

Observaciones pluviométricas en San Antonio de los Altos (Estado Miranda) durante los meses de enero a agosto de 2007

Sergio Foghin Pillin y Zully Millán
UPEL - Instituto Pedagógico de Caracas

Resumen

En este trabajo se describen las condiciones pluviométricas en la localidad de San Antonio de los Altos (Los Castores), durante el lapso enero-agosto de 2007. Se realiza, además, una comparación de los registros diarios de la estación pluviométrica de Los Castores y de la estación de Parque El Retiro, ubicada aproximadamente a dos kilómetros de distancia. La comparación de los datos diarios de las estaciones de Los Castores y de Parque El Retiro, permite concluir que ambas series, a pesar de la cercanía de los puntos de medición, presentan diferencias estadísticamente significativas al 5%, lo cual subraya la influencia de los factores locales sobre la distribución espacial de las lluvias en regiones montañosas. **Descriptor:** Venezuela, San Antonio de los Altos, Pluviometría.

Rainfall Records in San Antonio de los Altos (Miranda State) for the period January to August 2007

Resumen

This work describes the rainfall conditions in the locality of San Antonio de los Altos-Los Castores, during the lapse January-August of 2007. In addition, a comparison is made of the daily entries of the rainfall station of Los Castores and the station of Parque El Retiro, located approximately two kilometers apart. The comparison of the daily data of the stations of the Los Castores and Parque El Retiro allows to conclude that both series, in spite of the proximity of the measurement points, display statistically significant differences to 5%, which emphasizes the influence of the local factors on the space distribution of rain in mountainous regions.

Key words: Venezuela, San Antonio de los Altos; Rainfall.

* Recibido: marzo 2007.

Aceptado: mayo 2007.

Introducción

Las regiones montañosas presentan características climatológicas propias, tanto debidas a la interacción de los vientos dominantes con el relieve y a los efectos de la elevación en sí misma (Nieuwolt, 1982; Barry, 1992; Hastenrath, 1994), como también por la influencia de la pendiente topográfica sobre el intercambio de humedad, calor y momento, entre la superficie y la atmósfera libre (Oke, 1981; Weigel, Chow y Rotach, 2007). De aquí que en estas regiones puedan presentarse variaciones importantes en los montos de precipitación entre estaciones muy cercanas. Al igual que otras condiciones climatológicas controladas por factores locales, estos efectos han sido muy poco estudiados en Venezuela, a pesar de que, hace ya muchos años, Pablo Vila resaltara la importancia del relieve como factor climático cuando señalaba "El relieve venezolano [...] influye grandemente en los factores meteorológicos que sobre él actúan. La variedad de la topografía, origina en el clima diferenciaciones regionales y comarcales..." (1960, p. 159).

Como contribución al conocimiento de algunas de las referidas variaciones, en este trabajo se describen las condiciones pluviométricas en la localidad de San Antonio de los Altos-Los Castores, durante el lapso enero-agosto de 2007. En términos

climatológicos, los cuatro primeros meses de este período abarcan la estación seca, mientras que los otros cuatro meses comprenden el inicio y la culminación de la estación lluviosa. Se realiza, además, una comparación de los registros diarios de la estación pluviométrica de San Antonio de los Altos-Los Castores (Latitud: 10°22,27'N - Longitud: 66°58,00'W - Altitud: 1.400 m/nm - Observador: S. Foghin) con los de la estación de San Antonio de los Altos-Parque El Retiro, ubicada aproximadamente a dos kilómetros de distancia de la primera (Latitud: 10°21,34'N - Longitud: 66°57,59'W - Altitud: 1.430 m/nm - Observador: R. Padrón).

La población de San Antonio de los Altos, capital del municipio Los Salias del Estado Miranda, se encuentra localizada al sur-suroeste de Caracas (figuras 01 y 02), en una región montañosa, a una altitud aproximada de 1.400 metros sobre el nivel del mar, ubicada en el límite superior del piso térmico subtropical, con valores anuales aproximados de temperatura máxima media, media y mínima media de 24 C, 19 C y 15 C, respectivamente (Goldbrunner, 1976). El tipo pluviométrico, determinado por la influencia estacional de la Convergencia Intertropical, se ajusta al denominado "costero montano" (Foghin, 2002), en el que se observa una máxima principal en el mes de junio y una secundaria en el mes de octubre, con un monto anual medio de precipitaciones de unos 1.200 milímetros (figura 03).

Los citados datos pluviométricos provienen de las observaciones efectuadas por S. Foghin desde abril de 1984 en la estación de San Antonio de los Altos-Los Castores y constituyen la serie de registros más extensa disponible para la localidad. Las estaciones más cercanas para las cuales existen registros de precipitación son Altos de Pipe (IVIC) y San Diego de los Altos, con un período de 30 años (1954-1983).

En San Antonio de los Altos el relieve se caracteriza por pendientes fuertes y la litología está conformada por rocas metamórficas foliadas, fuertemente tectonizadas e intensamente meteorizadas.

Las actividades agrícolas, que constituyeron la base económica dominante desde la fundación del poblado, en tiempos coloniales, hasta hace pocas décadas, fueron gradualmente desplazadas por el uso urbano-industrial del espacio. Estos cambios se aceleraron en los últimos años, por lo que el municipio presenta en la actualidad una alta densidad poblacional, mientras que las actividades del sector primario sólo subsisten en pequeños espacios aislados.

Cabe señalar también que en las tierras altas del municipio Los Salias se encuentran las nacientes de algunos cursos de agua que drenan hacia el embalse de La Mariposa, como es el caso de la quebrada Potrerito.

Las condiciones descritas determinan un considerable grado de vulnerabilidad del área en lo tocante a problemas de erosión, procesos de vertientes e inundaciones, por lo que el estudio de la climatología local y en particular de la pluviometría, reviste un considerable interés geográfico.

Objetivos

1) Caracterizar las condiciones pluviométricas locales durante los meses de enero a agosto de 2007, a partir de las observaciones diarias realizadas en la estación de San Antonio de los Altos-Los Castores.

2) Comparar los registros de precipitación de las estaciones San Antonio de los Altos-Los Castores y San Antonio de los Altos-Parque El Retiro, con base en las observaciones diarias realizadas durante el lapso enero-agosto de 2007.

Materiales y métodos.

Los registros utilizados en este trabajo proceden de dos instrumentos diferentes. En la estación de Los Castores las observaciones se efectúan con un pluviómetro de cántaro Will Lambrecht, con resolución de 0,1 mm, cuyos datos diarios se registran manualmente en planillas mensuales, mientras que en la estación de Parque El Retiro funciona un sistema automático Davis Vantage Pro2 Plus Wireless, con resolución de 0,2 mm. En este caso los datos son archivados en forma digital.

Hay que señalar que las lecturas del pluviómetro de cántaro no se realizan a horas fijas, lo cual pudiera acarrear ciertas diferencias en las medidas entre ambos pluviómetros.

Por lo que respecta al método utilizado se procedió al vaciado de los datos en hojas Excel y en el paquete SPSS, versión 12.0 para Windows. Se realizaron tablas y gráficos estadísticos para su descripción y se aplicó la prueba de t de Student para la comparación de medias entre las dos estaciones. Se utilizó un nivel de significación a de 5%.

Presentación y discusión de resultados

En la estación de San Antonio-Los Castores, la temporada de sequía de 2007 presentó un total de 95 días sin precipitación apreciable, prolongándose por doce días hasta el trece de mayo cuando se presentó el primer chaparrón de la temporada lluviosa (10, 2 mm).

La estación seca se vio interrumpida por tres episodios lluviosos de tres días de duración cada uno, con montos globales superiores a los 15 mm, en cada caso.

El evento pluviométrico del 18 de abril fue el más importante de los tres. Estuvo asociado a una línea de inestabilidad en altura, apreciable en la topografía absoluta de 500 mb, la cual se desplazó sobre el territorio venezolano de oeste a este. Sus efectos se extendieron a gran parte del área metropolitana y ocasionaron diferentes situaciones de emergencia, como lo reportó la prensa capitalina (El Universal, 19-04-07, p. 1-6; El Universal, 19-04-07, p. 1-1 y 3-1; El Universal, 19-04-07, p. 3-1; El Nacional, 19-04-07, p. Ciudadanos-12).

Durante los meses pertenecientes a la temporada lluviosa (mayo-agosto) se presentaron 47 días de lluvia apreciable¹. Se registró un sólo evento pluviométrico extraordinario, el 11 de agosto, con un monto de 61,3 mm de lluvia caída entre las 18 y las 21:30 HLV. Estas intensas precipitaciones fueron producidas por un gran núcleo nuboso asociado a la actividad de la convergencia intertropical.

Agosto de 2007 presentó el mayor monto mensual del lapso estudiado, con 273 mm, el cual constituye también el total más alto registrado para el mes de agosto en 24 años de observaciones pluviométricas, en la estación de Los Castores.

A continuación se analizan los gráficos de pluviosidad diaria (mm) por mes, en ambas estaciones.

Período de Sequía

La pluviosidad osciló entre 0 y 7,2 mm en ambas estaciones. En la mayor parte de los días no se observaron montos de lluvia apreciables. La actividad de precipitación se encontró entre los días 2 al 23, con pequeñas diferencias entre el registro de las estaciones de Los Castores y Parque El Retiro, en ésta se registraron lluvias en mayor cantidad de días por mínimo que fuese el monto. La ausencia de pluviosidad en el mes se ve interrumpida con montos que sobrepasan los 4 mm concentrada entre los

días 11, 12 y 13 del mes, presentándose siempre un mayor monto en la estación de Los Castores.

El mes de febrero presentó un comportamiento totalmente distinto. Los montos diarios de lluvia no sobrepasaron a los 1,4 mm, ratificando que este mes pertenece al período seco del año. La estación Parque El Retiro mostró eventos pluviométricos durante 11 días del mes, mientras que Los Castores, sólo lo hizo en tres días, siempre con montos superiores a la otra estación cercana. Se mantiene una interrupción en la regularidad de la variable cuando se presentan montos de precipitación superiores en algunos días (3, 4, 7 y 20).

En el mes de marzo se encuentra que hasta ahora es el mes más seco de los analizados, los montos diarios de precipitación no exceden de 0,2 mm excepto el día 26 en el que se presenta en la estación Los Castores un monto notable (15,5mm). Para este día la estación de El Retiro no reportó precipitación alguna, pero se comprobó que fue debido a la desactivación accidental del sistema de registro, de modo que en esta estación el registro de ese día se perdió.

La situación de sequía se mantiene durante el mes de abril, interrumpida por el registro de un evento pluviométrico el día 18, el cual no fue registrado por la estación de El Retiro debido a fallas en el funcionamiento, similarmente a lo ocurrido el 26 de marzo. Se siguen presentando diferencias en los montos registrados diariamente por las dos estaciones.

Período de Lluvia

Durante el mes de mayo, en el que se inicia período de lluvia en gran parte del territorio venezolano, se encontró una situación distinta. Los montos diarios oscilan entre 0 y 19,5mm. En 14 días hubo registros de lluvia. Los de mayor intensidad se inician el día 13, apareciendo de manera fluctuante y a partir del día 26 en el que alcanza la mayor cifra comienzan a presentarse lluvias en una frecuencia diaria. Siguen evidenciándose diferencias en los montos registrados en cada una de las estaciones.

El mes de junio permite apreciar el típico comportamiento fluctuante de un mes de lluvia. La presencia de eventos lluviosos se da en apenas siete días del mes en un intervalo aproximado de seis días, en los que aparecen montos diarios superiores al resto del mes. Las precipitaciones se manifestaron con una tendencia a ser cada vez más copiosas, hasta llegar a un máximo el día 30 del mes de 46,5mm. Se siguen observando diferencias entre los montos registrados en cada estación, y para el día 29 se detectó un error de registro dado que a pesar de haber ocurrido el evento con aproximadamente 11 mm de lluvia en la estación Los Castores, en El Retiro fallas eléctricas ocasionaron la interrupción del registro digital, perdiéndose el dato como en las ocasiones citadas anteriormente.

Continuando con el mes de julio se observa que los montos diarios no sobrepasaron los 13 mm y que las mayores precipitaciones aparecieron en la primera quincena del mes, siendo los días 6 y 7 los de mayor pluviosidad, a partir de esta fecha las lluvias comienzan a decrecer notablemente en monto y frecuencia y ya para la segunda quincena los eventos fueron esporádicos y con montos bajos. Por primera vez en toda la serie analizada aparece una coincidencia en los registros de ambas estaciones (día 29).

Para finalizar el análisis diario, se presenta el comportamiento de las lluvias durante el mes de agosto del año 2007 en la localidad objeto de estudio. Como podrá observarse hubo una mayor heterogeneidad en los valores de precipitación diaria. Los montos llegaron a ascender a 62mm en la estación Los Castores y en algunos días no

hubo precipitación. No puede establecerse una tendencia clara del comportamiento de las lluvias, así para los primeros once días pareciera que la tendencia es a ir en aumento la precipitación pero se consiguen altibajos, aún cuando es la parte del mes más lluviosa, luego desciende considerablemente la cantidad de lluvia diaria pero se mantienen las fluctuaciones. Por los montos y la cantidad de días, de toda la serie de tiempo analizada éste fue el mes más lluvioso. Aquí se observa con más nitidez la diferencia entre los montos registrados por cada estación y se encuentra que la estación El Retiro indica en algunos días montos superiores a los de la estación Los Castores, por lo menos en mucha más cuantía que en los meses anteriores.

Las diferencias encontradas en los registros diarios y mes a mes fueron sometidas a contrastación con la prueba t de student, para verificar si estas diferencias entre estaciones son debidas al azar o son significativas. Para un $\alpha = 0.05$ se encontró diferencias significativas tanto como si se consideran todos los casos por estación o se omiten aquellos que mostraban una falla evidente de registro (ver tablas 1 y 2).

Tabla 1. Diferencia de medias entre estaciones (todos los casos).

1. Estación	1. n	1. Diferencia de medias	1. Error estándar de la media	1. p de significancia
1. Los Castores	1. 242	1. 0,5636	1. 0,5277	1. 0,0178*
1. Parque El Retiro	1. 242			

* *Significativo al 5%*

Tabla 2. Diferencia de medias entre estaciones (sin casos con error evidente).

Estación	n	Diferencia de medias	Error estándar de la media	p de significancia
Los Castores	239	0,3490	0,2311	0,046*
Parque El Retiro	239			

* *Significativo al 5%*

Como puede observarse, tanto incluyendo las diferencias notables en los registros por fallas de medición, como descartando dichos datos, existen evidencias estadísticas al

5% de significancia que hay diferencias entre los registros de ambas estaciones pluviométricas, a pesar de la cercanía en la que se encuentran (menos de 2 km) y que para las cifras analizadas durante el año 2007 el comportamiento meteorológico de las dos localidades permite inferir que existen algunas otras condiciones, entre las cuales la topografía podría ser el más importante, que hacen que la distribución de las precipitaciones, en esta área montañosa, presente variaciones a escala local.

Conclusiones y recomendaciones

Durante el período estudiado, los registros pluviométricos de la estación de San Antonio de los Altos- Los Castores muestran que tanto la temporada seca como la temporada lluviosa pueden presentar importantes interrupciones en su regularidad, causadas por la irrupción de situaciones sinópticas particulares.

Pese a la cercanía de las dos estaciones (distancia inferior a dos kilómetros), para el lapso enero-agosto de 2007, los registros diarios de lluvia de San Antonio de los Altos-Los Castores y S. Antonio de los Altos-Parque El Retiro presentaron diferencias estadísticamente significativas, al 5%.

Lo expuesto en el punto anterior es una evidencia más de que el relieve puede determinar notorias variaciones espaciales en la distribución de las precipitaciones, aún a escala local, de lo que se desprende la necesidad de incrementar la densidad de las redes de observación en las regiones montañosas venezolanas.

Los problemas presentados por la estación de Parque El Retiro, que obligaron a descartar algunos de los valores registrados, se debieron a la caída del sistema computarizado por fallas en el suministro eléctrico y a la imposibilidad de su reiniciación automática. Esta situación sugiere la conveniencia de que toda estación automatizada debe estar sometida a un permanente control y que los datos generados por estos sistemas deben ser sometidos a un proceso de verificación.

En este trabajo, posibles fuentes de error podrían tener su origen en las diferencias entre los instrumentos colectores, por lo que se planifica instalar próximamente dos estaciones automáticas del mismo tipo, operadas por los autores, con el fin de continuar estas investigaciones.

Referencias

1. Barbosa Landim, P. M. (2003). Análise estatística de dados geológicos. Sao Paulo: Editora UNESP.
2. Barry, R. G. (1992). Mountain weather and climate. 2nd edn. London and New York: Rutledge.
3. Etzeberria J., Joaristi L. y Lizasoain L. (1990). Programación y análisis estadísticos básicos con SPSS-PC(+). Madrid: Paraninfo.
4. Ferrán Aranaz, M. (2001). SPSS para Windows. Análisis estadístico. Madrid: Osborne-Mc Graw Hill.
5. Foghin P., S. (2002). Tiempo y Clima en Venezuela. Caracas: UPEL-Instituto Pedagógico de Miranda.
6. Goldbrunner, A. (1976). El clima de Venezuela y su clasificación. Caracas: IUPC.
7. Hastenrath, S. (1994). Climate Dynamics in the Tropics. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.

8. Nieuwolt, S. (1982). Tropical Climatology. New York: John Wiley and Sons.
9. Oke, T. R. (1978). Boundary Layer Climates. 2nd edn. London: Methuen and Co. LTD.
10. Sierra Bravo, R. (1994). Análisis estadístico multivariable, teoría y ejercicios. Madrid: Paraninfo.
11. Vila, P. (1960). Geografía de Venezuela Tomo I. El Territorio Nacional y su Ambiente Físico. Caracas: Ministerio de Educación.
12. Weigel, A. P., Chow, F. K., Rotach, M. W. (2007). The effect of mountainous topography on moisture exchange between the "surface" and the free atmosphere. Boundary Layer Meteorology. 125(2): 227-244.