

# **Titulo: Comportamiento de los días con tormentas en la provincia de Ciego de Ávila. Análisis sinóptico para su predicción.**

*Autoesr: M. Sc. Orlando Lázaro Córdova García y Dr. Celso Pazos Alberdi*

*Centro Meteorológico Provincial. Ciego de Ávila. E-mail: cordova@meteo.fica.inf.cu*

## **RESUMEN**

En este trabajo se muestra el comportamiento anual, mensual y decenal de los días con tormentas en la provincia de Ciego de Ávila y en las distintas áreas geográficas en que quedó dividida por el desigual comportamiento espacial de la referida variable meteorológica, profundizándose en los estudios de los cayos del norte de la provincia, por ser la primera vez que se investiga este fenómeno en esa porción del archipiélago cubano, obteniéndose que los meses con mayor presencia de este fenómeno son agosto y septiembre, siendo la tercera decena de agosto con las dos primeras de septiembre cuando existe el pico máximo de esta variable.

Con el fin de obtener elementos que ayuden a su mejor predicción, se muestra la relación existente entre los días con tormentas eléctricas y los patrones sinópticos bajo los cuales se desarrollan en los meses de agosto y septiembre. Los resultados demostraron que el patrón sinóptico que más presente esta en estos días es el asociado a la influencia extendida del anticiclón Subtropical. Esta investigación permite conocer las particularidades de los días con tormentas eléctricas bajo cada uno de los patrones sinópticos en cada zona del territorio estudiado y por tanto permite elevar la calidad y efectividad de los pronósticos de esta variable para la provincia de Ciego de Ávila. Facilitando de esta forma mitigar los daños que puedan producir este fenómeno, tanto a la sociedad, como a la economía.

## **INTRODUCCION**

Entre de los elementos meteorológicos más comunes en nuestro país y en el área tropical, y uno de los que representan mayor peligro para la seguridad pública y económica son las tormentas eléctricas, las cuales se caracterizan por la ocurrencia de descargas eléctricas múltiples, llegando a ser frecuentemente muy fuertes y de manera continua en un período de tiempo determinado.

Desde la antigüedad el hombre primitivo temía a los fenómenos atmosféricos y los relacionaba con advertencias y castigos de los dioses, o bien los interpretaba como signos de mala suerte o anuncios de futuros eventos. Zeus, mitológico dios griego del cielo y de la tierra, iba armado con el trueno y el rayo, y al agitar su escudo producía las tempestades y los huracanes. En consecuencia, todos aquellos lugares que habían sido tocados por un rayo eran considerados sagrados (Boletín Informativo número 7. Servicio Meteorológico de las Fuerzas Armadas de Argentina. 1986).

En la actualidad el tema es aún, de por sí, lo suficientemente fascinante como para justificar y motivar la curiosidad científica, pero existen también razones más prácticas, ya que se trata de un fenómeno sumamente peligroso y que ocasiona, año tras año, considerables pérdidas humanas y materiales.

A partir de mediados de la década de los sesenta, las descargas eléctricas constituyen la principal causa de muerte por fenómenos meteorológicos en Cuba. El número de víctimas fatales se eleva a un promedio de 66 por año, sin que se disponga de información sobre el número de heridos (Alfonso, 1994).

Alfonso (1992) en su trabajo "Descargas eléctricas en Cuba. Aspectos meteorológicos" plantea que la distribución de muertes por fulguración se corresponde casi exactamente con las de las tormentas eléctricas, ocurriendo el 97.5 % de los casos en la época lluviosa del año (mayo-octubre), período en que son más numerosas las tormentas eléctricas.

En Cuba el nivel y el desarrollo científico-técnico alcanzado en los años de revolución han contribuido a profundizar sobre los fenómenos que ocurren en la atmósfera y su incidencia en el comportamiento de diferentes elementos meteorológicos en superficie. Esto ha logrado de que se hallan realizado múltiples trabajos investigativos, tanto climáticos, como desde el punto de vista sinóptico, que explican el comportamiento de las diferentes variables meteorológicas en nuestra área.

La salvaguarda de vidas humanas, bienes económicos y la protección del medio ambiente es la premisa fundamental de la vigilancia meteorológica en nuestro país. Para lograr tales propósitos es necesario incentivar la investigación científica en los sistemas de pronósticos provinciales, como parte integrante del servicio de vigilancia meteorológica nacional. Esto es uno de los mayores pilares en el que hacer meteorológico de Cuba, por su relación directa, día tras día, con las personas y la economía.

Para una comprensión adecuada de esta investigación se hace necesario definir algunos elementos, según la terminología usada oficialmente por el Servicio Meteorológico Nacional de la República de Cuba, como son:

**Día con tormentas:** definido, por el “Vocabulario Meteorológico Internacional”, número 182 del año 1992, en su segunda edición de la Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, como: “día en que se oye una tormenta en una estación de observación”.

**Tormenta:** “descarga brusca de electricidad atmosférica que se manifiesta por un resplandor breve (**relámpago**) y por un ruido seco o estruendo sordo (**trueno**). Las tormentas se asocian a **nubes convectivas** (cumulonimbus) y suelen acompañarse de precipitaciones en forma de chubascos de lluvias o de hielo o, en ocasiones, nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo”.

La temática abordada en el presente trabajo tiene una gran actualidad e importancia y sus resultados permiten completar una serie de estudios llevados a cabo por el Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila de los principales elementos o variables meteorológicas que conforman el clima de esta provincia, y así de esta forma apoyar el trabajo operativo del Centro, desde el punto de vista de la predicción y la climatología, al brindar una caracterización detallada de un elemento más, que ayuda a conocer mejor nuestro entorno y por lo tanto hacer que el resultado final del trabajo diario sea más confiable y competitivo, permitiendo elevar la calidad y eficiencia de los pronósticos del tiempo, logrando mitigar los efectos negativos que puedan originar las tormentas eléctricas a la sociedad y la economía.

## **OBJETIVOS**

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se realiza el estudio para la provincia de Ciego de Ávila de una variable meteorológica que se presenta con mucha regularidad en nuestro país, principalmente en el periodo lluvioso del año y que es el del día con tormenta, trazándose los siguientes objetivos:

- Conocer el comportamiento en la provincia de Ciego de Ávila, tanto espacial, como temporalmente, del elemento meteorológico “día con tormenta”, haciendo énfasis y profundizando en las particularidades de este fenómeno en Cayo Coco, lo cual se analiza por primera vez para los grupos insulares del archipiélago cubano.

- Obtener elementos sinópticos que ayuden a la mejor predicción de esta variable en el territorio provincial, en los meses de mayor afectación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En este trabajo se hace un análisis del comportamiento en la provincia de Ciego de Ávila de los días con tormentas. Para esto se dividió a la provincia en cuatro zonas, las cuales tienen incluidas, cada una de ellas, una estación meteorológica de superficie, debido al desigual comportamiento de este fenómeno meteorológico en esas zonas y además tomando en consideración las condiciones físicos-geográficas del entorno de ellas.

Este estudio abarca, no sólo, los periodos de alta y baja frecuencia de este elemento y los meses del periodo lluvioso, sino que también se analiza este fenómeno detalladamente en las decenas de cada mes, con un estudio completo de esta variable para Cayo Coco, lo cual se realiza por primera vez en nuestro país, de ahí su novedad científica y aplicación práctica para el pronóstico de este fenómeno meteorológico.

Para la confección de este trabajo se utilizaron los datos de 10 años (1990-1999) de las estaciones meteorológicas, pertenecientes a la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, que se encuentran ubicadas la provincia Ciego de Ávila, las cuales son representativas para sus respectivas zonas, distribuidas de la siguiente forma: Costa Sur en Júcaro y estación 78345, Centro-Sur en Venezuela y estación 78346, Norte en Camilo Cienfuegos (Fallas), estación 78347 y Cayería Norte, ubicado en Cayo Coco en la estación 78339.

En el análisis de la variable día con tormenta se tuvo en cuenta que la toma de los datos fue realizado con el personal capacitado y el instrumental recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M) y asentados en la Tabla de Fenómenos, cumpliendo con las normas técnicas estipuladas, así como el procesamiento con la metodología aprobada por el Instituto de Meteorología de Cuba para la red de estaciones, tomándose éstas como un punto aislado de observación y no como una red. Como las observaciones son acústicas se permite asumir un grado alto de representatividad espacial de las estaciones meteorológicas.

A los datos se les aplicó técnicas elementales de la estadística con el fin de lograr un mayor esclarecimiento, interpretación y explicación del comportamiento de esta variable en la provincia.

En la segunda parte de este capítulo se relacionan los días con tormentas con los patrones sinópticos bajo los cuales suceden, con el fin de obtener elementos sinópticos que contribuyan a su mejor pronóstico en los meses de mayor afectación de éstos en la provincia y que son agosto y septiembre.

Para lograr lo anterior se tomó una muestra de 503 casos con días con tormentas y 107 días sin la presencia del fenómeno, para un total de 610 días analizados, correspondiente a las meses de agosto y septiembre, de los años 1990 hasta el 1999. Para estudiar la relación entre los procesos sinópticos y el comportamiento de esta variable, se compararon los casos con los análogos o patrones sinópticos obtenidos por Pazos (1998) para el periodo lluvioso del año.

## RESULTADOS

### Comportamiento de los días con tormentas en la provincia Ciego de Ávila.

El comportamiento anual indica que los meses en que mayores números de días con tormentas se presentan son: en primer orden septiembre con una media de 18.6 días con este fenómeno, seguido por agosto 17.6 y julio con 15.8 días. Por el contrario en los meses que con menor frecuencia ocurren las tormentas son: diciembre con solo una media de 0.5 días con esta variable, febrero con 1.1 y enero con 1.5 días con tormentas eléctricas (Figura 1, Tabla 1). Todo lo anterior debido a que en los meses de verano la masa de aire es más húmeda e inestable que en los meses invernales, cuando se imponen anticiclones de origen continental con masas de aire más secas, estables y gradientes de presiones más fuertes, los cuales no favorecen el efecto que produce en la

formación de la nubosidad convectiva, la similitud de la lluvia. Queda por artar que asociado a esta masa de aire una de otra de mayo (F

Figura 1

d.

1990-1999.

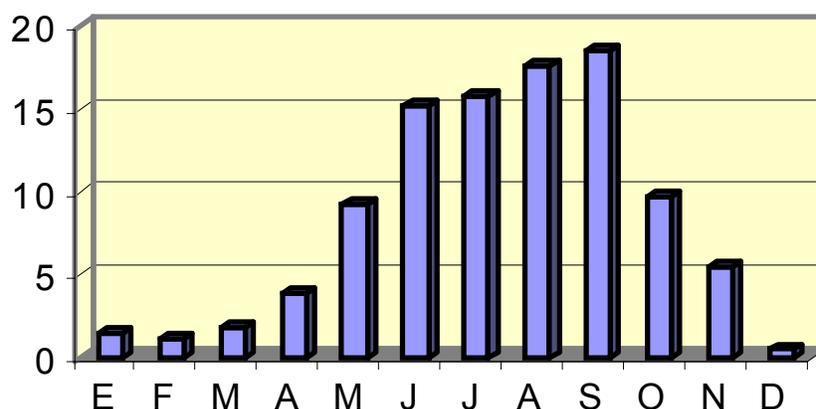


Tabla 1 Media mensual de días con tormentas para la provincia de Ciego de Ávila.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.5	1.1	1.8	3.9	9.3	15.2	15.8	17.6	18.6	9.7	2.5	0.5

Teniendo en cuenta que en el período lluvioso del año es donde con mayor frecuencia se presenta en la provincia este elemento meteorológico, se encontró que la cantidad real de días de ocurrencia con tormentas, en cualquier zona de la provincia, es mayor en septiembre con 25.2 días y agosto con 25.1 días como media general (Tabla 2).

Tabla 2 Media mensual de la cantidad de días en que ocurren tormentas eléctricas en cualquier zona de la provincia Ciego de Ávila, entre los meses de mayo a octubre. (Período 1990-1999).

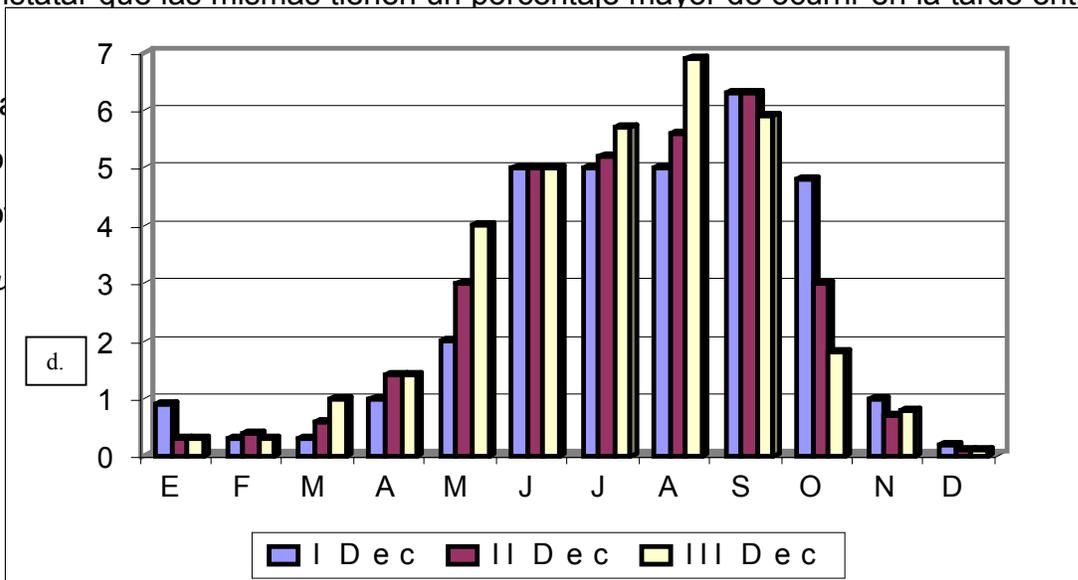
Meses	M	J	J	A	S	O
Días con toro.	15.8	24.9	22.8	25.1	25.2	17.5

El análisis del comportamiento decenal de las tormentas, realizado por primera vez en este territorio mostró que dentro de las decenas, que con mayor frecuencia se da esta variable, es la tercera decena de agosto, donde como media provincial ocurren días con tormentas en casi 7 días, de 10, seguida por la primera y la segunda de septiembre con 6 de estos días. Por lo que se determino que al año existe un pico de ocurrencia de días con tormentas entre la última decena de agosto y las dos primeras de septiembre, como puede verse en la Figura 2. Lo contrario ocurre en diciembre en donde la segunda y tercera decena solo hay como promedio un día con tormenta en la provincia cada 10 años.

En cuanto a la hora de comienzo de las tormentas eléctricas en nuestra provincia se pudo constatar que las mismas tienen un porcentaje mayor de ocurrir en la tarde entre las 13:00

y 1  
loca  
pro  
pro  
Figura

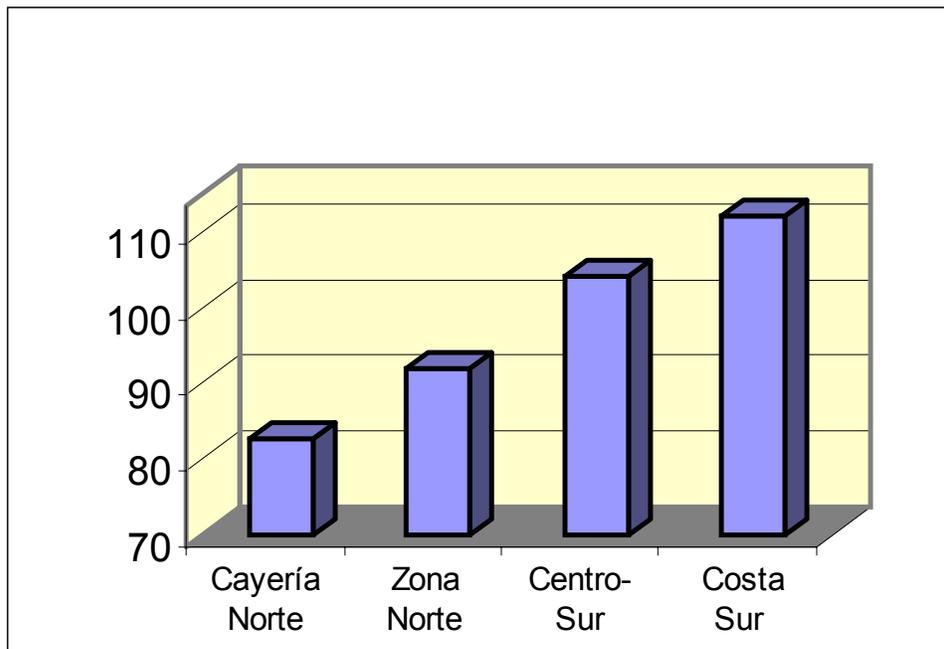
condiciones  
rugada en  
estas que  
90-1999.



## Comportamiento de los días con tormentas por zonas en la provincia de Ciego de Ávila.

En este epígrafe se realiza un análisis de la manifestación de este fenómeno en cada una de las cuatro zonas en que quedó dividida la provincia para este estudio, profundizando en el horario de comienzo de las tormentas y en su duración en la cayería Norte (Cayo Coco), por ser primera vez que se estudia este elemento en esa zona.

En la provincia de Ciego de Ávila en general ocurren como promedio, entre las diferentes zonas, un total de 98 días con tormentas al año, distribuidas en el territorio de la siguiente forma: 83 días con tormenta en la cayería Norte, 92 días en la zona Norte, 104 hacia el Centro – Sur y 112 en la costa Sur (Figura 3), lo que puede ser producto de que hacia la mitad Sur de la provincia es donde se localiza al año con mayor frecuencia, la línea de confluencia del flujo a mesoescala y por tanto el levantamiento convectivo en horas de la tarde, la formación y desarrollo de nubes que originan tormentas eléctricas.



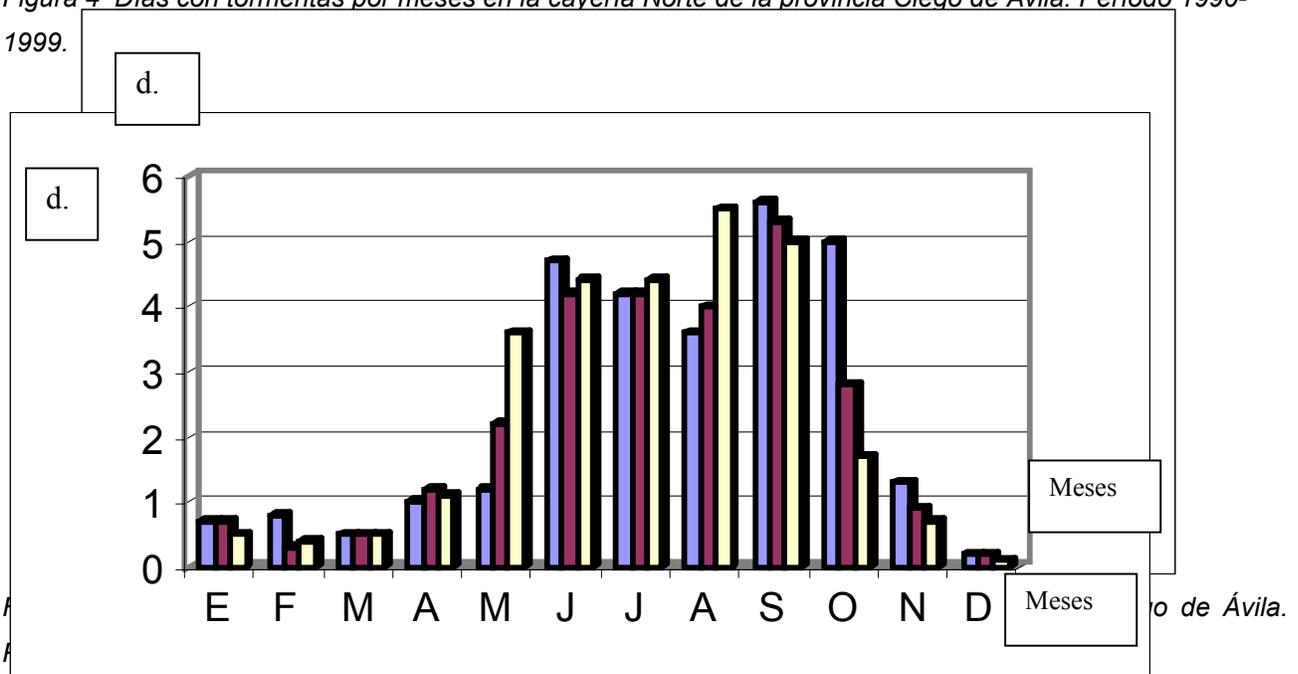
*Figura 3 Comportamiento anual de días con tormentas por zonas en la provincia de Ciego de Ávila. Período 1990-1999.*

### **Cayería Norte.**

El promedio histórico en este lugar de días con tormentas es de 83 días, el más bajo en todo el territorio provincial. Para esta zona el mes de mayor afectación de tormentas eléctricas es septiembre con una media mensual de 15.9 días con este fenómeno, seguido por junio con 13.3 y agosto con 13.1 días con tormentas (Figura 4). Dentro de los meses las decenas que más se destacan son la primera de septiembre con 5.6 días con tormentas, la tercera de agosto con 5.5 y la segunda, nuevamente del noveno mes del año con 5.3 (Figura 5).

Los meses de menor afectación de esta variable para esta zona son diciembre con solo 0.5 días con esta variable (5 días con tormentas en 10 años), seguido por febrero con 1,4 días con tormentas como media mensual histórica (Figura 4). Entre las decenas de menor afectación están las tres decenas de diciembre, donde en la primera y segunda ocurren solo 2 tormentas cada 10 años (0.2 días con tormentas promedio) y la tercera en donde se registra únicamente un día con tormenta en todo un periodo de 10 años (Figura 5).

Figura 4 Días con tormentas por meses en la cavería Norte de la provincia Ciego de Ávila. Período 1990-1999.



En esta zona la hora de comienzo de las tormentas difiere en algo con los que sucede para el interior de la isla de Cuba, donde estudios realizados por Fernández (1979), Gancedo (1981) y Alfonso (1985) dan que las horas más probables de formación de las tormentas están comprendidas entre las 13:00 y las 20:00 horas local, situación esta que se manifiesta también para las zonas del interior de la provincia de Ciego de Ávila, como veremos en epígrafe 3.3.3. En la cayería Norte de Ciego de Ávila se observa que hay un porcentaje alto de tormentas que comienzan en horas de la madrugada y la mañana, con un 14.8 % entre las 01:00 y las 04:00 hora local y otro 18.4 % entre las 10:00 y las 13:00 hora local .

El lapso de tiempo que duran las tormentas en esta zona, predominan las que duran menos de una hora con un 57.5 % como promedio en el año, correspondiéndose con lo obtenido por Gancedo (1981) para zonas del interior de Cuba.

**Análisis sinóptico de la ocurrencia de días con tormentas en la provincia Ciego de Ávila en el bimestre agosto-septiembre.**

Tal y como a quedado demostrado en los epígrafes anteriores de este capítulo, los meses de mayor presencia en Ciego de Ávila del fenómeno estudiado son agosto y septiembre, por tanto en este epígrafe analizaremos los días con tormentas en la provincia en estos meses y su relación con los patrones sinópticos o análogos obtenidos por Pazos (1998) para el período lluvioso del año, con el fin de tener una herramienta más a la hora de pronosticar con mayor certeza este elemento meteorológico en el bimestre de mayor afectación de este fenómeno atmosférico.

En estos dos meses el análogo que más se presenta en los días con tormentas, en cualquier zona de la provincia, es el Análogo E (35.4 %) y el de menor frecuencia el F con solo 1.2 %. Como un caso aparte trataremos los días con tormentas que ocurren bajo la presencia de Organismos Ciclónicos Tropicales (O.C.T), que estén sobre la provincia o que se encuentren en sus inmediaciones, por tanto del total de días con tormentas en la provincia el 2.3 % ocurren bajo esta situación sinóptica (Tabla 3).

*Tabla 3 Relación de los días con tormentas en la provincia de Ciego de Ávila con los Análogos en el bimestre agosto-septiembre (N es igual al número de casos).*

Análogos	A	B	C	D	E	F	O.C.T	Total
----------	---	---	---	---	---	---	-------	-------

<b>%</b>	17.5	17.5	16.4	9.4	35.4	1.2	2.3	100
<b>N</b>	88	88	82	47	178	6	14	503

Al estudiar la relación de los días con tormentas por zonas, con cada uno los Análogos, se obtuvo la tabla número 4, donde se observa la misma proporción de lo que sucede para la provincia, de que el Análogo E predomina por encima de los restante, quedando también el F en menor proporción, incluso superado por los días con tormentas originados por los O.C.T.

*Tabla 4 Relación de los días con tormentas con los Análogos por zonas en el bimestre agosto-septiembre.*

<b>Zonas</b>	<b>Cayería Norte</b>		<b>Norte</b>		<b>Centro-Sur</b>		<b>Costa Sur</b>	
<b>Análogos</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>
<b>A</b>	23.0	61	23.0	64	18.7	69	17.3	70
<b>B</b>	16.0	44	17.0	49	15.5	57	16.0	65
<b>C</b>	17.0	49	17.4	51	17.4	64	16.0	65
<b>D</b>	10.0	29	8.6	25	8.8	32	9.6	39
<b>E</b>	30.0	83	30.6	92	36.1	133	36.8	149
<b>F</b>	1.0	4	0.7	2	0.8	3	1.5	6

El Análogo E esta presente en 8.9 días con tormentas, dentro de los 25.1 que como promedio existen con este fenómeno en cada mes del bimestre, seguido por el A y B con 4.4 días. El de menor frecuencia es el F con solo 0.3 (Tabla 5).

*Tabla 5 Número de días con tormentas con relación a los Análogos en el bimestre agosto-septiembre en la provincia Ciego de Ávila.*

<b>Análogos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>O.C.T</b>	<b>Total</b>
<b>Números de días</b>	4.4	4.4	4.1	2.4	8.9	0.3	0.6	25.1

Ahora veremos como es el comportamiento de los días con tormentas, en el total de los días del bimestre, en cada zona, bajo la presencia de los patrones sinópticos que caracterizan a los Análogos (Tabla 6).

Esto se puede considerar como un pronóstico de ocurrencia de días con tormentas, para cada una de las zonas, bajo cada uno de los Análogos. Es interesante ver que todos los Análogos dan el mayor porcentaje de ocurrencia de días con tormentas para la zona de la costa Sur, situación que ha quedado demostrada en todo el transcurso de esta tesis, pues es en esa zona, es donde mayor cantidad de días con tormentas ocurren en todo el año.

También resulta interesante que cuando esta presente el Análogo F la probabilidad de ocurrencia de días con tormentas es elevado para la costa Sur, debido a que los gradientes de presión más fuertes, dados en este análogo, provocan la zona de confluencia del flujo a mesoescala y por tanto las tormentas, prácticamente sobre la línea de costa o sobre las aguas cercanas del Golfo de Ana Maria, seguido en importancia por la cayería Norte, lo que se debe a que bajo este patrón sinóptico en la costa Norte aparece un fuerte reforzamiento de los vientos de región Nordeste entre las 07:00 y 10:00 hora local y en ocasiones en horas más tempranas, que producen con frecuencia chubascos de corta duración en zonas de la cayería y costa Norte de la provincia. Entre los cayos y la costa Norte se forma una fuerte zona de convergencia superficial, asociada a la parte delantera del frente de brisa, (Pazos, 1998).

En la tabla 6, hay que destacar, que el Análogo A es el que mayor tendencia tiene a producir días con tormentas en cualquier zona de la provincia, a pesar de no ser el dominante en la serie, o sea, cuando se espere que este presente este Análogo, hay que predecir una alta probabilidad de ocurrencia de tormenta para todas las zonas de la provincia de Ciego de Ávila.

*Tabla 6 Porcentaje de ocurrencia de días con tormentas en las zonas, con relación a los Análogos para el bimestre agosto-septiembre. Período 1990-1999.*

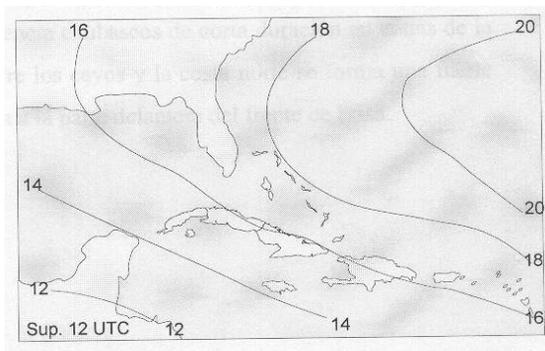
<b>Análogos</b>	<b>Cayería Norte</b>	<b>Zona Norte</b>	<b>Zona Centro-Sur</b>	<b>Costa Sur</b>
<b>A</b>	65	68	73	74
<b>B</b>	46	52	60	68

<b>C</b>	54	57	71	72
<b>D</b>	51	44	56	68
<b>E</b>	40	44	64	72
<b>F</b>	57	29	43	86

### **Aplicaciones.**

Desde marzo de 1995, los Centros Meteorológicos Provinciales reciben diariamente una versión del mensaje de pronóstico del ECMWF (Centro Europeo de Pronóstico de Plazo Medio) para el área de trabajo que incluye a Cuba, parte del Golfo de México, las Bahamas, parte del Mar Caribe y de la América Central, área esta que coincide prácticamente con las cartas de los “Análogos”, lo que posibilita que con los nuevos Softwear de la familia “CubaForecast” confeccionados por el centro Meteorológico de Cienfuegos y puestos en práctica de forma operativa en todos los centros provinciales y el Centro Nacional de Pronóstico del INSMET, se saque el valor de presión en cada uno de los 6 nodos de la rejilla que rodea a Cuba y que son los utilizados para obtener los parámetros  $\gamma$  y  $\beta$ , y por tanto, según su evaluación, el tipo de Análogo esperado para los plazos de 48, 72, 96, 120, 144 y 168 horas de pronóstico, pudiéndose obtener de antemano, para cualquiera de estos plazos de tiempo, una predicción de los días con tormentas para cualquier zona en que quedo dividida la provincia de Ciego de Ávila.

Un ejemplo de esto lo mostramos a continuación: se escogió, al azar, de la salida del “CubaForecast”, un pronóstico de 48 horas de un día dentro del periodo lluvioso, en este caso el 27 de junio de 2003, el cual resulto ser del tipo E (Figura 6). Ese día ocurrió tormenta en las zonas Centro-Sur y Costa Sur de la provincia, las cuales son las que tienen mayores porcentajes de probabilidades tienen de ocurrencia de este fenómeno (64 % y 72 % respectivamente), como ya vimos anteriormente en la Tabla 6.



*Figura 6 Comparación entre el pronóstico del ECMWF para el día 27 de junio de 2003 y el Análogo correspondiente, en este caso el tipo E.*

### **Conclusiones.**

1. En la provincia de Ciego de Ávila los días con tormentas ocurren con mayor frecuencia hacia la Costa Sur y zona Centro Sur de la provincia con cantidades entre 112 y 104 días con este fenómeno al año. Hacia la zona Norte y la cayería Norte este valor va de los 94 a los 83 días respectivamente.
2. En el territorio provincial se distinguen dos estaciones bien marcadas de esta variable, una la de mayor incidencia que comprende desde finales de mayo a comienzo de

octubre y la otra de menos incidencia que es desde la segunda mitad de octubre hasta comienzo de mayo.

3. Como promedio, entre las zonas, los meses de mayor presencia de días con tormentas son septiembre con 18.6 días con este fenómeno y agosto con 17.6 días.
4. Los meses de menor presencia de días con tormentas en el territorio son diciembre con solo 0.5 días con tormentas y febrero con 1.1 días.
5. En la provincia, como media general, dentro de los meses de mayor afectación se destacan la tercera decena de agosto con 7 días con este elemento meteorológico, seguido por la primera y segunda decenas de septiembre con 6 días.
6. En el periodo de menor incidencia de esta variable hay decenas en que prácticamente no existen tormentas eléctricas, como son las dos últimas de diciembre, en que como promedio provincial solo ocurre un día con tormenta cada 10 años.
7. En el bimestre agosto-septiembre el Análogo que más se presenta en los días con tormentas, en cualquier zona de la provincia es el Análogo E (35.4 %) y el de menor frecuencia el F con solo 1.2 %.

## Referencias

- Alfonso, A. L. y Manuel C. (1986): *Vocabulario de términos meteorológicos y ciencias afines*. Sección de publicaciones del I.M.M. Madrid. 408 pp.
- Alfonso, A.P. (1992): Descargas eléctricas en Cuba. Aspectos Meteorológicos. En *Revista Cubana de Meteorología*, Volumen 5 No. 2, pp. 99-105.
- Alfonso, A.P. (1994): *Climatología de las tormentas locales severas de Cuba. Cronología*. Ed. Academia, La Habana. 168 pp.
- Gancedo, O. (1981): *Horarios de formación de las tormentas en Santa Clara y su distribución*. INSMET, Santa Clara, pp. 22-31.
- Pazos, C. (1998): *Análisis sinóptico-estadístico del viento en Cuba y la ocurrencia de brisas marinas y tormentas locales severas en la provincia Ciego de Ávila*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Meteorológicas. Ciego de Ávila. 177 pp.

