

Relación entre probabilidad de ocurrencia de días con lluvia y tormentas eléctricas en Casablanca y Camagüey

**LOURDES ÁLVAREZ ESCUDERO, ISRAEL BORRAJERO MONTEJO,
ROSENDO ÁLVAREZ MORALES & LAURA AENLLE FERRO**

*Centro de Física de la Atmósfera, Instituto de Meteorología, Apartado Postal 17032, CP 11700, Habana 17,
Ciudad Habana, Cuba*

lourdes.alvarez@insmet.cu

Resumen Se compara la actividad de lluvias y de tormentas eléctricas en Casablanca y Camagüey, dada por la probabilidad de ocurrencia de días con estos fenómenos y se calcula el número promedio de tormentas diarias. Las tormentas en Camagüey explican un 20% más de la variación de la probabilidad de día con lluvia que en Casablanca, aunque en ambas estaciones el número de observaciones con tormentas con lluvia por día con tormenta es de 1.2. La marcha anual de la razón entre la frecuencia de ocurrencia de días con tormenta con lluvias y probabilidad de lluvia diaria para la estación Casablanca presenta una distribución unimodal, con un máximo del 40% de casos de lluvia debidos a tormentas, mientras para Camagüey la distribución es bimodal y el porcentaje máximo de ocurrencia es de 44. Para Casablanca la cantidad de días con lluvia debido a tormentas ha aumentado con los años.

Palabras claves tormenta eléctrica; día con lluvia; métodos no paramétricos

Relationship between the probability of occurrence of rainfall and thunderstorms at Casablanca and Camaguey, Cuba

Abstract Rainfall and thunderstorm probability of occurrence is compared between the stations of Casablanca and Camagüey (in Cuba) and the average number of daily thunderstorms is calculated. Storms at Camagüey account for up to 20% more of the variation of the probability of days with rain around the mean value than they do at Casablanca, though at both stations the number of observations of storm with rain per day with rain is 1.2. The yearly course of the ratio of the frequency of occurrence of days with storms with rain to the probability of days with rain at Casablanca is unimodal in form, with a maximum of 40% of cases of rain due to storms, while at Camagüey the distribution is bimodal and the number of cases is greater than 44% at the periods of maximum occurrence. For the Casablanca station, the number of days per year with rain due to the occurrence of thunderstorms, has increased over the years.

Key words day with rain; non parametric methods; thunderstorms

INTRODUCCIÓN

Las tormentas eléctricas en Cuba han sido estudiadas desde muchos puntos de vista tales como su climatología dada por la cantidad de días con tormentas, su marcha diaria y anual, el comienzo y final de la temporada de tormentas y las manifestaciones severas de las mismas como tornados y trombas. Sin embargo pocos estudios se han realizado referidos a lo que las tormentas eléctricas representan en los acumulados de lluvia de las diferentes regiones.

Alfonso (1986) realizó un estudio representativo de las tormentas con lluvia en la ocurrencia general de tormentas para la estación Casablanca y encontró que el porcentaje de tormentas que producen precipitación es máximo de diciembre a febrero a pesar de ser los meses donde menos frecuente es el fenómeno. Alfonso & Florido (1993) concluyeron que en la provincia Matanzas las lluvias más intensas son asociadas a tormentas eléctricas con intensidades de hasta 3 mm min^{-1} . Un estudio realizado por Lecha *et al.* (1994) resalta la semejanza entre los mapas de distribución de días con tormentas y los mapas isoyéticos de Cuba, por lo que se plantea que la mayor parte de los días con lluvia se deben a la ocurrencia de tormentas.

El objetivo de este trabajo es la comparación de la actividad de lluvias y de tormentas, dada por la probabilidad de ocurrencia de días con estos fenómenos, para las estaciones de Casablanca y Camaguey donde los autores poseen registros confiables de datos y donde casi no faltan registros y que la metodología aquí aplicada se extienda a otras estaciones del país donde la información pueda ser rescatada y validada con rigor. También se analizará la tendencia de la razón entre frecuencia de ocurrencia de días con tormentas con lluvia y días con lluvias para ambas estaciones en los periodos de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la comparación se utilizaron las series de acumulados diarios de lluvia (Álvarez *et al.*, 2002a,b) debidamente verificadas y registros de estado del tiempo presente trihorario de las estaciones meteorológicas de Casablanca y Camaguey en los periodos 1972–2000 y 1970–2000 respectivamente.

A partir de los acumulados diarios se determinó la probabilidad de ocurrencia de lluvia diaria para los 365 días del año, suponiendo como día con lluvia aquel cuyo acumulado fue mayor o igual 0.1 mm. Los días 29 de febrero no se tuvieron en cuenta en este análisis para lograr años de igual duración. El otro parámetro derivado de los datos de lluvia fue el acumulado promedio de lluvia diaria para los 365 días del año, aquí el acumulado correspondiente a los 29 de febrero se agregaban a los días 28 del propio mes.

De los registros trihorarios de estado del tiempo presente se derivaron 3 series para cada estación: la de la frecuencia diaria de observaciones con tormenta considerando los códigos 17, 29, 91, 92, 95, 96, 97 y 99, la de día con tormenta y la de día con tormenta con lluvia (solo si ocurrió un código 91, 92, 95, 96, 97 o 99) para cada uno de los 365 días del año tipo. En estos conteos no se tuvo en cuenta los 29 de febrero.

Para el análisis de tendencia se utilizaron las series anual y por meses de la razón entre frecuencia de ocurrencia de días con tormenta con lluvia y días con lluvia, extraídas de las series generales de acumulados de lluvia y registros trihorarios de código de tiempo presente, para las estaciones de Casablanca y Camaguey en los periodos de estudio. La metodología utilizada para este análisis es la propuesta por Sneyers (1990).

RESULTADOS

Las estaciones de Casablanca (325) y Camaguey (355) tienen condiciones físico geográficas diferentes, Casablanca es una estación cercana a la costa norte y Camaguey se encuentra en el centro de la provincia del mismo nombre, que es una de las regiones más anchas de la Isla de Cuba, por lo que se le atribuyen propiedades continentales. Debido a esto es interesante el estudio comparativo de la relación entre sus lluvias y la parte que las tormentas aportan a ellas.

Del ajuste realizado a las series anual y por meses de probabilidad de ocurrencia de día con lluvia y la probabilidad de ocurrencia de día de tormenta con lluvia para la estación Casablanca se constata que la correlación para la serie anual es mala, de hecho se explica solo el 30% de la variación con respecto a la media, conclusión lógica si se tiene en cuenta que las tormentas no son el único fenómeno productor de lluvia. Los meses que presentan mejor correlación son octubre (70%) y abril (60%). En enero, aunque tiene un coeficiente de correlación de 0.65, el número de casos es muy bajo para arribar a conclusiones.

En el caso de Camaguey la variación explicada anual aumenta a un 53%, aproximadamente un 20% mayor que en Casablanca. Aquí los meses que presentan mejor correlación son: mayo con el 70%, julio con el 67% y octubre con el 64%, diferencia esta también con respecto a Casablanca donde el mes de julio presentaba un pésimo ajuste.

Otro elemento interesante para el análisis es la relación entre las observaciones con tormenta y los días con tormenta, tanto en general, como para tormentas con lluvia. Como es lógico si existe al menos una observación con tormenta en el día, el día será catalogado como día con tormenta, pero puede ocurrir más de una observación. La ocurrencia de observaciones con tormenta por día con tormenta promedio para las series usadas, es para Casablanca de 1.21 y para Camaguey de 1.23 y en el caso de observaciones con lluvia es para Casablanca de 1.12 y para Camaguey de 1.13, de lo que puede resumirse que la diferencia no es apreciable. En todos los casos el número máximo de observaciones con tormenta por día es 3, aunque ocurre con muy poca frecuencia. Sin embargo, si se analizan las distribuciones de esta razón para cada uno de los días del año se observa un periodo marcado donde el máximo de ocurrencia es una observación con tormenta por día y otro periodo, aproximadamente coincidente con la temporada más activa de tormentas donde suele haber más de una observación por día. La temporada de observaciones con tormenta por día, para el caso de tormentas con lluvia es más corta en extensión en ambas estaciones y por lo general la fecha de comienzo suele ser más tardía.

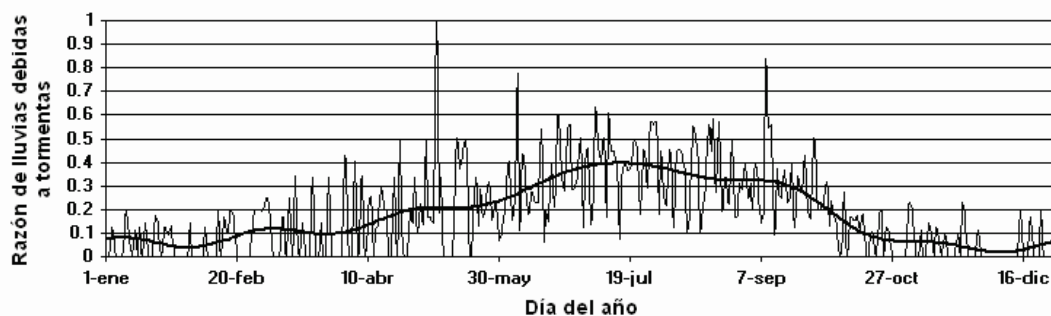


Fig. 1 Estación 325. Marcha anual de la razón entre la frecuencia de ocurrencia de días con tormenta con lluvias y probabilidad de lluvia diaria para la estación Casablanca usando como periodo de cálculo 1972–2000. La línea gruesa representa el ajuste de una función de 7 armónicos.

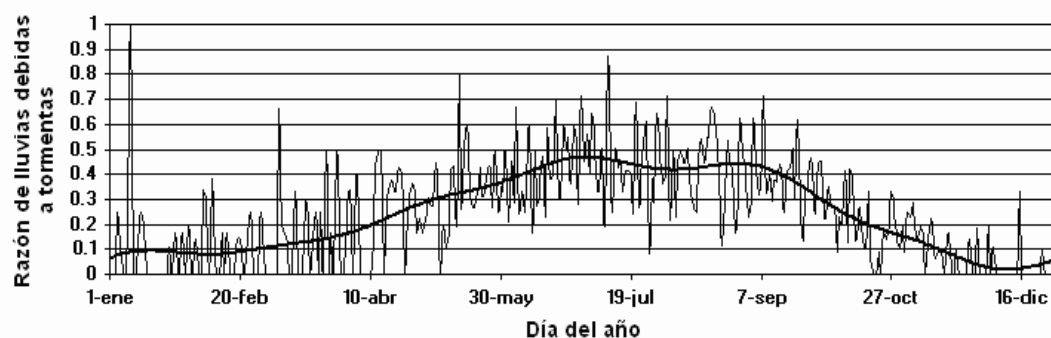


Fig. 2 Estación 355. Marcha anual de la razón entre la frecuencia de ocurrencia de días con tormenta con lluvias y probabilidad de lluvia diaria para la estación Camagüey usando como periodo de cálculo 1970–2000. La línea gruesa representa el ajuste de una función de 7 armónicos.

En las Figs 1 y 2 se representa la razón entre la frecuencia de ocurrencia diaria de días con tormenta con lluvia y la probabilidad de ocurrencia de día con lluvia para las estaciones Casablanca y Camagüey respectivamente. En ambos casos se ajustó una serie de 7 armónicos para suavizar su representación con una correlación superior al 73%. En Casablanca se observa una distribución unimodal con un máximo en torno al 19 de julio y con alrededor del 40% de casos de lluvia debidos a tormentas. La temporada de mayor actividad se extiende de mediados de mayo a principios de octubre, aunque se observan valores de cierto interés entre los meses de febrero y marzo. En Camagüey la distribución es bimodal, con un máximo absoluto en torno al 2 de julio y otro relativo en torno al 2 de septiembre, en ambos casos los valores de la razón están por encima del 44%, la temporada abarca desde principios de abril a finales de octubre (mayor que en Casablanca) y también se observa cierta representatividad en los meses invernales de febrero y marzo un poco más acentuada que en Casablanca.

Si se contabiliza el número casos de días con tormenta en el año por rangos de 0.5 en 0.5 mm de lluvia correspondiente al promedio de acumulado diario de lluvia para las estaciones en estudio, se constata que por lo general, las tormentas no suelen tener la mayor cantidad de número de casos en los rangos de acumulados más bajos ni más altos. En el caso de Casablanca el rango de mayor representación es el de entre 2.6 y 3.0 mm y el 90% de los casos se agrupa entre 0.6 y 7.5 mm. Camagüey por su parte, agrupa la mayor cantidad de casos entre 3.1 y 3.5 mm (un rango mayor que en Casablanca), pero su distribución es más dispersa y los rangos más bajos de acumulado tienen una representatividad significativa, así el 90 % de los casos están entre 0.1 y 8 mm.

El análisis de tendencia anual y por meses para la estación Casablanca está resumido en la Tabla 1. De la misma forma el análisis de tendencia anual y por meses para la estación Camagüey está resumido en la Tabla 2.

De la Tabla 1 se aprecia que la serie anual de razón de frecuencia de ocurrencia entre día con tormenta con lluvia y día con lluvia es creciente altamente significativa con un punto de cambio entre 1986 y 1987. Esto significa que la cantidad de días con lluvia debida a la ocurrencia de tormentas ha aumentado con el paso de los años para la estación Casablanca. No se conocen causas

Tabla 1 Resumen del análisis de tendencia para la estación Casablanca en el periodo 1972–2000.

serie	Conclusión	Posible punto de cambio
Anual	Creciente altamente significativa	1986–1987
enero	Poca representatividad de los datos	---
febrero	Poca representatividad de los datos	---
marzo	Poca representatividad de los datos	---
abril	Poca representatividad de los datos	---
mayo	Poca representatividad de los datos	---
junio	Creciente altamente significativa	1986
julio	Homogénea	---
agosto	Homogénea	---
septiembre	Creciente altamente significativa	1987–1988
octubre	Poca representatividad de los datos	---
noviembre	Poca representatividad de los datos	---
diciembre	Poca representatividad de los datos	---

Tabla 2 Resumen del análisis de tendencia para la estación Camagüey en el periodo 1970–2000.

serie	Conclusión	Posible punto de cambio
Anual	Tendencia global creciente altamente significativa pero no presenta correlación interna.	---
enero	Poca representatividad de los datos	---
febrero	Poca representatividad de los datos	---
marzo	Poca representatividad de los datos	---
abril	Poca representatividad de los datos	---
mayo	Tendencia global creciente altamente significativa pero no presenta correlación interna.	---
junio	Creciente significativa	1985–1986
julio	Homogénea	---
agosto	Creciente significativa	No puede precisarse
septiembre	Homogénea	---
octubre	Homogénea	---
noviembre	Poca representatividad de los datos	---
diciembre	Poca representatividad de los datos	---

antropogénicas para la existencia de un punto de cambio significativo entre los años 1986 y 1987 por lo que habría que buscar causas naturales. De las series mensuales solo 4 de ellas tienen representatividad suficiente para ameritar un análisis; estas series corresponden a los meses de julio y agosto donde las series son homogéneas y a junio y septiembre donde las series son crecientes altamente significativas, al igual que la anual y también presentan puntos de cambios significativos alrededor de 1987.

En Camagüey la situación es diferente ya que aunque la serie anual presenta tendencia global creciente altamente significativa, la persistencia corta no es significativa por lo que no puede arribarse a una conclusión decisiva. Hay 6 series mensuales con representatividad para el análisis de las cuales, las correspondientes a julio, septiembre y octubre son homogéneas, la correspondiente a mayo presenta un comportamiento similar al de la serie anual y las de junio y agosto son crecientes significativas con un punto de cambio entre 1985 y 1986 (punto cercano al encontrado en las series de Casablanca). Estas dos últimas series ven disminuida su significación por tener un nivel más alto para su estadígrafo de correlación interna (Walt-Wolfowitz).

REFERENCIAS

- Alfonso, A. P. (1986) Aspectos climatológicos de las turbonadas en la Ciudad de la Habana. *Ciencias de la Tierra y el Espacio* 12, 85–100.
- Alfonso, A. & Florido, A. (1993) *El Clima de Matanzas*. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Álvarez, L., Álvarez, R. & Borrajero, I. (2002a) Caracterización de las precipitaciones en la estación meteorológica de Casablanca y su tendencia. *Revista Cubana de Meteorología* 9(1), 61–70.
- Álvarez, L., Álvarez, R. & Borrajero, I. (2002b) Caracterización de las precipitaciones en la estación meteorológica de Camagüey y su tendencia. *Revista Cubana de Meteorología* 9(2), 28–37.
- Lecha, L. B., Paz, L. R. & Lapinel, B. (eds) (1994) *El Clima de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Sneyers, R. (1990) *On the Statistical Analysis of Series of Observations*. Technical Note no. 143, WMO no. 415. WMO, Geneva, Switzerland.