

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO RECIENTE DE LA CIUDAD DE MÉRIDA- ESTADO MÉRIDA: CALENTAMIENTO LOCAL

ANALYSIS OF RECENT CLIMATE CHANGE IN THE CITY OF MERIDA- MERIDA STATE: LOCAL WARMING

Guerrero C., G.¹, Camargo M., M. G.², Guerrero C., O. A.³ y Guerrero, O.⁴

Recibido: 6-3-10; Aprobado: 22-3-10.

RESUMEN

El presente trabajo trata de continuar con las observaciones e investigaciones sobre las causas y consecuencias del retroceso glaciar para la Sierra Nevada de Mérida, realizado a través de una metodología que permitió además de procesar y analizar información histórica, estadística y aerofotográfica, evaluar una serie de datos de climatológicos de las estaciones de la sección Mérida-Pico Espejo, para un periodo de cincuenta años, con el propósito de reconocer los cambios temporales y espaciales de las variables temperatura, precipitación y evapotranspiración. El análisis de estas variables que permitió reconocer el grado de influencia que presentan los cambios climáticos globales y antropogénicos que permitieron el proceso de deshielo en la Sierra Nevada de Mérida, así como un eventual cambio climático significativo para la ciudad de Mérida, obteniéndose para el periodo 1951-2007 una tendencia a un incremento sostenido de la temperatura que alcanza 1,6 °C. En base a los resultados de los climogramas realizados bajo el procedimiento de climas de Thornthwaite para la estación de Mérida (FAV) entre los periodos 1950-2000 se concluye que la ciudad de Mérida y sus áreas de influencia ha experimentado un cambio climático de Perhúmedo-mesotérmico (AB2') durante el periodo 1950-1960 a Perhúmedo-mesotérmico (AB3') para los periodos 1960-1970 y 1970-1980, lo cual indica un incremento en la tasa de evapotranspiración. Para el periodo 1980-1990 el clima sufre un cambio importante a Húmedo-Mesotérmico (B3B3') caracterizado por una disminución de la precipitación y un incremento en la tasa de evapotranspiración.

Palabras claves: Andes venezolanos, cambio climático local, ciudad de Mérida.

ABSTRACT

This work is continuing with the observations and research on the causes and consequences of glacier retreat in the Sierra Nevada de Mérida, conducted through a methodology that allowed further processing and analysis of historical information, statistics and aerial, study a data series of climatological stations of the Mérida-Pick Espejo section for a period of fifty years, to recognize the temporal and spatial changes of the temperature, precipitation and evapotranspiration variables. The analysis of these variables allowing to recognize the degree of influence presented by local climate changes and anthropogenic process that allowed the melting in the Sierra Nevada de Mérida, as well as any significant climate change for the city of Merida, obtaining for the period 1951-2007 a trend of a sustained increase in temperature reaching 1,6 °C. Based on the results of the Thornthwaite's climate procedure for Mérida weather station (FAV) from the period 1950-2000 concluded that the city of Merida and its areas of influence has changed from Perhumidity mesothermic (AB2') during the period 1950-1960 to Perhumidity-mesothermic climate (AB3') for the periods 1960-1970 and 1970-1980, which indicates an increase in the rate of evapotranspiration. For the 1980-1990 period, the climate undergoes a major change to wet-mesothermic climate (B3B3') characterized by a decrease in precipitation and an increase in the rate of evapotranspiration.

Key words: Local climate change, Merida city, venezuelan Andes.

INTRODUCCIÓN

Las estaciones climatológicas de la sección Mérida-Pico Espejo, presentan los datos meteorológicos más completos de la región andina, los cuales fueron empleados para realizar un análisis climatológico a través del estudio estadístico de la temperatura y precipitación para el periodo 1950-2007, igualmente se determinó el clima a partir del balance hídrico de la estación Mérida, mediante la obtención de la evapotranspiración potencial (ETP) y el índice hídrico anual, empleando para tal fin, la metodología propuesta por W. Thornthwaite (1962, Silva, 1992) que permite determinar el clima de una región.

La variable temperatura fue estudiada exclusivamente para la estación Mérida (FAV), debido a que es la única que presenta registros continuos desde 1950 hasta el 2007 (Figura 1); este

periodo de tiempo es bastante representativo para hacer estudios climatológicos y de variaciones de temperatura en

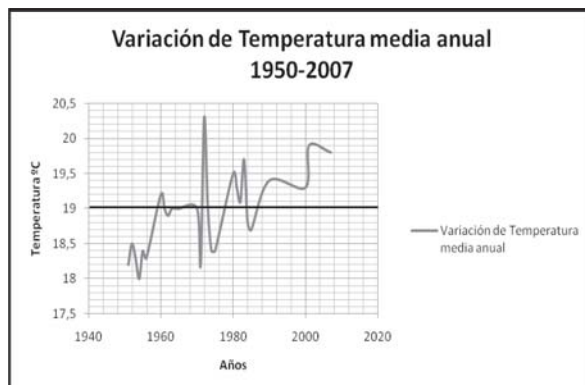


Figura1. Variación de la temperatura media anual 1950-2007, se aprecia una variación importante durante los años 1970, donde se supera la temperatura media de 19 °C.

¹ Br. Universidad de Los Andes (ULA). e-mail: gabrielguerreroCamargo@hotmail.com; ²Geog^o, Dra. ULA. e-mail: gabicam2000@yahoo.es; ³Br. ULA. e-mail: omargc_91@hotmail.com; ⁴Geog^o, MSc, Instituto de Geografía y Conservación (IGCRN). ULA. e-mail: oguerre@ula.ve

zonas de montaña (Matos, 1985).

En la figura 1 se puede observar el aumento de temperatura media entre el período 1951-2007. En 1951 la temperatura media superaba escasamente los 18°C aumentando en los años siguientes con altibajos.

La temperatura media se incrementa 8,7% entre 1951 y 2007. La diferencia del período es de 1,6 °C, determinando que en el año 1951 la temperatura era de 18,2 °C y en el año 2007 alcanzó los 19,8 °C. Estas variaciones de la temperaturas están influenciadas por los registros de los ciclos de máxima intensidad de las manchas solares, las cuales tiene un periodo de aproximadamente 11 años (Silva, 1992), así como también por el proceso de desarrollo urbano que ha experimentado la ciudad de Mérida, en especial la inflexiones de la temperatura registradas para final de los años 60 e inicio de los 70 con el incremento de infraestructura vial y urbana (Vivas, 1971).

En vista de este comportamiento irregular y abrupto de la temperatura a los finales de los ochenta y principios de los noventa y debido a la importancia del comportamiento de esta variable en las variaciones del gradiente alto térmico para el área de estudio, se procedió a realizar una discriminación de los datos de temperatura para diferentes periodos, con el propósito de precisar los cambios temporales de esta variable, se obtuvieron los resultados siguientes:

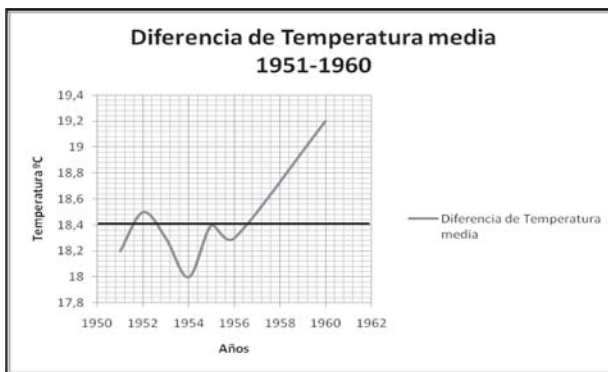


Figura 2. Diferencia de temperatura para el período 1951-1960, se muestra incremento al final del período de 0,8°C, siendo la media para el período de 18,4 °C.

En la figura 2 se observa una importante variación de la temperatura con respecto al valor medio de 18,4°C del período 1951-1960, con una diferencia de 1,2°C, con respecto a la temperatura media anual del año 1950. Estas variaciones definen cuatro años (1951, 1953, 1954 y 1956) con medias anuales inferiores a la media del período, lo cual puede ser un efecto generado por la zona de Convergencia Intertropical afectada por el período atmosférico de La Niña, lo cual produce perturbaciones en la troposfera, trayendo como consecuencia una disminución de la temperatura (Vivas, 1971). Un segundo grupo está representado por los años 1952, 1958, 1959 y 1960, con medias anuales superiores a la media del período, las cuales se pueden considerar como incrementos de la temperatura causada probablemente por fenómenos atmosféricos locales, relacionados con el incremento de la infraestructura urbana, mientras que en los años 1955 y 1957 se mantienen dentro del rango de la media para el período. De manera general la tendencia es a un incremento de la temperatura en 5,5%.

El análisis de la temperatura media anual para el período 1960-1980 (Figura 3), muestra cambios bruscos interanuales y

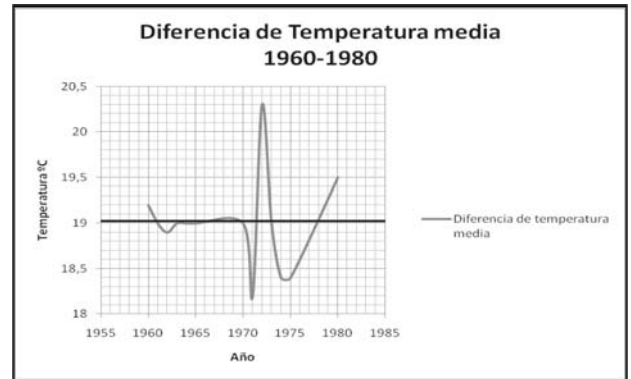


Figura 3. Los años 1971 y 1972 muestran un incremento en la temperatura media anual de 2,3 °C, siendo la temperatura media para el período de 19 °C.

variaciones escasas de temperatura con respecto al valor medio (19°C).

El período de 1960 a 1970 la temperatura media anual se mantiene muy cercana a la media (19 °C). Las variaciones bruscas de la temperatura media anual se presentaron en los años 1971 y 1972, las cuales arrojan una variación de 2,1°C, que representa un aumento de 11,5%. Estos años coinciden con la construcción del Hospital Universitario H.U.L.A, lo cual pudo haber originado este notable cambio en la temperatura media anual de Mérida, producto de un posible cambio en el microclima existente para ese entonces en el aeropuerto, donde está ubicada la estación meteorológica de la Fuerza Armada venezolanas, así como también, con un máximo de ciclo de manchas solares (Figura 4). A partir del año 1975 la temperatura media anual tiende a aumentar, para terminar en 19,5 °C en 1980.

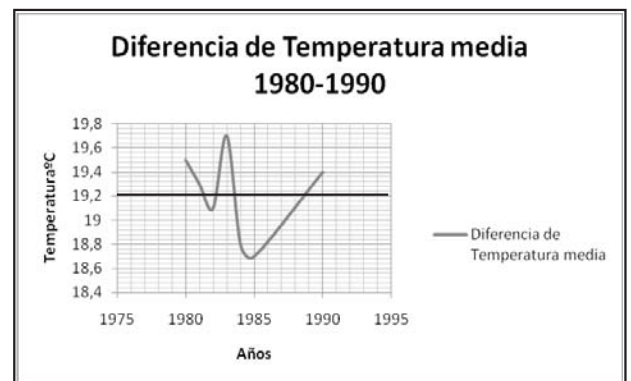


Figura 4. La temperatura media es de 19,2 °C. Se incrementa en un 0,2 °C, con respecto al decenio anterior.

En la figura 5 se puede apreciar una variación de temperatura interanual de 1 °C con tendencias a una disminución de la temperatura de manera general, coincide con un mínimo de manchas solares, finalmente para el período 1990-2007 las variaciones de temperatura interanual son de 0,6 °C, con una media de 19,6°C.

De manera general a partir del año 2000, se presenta una estabilidad de las variaciones interanuales progresivas a disminuir. Este comportamiento que puede estar condicionado a procesos astronómicos relacionados con el ciclo de manchas solares que presenta una distribución similar al observado para las temperaturas medias anuales durante el período 1990-2007

(Figura 6).

INTERPRETACIÓN DE LOS CLIMOGRAMAS PARA LA CIUDAD DE MÉRIDA

El análisis de los climogramas para la estación de Mérida (FAV) fue realizado bajo el mismo criterio de estudio que se empleó para el tratamiento de la variable temperatura, siendo factor fundamental la obtención de las precipitaciones medias anuales y la determinación de la evapotranspiración (ETP); esta última a partir de la aplicación de ecuaciones que están relacionadas con la posición geográfica de la estación meteorológica en estudio, la tasa de radiación solar, el índice calórico anual y las variaciones de las reservas de agua, las cuales permiten determinar el índice hídrico anual que junto con la ETP, permiten reconocer las variaciones climáticas que han sufrido la región de estudio.

En la figura 7 se muestra el climograma para la estación Mérida en el período 1950-1960, donde se reconoce que la precipitación media mensual tiene un comportamiento bimodal con máximos en el mes de mayo y octubre, relacionados con temporadas de precipitaciones de nieve en las zonas montañosas de la Sierra Nevada de Mérida, mientras que los mínimos de precipitación se observan para los meses de febrero, marzo y julio. Por otra parte, la ETP obtenida refleja una variación entre los 5 a 8 cm. De tasa intermensual con máximos en el periodo de mayo a octubre y mínimos de enero a febrero, es de hacer notar que los máximos de ETP corresponden con los máximos de precipitación, solamente en el mes de febrero-marzo se experimenta un déficit de la precipitación donde la evapotranspiración se compensa con la utilización del agua existente en la reserva de los suelos, o lo que se denomina nivel freático. Mientras que los meses restantes para este periodo la precipitación supera la tasa de ETP; el comportamiento de estas variables para este periodo define un clima para la ciudad de Mérida, según Thornthwaite del tipo perhúmedo-mesotérmico (Ab2').

Para el período 1960-1970 que se observa en la figura 8, el comportamiento es bastante similar al presentado en la década anterior, sin embargo se aprecia un incremento en la precipitación donde los máximos triplican la tasa de evapotranspiración, llegando a alcanzar un comportamiento bimodal simétrico, especialmente los meses de mayo y octubre, siendo este último, el más favorecido en cuanto al incremento de la precipitación. Es de notar que los meses de escasa precipitación representados en esta década por los meses de febrero y marzo involucran parte del mes de enero, por lo tanto se interpreta una mayor utilización del agua de la reserva del suelo, debido a que existe un incremento en la tasa de ETP; esto es sin duda un reflejo del incremento de la temperatura que está experimentando la ciudad de Mérida, el balance hídrico permite definir un clima del tipo Perhúmedo-Mesotérmico (AB3') que se interpreta como el resultado de un incremento de 1,2 cm en la tasa de evapotranspiración de este periodo de esta década con respecto a la década anterior. Para el período 1970-1980 (Figura 9), el comportamiento de la precipitación y ETP es similar al de la década de los años 1960-70, manteniéndose las mismas condiciones climáticas (Perhúmedo-Mesotérmico: Ab3').

Sin embargo, se aprecia una escasa disminución de la precipitación media anual para el mes de mayo, localizándose por debajo de los 25 cm, mientras que el mes de octubre se mantiene por encima de este valor. Esta disminución puede deberse a un avance del efecto Foehn (efecto de desecación orográfica), debido al efecto de vientos secos y cálidos proveniente de las zonas de Lagunillas de Mérida, que avanzan progresivamente hacia las zonas altas de Ejido y Mérida.

La década correspondiente a los años 1980-1990 se observa en la figura 10, donde se aprecia una disminución notable de la precipitación en los picos de mayo y octubre, los cuales se mantienen por debajo de 23 cm., los meses secos son más expresivos llegándose a utilizar la reserva de agua del suelo en el primer trimestre del año y generando condiciones de equilibrio entre la tasa de

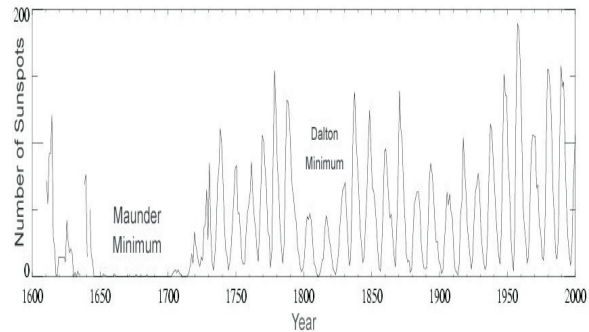


Figura 5. Distribución de las manchas solares durante el periodo 1600-2000 (Tomado de University Corporation for Atmospheric Research-UCAR, 2007).

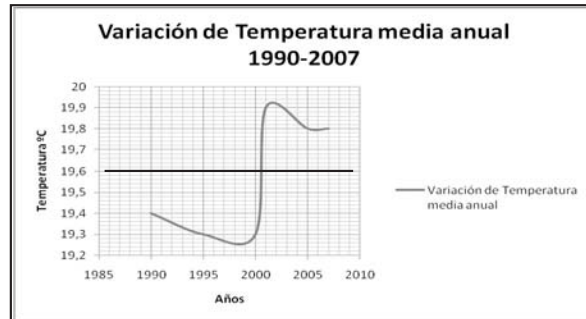


Figura 6. La temperatura media anual es de 19,6 °C., representa un incremento de 0,4 °C, con respecto al decenio anterior.

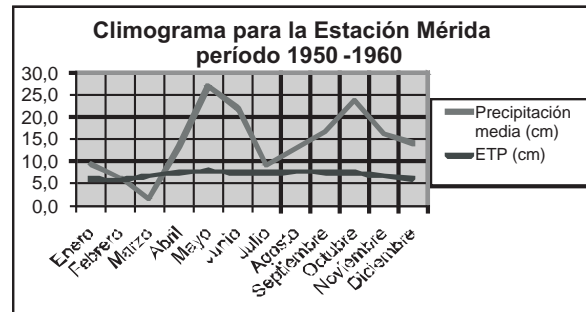


Figura 7. Climograma para la estación Mérida. Período 1950-1960.

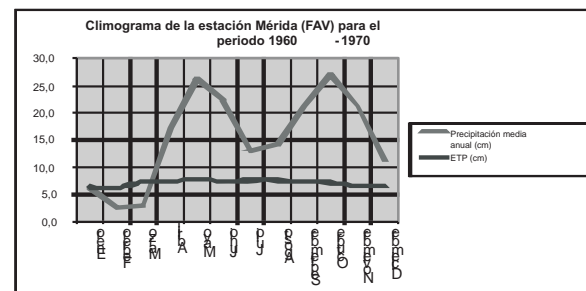


Figura 8. Climograma de Estación de Mérida. Período 1960-1970.

ETP y precipitación en el mes de julio, lo cual permite dividir los periodos lluviosos en dos grandes secciones: uno correspondiente al segundo trimestre del año y el otro, al último trimestre del año. La tasa de evapotranspiración en estos dos periodos se incrementa en 1,6 cm, lo cual permite que se produzca en la ciudad de Mérida un cambio climático de Perhúmedo-Mesotérmico (AB3') para la década 70-80 a un clima Húmedo-Mesotérmico (B3B3') para la década del 80-90; este comportamiento se puede observar en el comportamiento de la temperatura para estos mismos años (Figura 5). Finalmente el periodo 1990-2000 (Figura 11), presenta un comportamiento climatológico similar al de la década anterior, manteniéndose el clima de Húmedo - Mesotérmico (B3B3'). Para este periodo existe, sin embargo, una distribución de la variable precipitación que difiere de las décadas anteriores, donde se puede observar una recuperación de la precipitación media anual para los meses de mayo y octubre, mientras que se observa disminución de la precipitación para los meses de junio y julio en los cuales la ETP, demanda el agua de la reserva de suelo para compensar en déficit; por otra parte el equilibrio entre la precipitación y la ETP involucra los meses de diciembre, además del primer trimestre del año, donde inclusive el mes de abril presenta un ligero porcentaje de precipitación que supera a la ETP. Los autores consideran que esta variación de la precipitación que sugiere una disminución progresiva y un avance de los meses secos del año se deben al efecto Föhn anteriormente mencionado, al ciclo de manchas solares y a cambios climáticos locales relacionados con el incrementos de la población, infraestructura y vehículos automotores.

Análisis de la población y de vehículos automotores para el estado MÉRIDA

El crecimiento poblacional del estado Mérida en los últimos 70 años ha sido constante, llegando a alcanzar un diferencial de más de 536.000 habitantes para el periodo 1936-2001 (INE, 2003). Sin embargo el crecimiento más vertiginoso ocurre a finales de la década de los 70 y principios de los 80 (Figura 12), estimulado en parte por los ingresos petroleros y el crecimiento urbanístico; expresado, en el área metropolitana de Mérida, por la construcción de edificios de hasta ocho pisos.

Este crecimiento poblacional está aunado a las necesidades de desarrollo de infraestructura vial y de servicios demandada por la población. Por tal motivo el estado Mérida sufrió un incremento vehicular entre el periodo 1997-2001 que representa un porcentaje 20,02% (Figura 13). Este crecimiento vertiginoso de vehículos automotores está ligado a políticas gubernamentales y a un incremento de gastos públicos. Por tal motivo es evidente un incremento de CO₂ a la atmósfera.

CONCLUSIONES

La variable temperatura ha mostrado en el periodo 1951-2007 una tendencia a un incremento sostenido, la cual ha alcanzado un aumento de la temperatura media en 8,7% en el periodo señalado. La diferencia del periodo es de 1,6 °C, determinando que en el año 1951 la temperatura era de 18,2 °C y en el año 2007 alcanzó los 19,8°C.

Según los balances hídricos realizados y los climogramas obtenidos para la estación de Mérida (FAV) entre los periodos 1950-2000 se concluye que la ciudad de Mérida y sus áreas de influencia ha experimentado un cambio climático de Perhúmedo-Mesotérmico (AB2') durante el periodo 1950-1960 a Perhúmedo-mesotérmico (AB3') para los periodos 1960-1970 y 1970-1980, lo cual indica un incremento en la tasa de evapotranspiración. Para el periodo 1980-1990 el clima sufre un cambio importante a Húmedo-Mesotérmico (B3B3') caracterizado por una disminución de la precipitación y un incremento en la tasa de evapotranspiración.

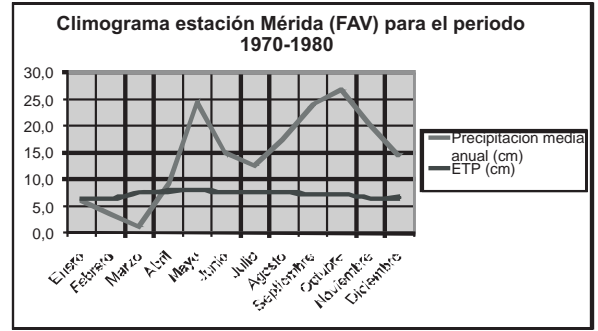


Figura 9. Climograma de Estación de Mérida. Periodo 1970-1980.

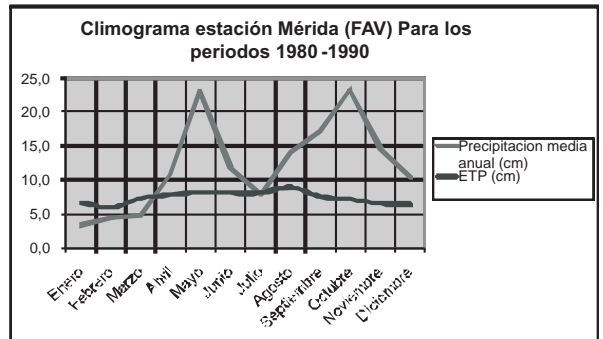


Figura 10. Climograma de Estación de Mérida. Periodo 1980-1990.

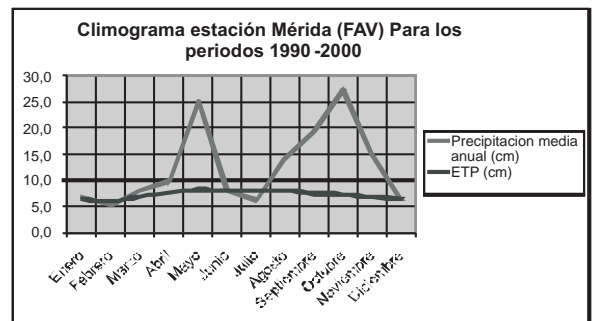


Figura 11. Climograma de Estación de Mérida. Periodo 1990-2000.

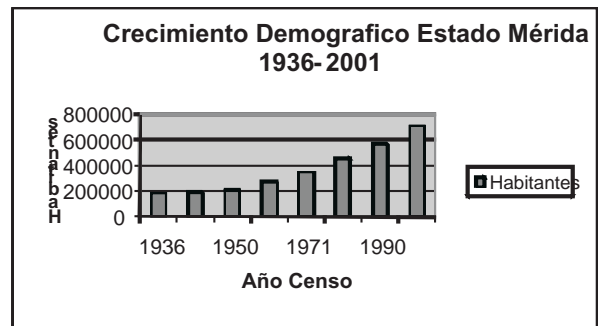


Figura 12. Crecimiento poblacional para el estado Mérida periodo 1936-2001. Fuente: Censos nacionales 1936-2001 (INE, 2003).

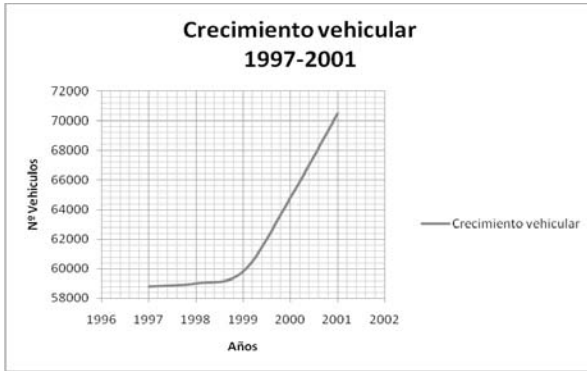


Figura13. Crecimiento vehicular 1997-2001 en el estado Mérida. Fuente: Anuario estadístico de Venezuela, 2001. (INE, 2003).

AGRADECIMIENTO

Personal de la sala de climatología FAV, Aeropuerto de Mérida, CDCHT-ULA y al Grupo TERRA.

REFERENCIAS

- INE (2003). *Anuario estadístico de Venezuela 2001*. Ministerio de Planificación y Desarrollo. Caracas. Venezuela.
- Matos Freddy. (1985). *Zonificación y reglamentación de uso del parque nacional Sierra Nevada (Estados Mérida y Barinas)*. Universidad de los Andes. Escuela de Geografía. Mérida. Venezuela.
- Silva, G. (1992). *Nevada media anual en los Andes merideños*. Trabajo de ascenso, Universidad de los Andes, Mérida.
- Vivas, P. (1971). *Variaciones de los elementos climatológicos a lo largo del corte Mérida-Pico Espejo*. Universidad de los Andes. Mérida.
- University Corporation for Atmospheric Research UCAR (2007). <http://www.windows.ucar.edu/>

FUNDA GEOMINAS

FUNDACIÓN DE AMIGOS Y EGRESADOS DE LA ESCUELA DE GEOMINAS DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

RIF: J-30155235-0 CON SULTORA AMBIENTAL: RCA-052 RECON-JAMIB Nº: CNS-0001

Filosofía

Servicios

Actividades

Contáctenos

Fundageominas, 2008-2010

<http://www.fundageominas.org.ve>