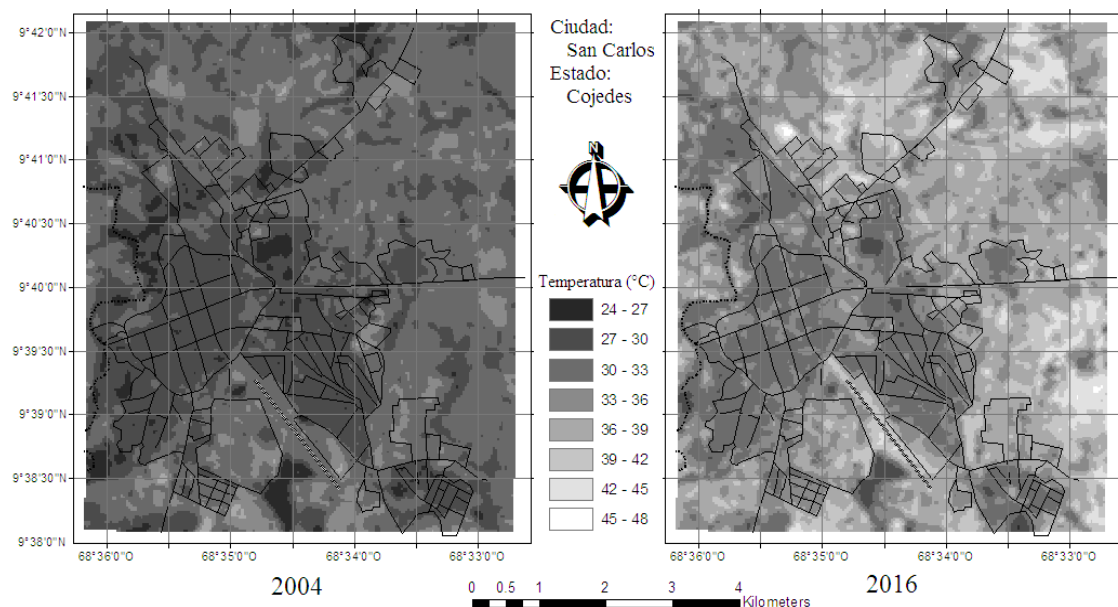


Figura 4. Temperaturas superficiales (°C) calculadas a partir de imágenes LANDSAT 7 ETM+ para los años 2004 (izquierda) y 2016 (derecha).

Las temperaturas más bajas dentro de la ciudad ocurrieron en pequeñas arboladas ubicadas al sur y centro de la Figura 4, correspondiente al sureste de la zona industrial y las plantaciones de mango (*Mangifera indica L*) en el Barrio La Mapora. En la Figura 5, se observa la cercanía que se encontraron zonas con bajas y altas temperaturas, con las plantaciones del citado Barrio y un terreno baldío adyacente a la Avenida Universidad, con temperaturas de 27,5°C y 43,0°C, respectivamente, para el año 2016 (25,0°C y 35,5°C para el año 2004).

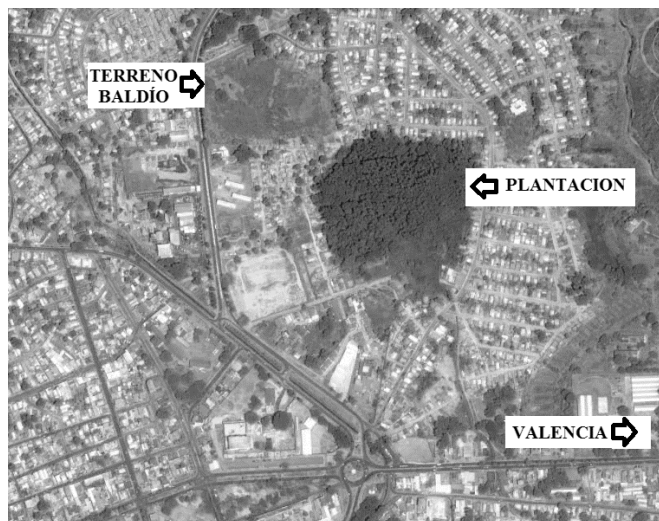


Figura 5.- Detalle de temperaturas mínimas y máximas en la ciudad de San Carlos.

Fuente: Adaptado de Google [8].

Consideraciones finales

En base al análisis de las dos escenas estudiadas, del 26 de Febrero de 2004 y del 27 de Febrero de 2016, se realizan los siguientes aportes:

El estudio de la temperatura superficial suministra información excelente para el análisis del entorno urbano, así como el apoyo en diversos procesos de toma de decisiones para la planificación y desarrollo de la ciudad. La investigación identificó que las zonas de más altas temperaturas, para el mes de febrero de los años 2004 y 2016, no se encontraron en las áreas urbanizadas, se localizan en las periferias, en terrenos desprovistos de cobertura vegetal.

Las magnitudes obtenidas de TS, como el incremento en las medias en más de 3°C entre 2004 y 2016, además de la máxima diferencia térmica entre el área urbana y la periferia, +12°C para el 2004 y +18°C para el año 2016, contrastadas con las registradas en zonas arboladas (25°C en 2004 y 29°C para 2016), indican que la planificación de espacios verdes en las zonas urbanas,

resultan de notable beneficio que deben considerarse en la planificación previamente indicada.

Referencias Bibliográficas

- [1] BASTIAANSSEN, Wim; WATERS, Ralf; ALLEN, Richard; TASUMI, Masahiro; TREZZA, Ricardo. (2002). **SEBAL Surface Energy Balance Algorithms for Land**. Idaho Implementation. Advanced Training and Users Manual. NASA EOSDIS/Synergy grant from the Raytheon Company through The Idaho Department of Water Resources. p.p. 98.
- [2] BRACHO, Carlos; ORTEGA, Amalia. (2011). Tecnología espacial y su utilización en el desarrollo de las naciones: propuestas para el caso venezolano. **Multiciencias**. 11 (1), 92–99.
- [3] CHEN, Xiao; ZHAO, Hong; LI, Ping; YIN, Zing. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. **Remote Sensing of Environment**. 104 (2), 133–146.
- [4] CORDERO, Adriana. (2014). Microclima y confort térmico urbano. Análisis sobre la influencia de la morfología del cañón urbano. Caso de estudio en los barrios El Raval y Gracia, Barcelona. Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. p.p. 112.
- [5] CÓRDOVA, Karenia. (2011). Geotecnología espacial aplicada al estudio del clima urbano: Análisis térmico superficial en la ciudad de Caracas-Venezuela. **Revista Geográfica Venezolana**. 52(2): 31-46.
- [6] CORREA, Érika; FLORES, Luis; LESINO, Gabriela. (2003). Isla de calor urbana: efecto de los pavimentos. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**. AVERMA N° 2(7): 25-30
- [7] GARCÍA, Rafael. (2007). Los sensores remotos y su aplicación en la meteorología: un estudio de caso. XVI Congreso Internacional de Meteorología, Edición Internacional. Organización Mexicana de Meteorólogos A.C. (OMMAC), Veracruz. México. 10 pp.
- [8] GOOGLE. (2016). Mapa de Venezuela en Google Maps. (Página Web). Disponible: <https://www.google.com.co/maps/> [consulta: 2015, diciembre 12].
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. (s/f). Estadísticos Básicos. Temperatura y humedades relativas máximas y mínimas. 96 pp.
- [10] PAREDES, Franklin. (2009). **Nociones elementales de la climatología y hidrología del estado Cojedes**. Publicaciones del Área de Estudios de Postgrado. Serie Investigación. No. 1. UNELLEZ-San Carlos. Cojedes, Venezuela. p.p. 262.

- [11] PÉREZ, María; GARCÍA, María; GUERRA, Ana. (2003). Análisis del clima urbano a partir de imágenes de satélite en el centro peninsular español. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense**. 23: 187-206.
- [11] TUMINI, Irina. (2010). Estrategias para reducción del efecto isla de calor en los espacios urbanos. Estudio aplicado al caso de Madrid. Congreso Internacional Sustainable Building. Madrid. España. 15 pp.
- [13] USGS. (2016). Landsat Archive. LANDSAT 7 ETM+ SLC-off (2003-present). United States Geological Survey. [Online] En <http://earthexplorer.usgs.gov/> [Consulta: julio 15, 2016].
- [14] VOOGT, James; OKE, Tim. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**. 86(3): 370–384.
- [15] WARDANA, Kasuma. (2015). Analysis of Urban Surface Temperature for Green Spaces Planning in Bandung City, Indonesia. University of Twente Faculty of Geo-Information and Earth Observation (ITC). 89 pp.
- [16] ZHOU, Guoqing; CHEN, Weirong; FAN, Dongming; CEN, Minyi. (2005). Multi-variables analysis of urban surface temperature. ASPRS 2005 Annual Conference: Geospatial Goes Global: From Your Neighborhood to the Whole Planet. Baltimore, Maryland. 9 pp.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

Multiciencias

Vol 16, Nº 4

*Edición por el **Fondo Editorial Serbiluz.***

Publicada en noviembre de 2016.

Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela

www.luz.edu.ve

www.serbi.luz.edu.ve

produccioncientifica.luz.edu.ve