

NOTA TÉCNICA

LOS INCENDIOS FORESTALES CAUSADOS POR DESCARGAS ELÉCTRICAS EN CIÉNAGA DE ZAPATA, MATANZAS, CUBA

Nelson Medina Torres y Arnoldo Alfonso Fernández ¹

RESUMEN

Los incendios forestales destruyen la biodiversidad de los ecosistemas y entre los factores causales más importantes en Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba destacan, por orden de importancia, la negligencia, la mala intención y las descargas eléctricas. En el área, los incendios forestales ocasionados por esto último ocuparon el tercer lugar durante el periodo comprendido entre 1980 y 1994. En el presente documento se proporcionan los principales resultados de un estudio realizado en el área, que consisten en la tipificación de la situación continental, la definición de la época, periodo, mes, hora y lugar de mayor peligro, así como el índice de peligrosidad de Nostorov. Se encontró que no existe una relación directa entre el número de incendios y aquellos provocados por las descargas eléctricas; asimismo, tampoco se observó una relación significativa entre el número total anual de los días con tormentas eléctricas y la ocurrencia de los incendios. La presencia de los incendios forestales derivados de las descargas eléctricas se detectó, principalmente, de marzo a septiembre, entre las 14:00 y 20:00 horas, con una duración promedio de 19.8 horas. El índice de peligrosidad de Nostorov, ajustado para los incendios forestales por descargas eléctricas, permite contar con una herramienta confiable para alertar de la posibilidad de ocurrencia de estos siniestros a los órganos competentes encargados de las decisiones sobre el patrimonio forestal de Cuba atenuar los daños que producen estos fenómenos naturales, así como sobre la agricultura nacional.

Palabras clave: Ciénaga de Zapata, condiciones meteorológicas, Cuba, descargas eléctricas, incendios forestales, índice de peligrosidad.

Fecha de recepción: 4 de febrero de 1999.

Fecha de aceptación: 4 de noviembre de 2002.

¹ Instituto de Meteorología, Centro Meteorológico Provincial. Matanzas, Cuba
e-mail: meteoro@atenas.inf.cu

ABSTRACT

Forest fires destroy the natural biodiversity of ecosystems and among the most important factors in Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba, are: negligence, bad intention and lightning. The last one was the third cause of forest fires in the study area from 1980 to 1994. In the actual study, the most important results of a study in the aforementioned area are reported; they refer to the description of the continental situation and the time of year, period, month, hour and place of greatest danger, determined through the Nostorov index. It was found that there is not a direct relation between the number of forest fires and those due to lightning, nor a significant relationship between the annual total number of days with lightning and the occurrence of forest fires due to lightning. These fires occurred from March to September, between the 14:00 and the 20:00 hours and they lasted 19.8 hours, on the average. The danger index of Nostorov, adjusted to the forest fires due to lightning, is a reliable predicting tool for forest fires, that might be useful for decision makers in charge of the forest of Cuba in order to handle more efficiently the damage caused by such natural phenomena, as well as over agriculture at a national level.

Key words: Cienaga de Zapata, meteorological conditions, Cuba, lightning, forest fires, danger index.

En la actualidad, los incendios forestales causan la más importante destrucción de los bosques de Ciénaga de Zapata, Cuba, pues cada año, alrededor de 20 incendios devastan 3,369 hectáreas de monte, aproximadamente, generan elevados daños económicos y ecológicos.

Algunas peculiaridades del comportamiento de los incendios forestales desde el punto de vista agrometeorológico para la zona de Ciénaga de Zapata fueron citados por Medina *et al.* (1995a y 1995b). Los estudios se refieren al período de máximo peligro de los incendios de cualquier origen, que se prolonga desde la primera semana de marzo hasta la primera semana de mayo. La mayor parte de dicho lapso corresponde a la época poco lluviosa, que es la misma en la que Davidenko (1980) realizó sus estudios en Cuba, entre 1977 y 1980 e instrumentó la aplicación del método de Nostorov. Más tarde, Hernández *et al.* (1990) demostraron que los valores del índice integral de Nostorov no cumplen con las definiciones para determinados grados de combustibilidad de los bosques y generaron el valor de la suma integral corregida, dando lugar a una nueva escala de peligrosidad.

Los incendios iniciados por rayos son comunes en la región (Ávila *et al.*, 1985); sin embargo, en la época lluviosa, cuando las tormentas eléctricas son muy frecuentes (Alfonso y Florido, 1991), se incrementa su ocurrencia.

En el presente estudio se analizaron los aspectos más relevantes sobre los incendios forestales que tienen como causa las descargas eléctricas en Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.

De manera general, las condiciones meteorológicas más frecuentes que anteceden a los incendios por descargas eléctricas en la temporada de lluvias del año, son la presencia de los anticiclones subtropicales sobre la provincia, por períodos de una semana o más, que se traduce en dos tipos básicos de circulación en niveles bajos y medios. Uno de ellos se manifiesta como la característica cuña del anticiclón oceánico, con flujo curvado anticiclónicamente, del sureste al sur, que produce un flujo de aire cálido y húmedo sobre la región, pero con fuerte movimiento descendente generalizado de las capas atmosféricas, lo que limita de manera considerable los movimientos bruscos ascendentes del aire y que con frecuencia provocan condensación. El otro produce flujos del norte y noreste en niveles bajos y medios, que en alguna medida permite el transporte de aire relativamente seco desde latitudes medias, originando una elevada insolación que puede asociarse con altas temperaturas diurnas, a pesar de no ser el aire tan caliente como en el primer tipo de circulación.

No obstante, en pocas ocasiones los incendios son antecidos por períodos de una semana con condiciones aparentemente indiferentes a la convección, que no propician una temporada larga de poca lluvia o una disminución de la humedad relativa y un aumento de la insolación.

Por lo regular, los días de los incendios coinciden con la presencia de un mecanismo de escala sinóptica que incrementa la convección, aspecto muy lógico, porque se necesita de la presencia de tormentas locales para producir las descargas eléctricas iniciadoras del incendio.

Los patrones descritos son comunes en la época del año y son necesarios, aparentemente, pero no lo suficiente, para la aparición de este tipo de incendios. Dichos patrones favorecen el mantenimiento de condiciones de relativa sequía, pero que no bastarían por sí solos para ocasionar dichos siniestros.

En el Cuadro 1 se presenta la frecuencia de incendios por agente causal en Ciénaga de Zapata; como se puede apreciar, las descargas eléctricas constituyen el tercer factor.

El número de incendios ocasionados por descargas eléctricas es muy variable de un año a otro (Cuadro 2), debido a que hay varios factores que actúan para producir el incendio, y la descarga constituye sólo el agente desencadenante.

Cuadro 1. Causas de los incendios forestales durante el periodo 1980-1994 en Ciénaga de Zapata, Cuba.

CAUSAS	TOTAL
Negligencia	103
Intencionales	83
Descargas eléctricas	44
Desconocidas	27
Otras (combustión de la turba, efectos pirotécnicos)	24
Total	281

No existe una relación evidente entre el número total de incendios y el originado por descargas eléctricas. Cuando se comparó el total anual de días con tormentas eléctricas contra el número de incendios anuales adjudicados a este factor, tampoco se encontró una relación significativa, cuyo coeficiente de correlación fue de 0.07.

En 1980 y 1990 no se produjeron incendios por descargas eléctricas a pesar de que se registraron 140 siniestros y 149 días con tormentas eléctricas, respectivamente. En contraste, 1987 y 1993 mostraron un elevado porcentaje de incendios provocados por descargas eléctricas, lo cual coincidió con el fenómeno de El Niño, caracterizado por una disminución de las lluvias durante los meses de mayo-agosto, además de una influencia más marcada de las altas subtropicales.

Las descargas eléctricas actúan como un detonante del incendio, cuando han prevalecido condiciones de sequía. Aún en los años menos activos, el número de tormentas resulta suficiente para la ocurrencia de los siniestros. En cambio, los años con muchas tormentas no presentan las condiciones favorables de incendio.

Si se cuantifican sólo los incendios del periodo lluvioso, se observará una estrecha relación entre el número total de éstos y el originado por descargas eléctricas. Las condiciones de sequía son el agente determinante para cualquier forma de producción del incendio. El cambio súbito de una situación sinóptica con sequía a una condición favorable para las tormentas eléctricas, es una señal de peligro.

Cuadro 2. Frecuencia absoluta de incendios por descargas eléctricas y días con tormentas eléctricas en la estación meteorológica Jagüey Grande.

Años	Número de incendios por descargas eléctricas	Número de días con tormentas eléctricas
1980	0	140
1981	1	133
1982	4	130
1983	2	134
1984	2	129
1985	5	146
1986	2	150
1987	8	139
1988	2	124
1989	6	164
1990	0	149
1991	2	172
1992	4	132
1993	5	159
1994	1	164

El periodo de peligrosidad de los incendios forestales se inicia en la cuarta semana de marzo. El mayor porcentaje de siniestros corresponde a los meses de julio-agosto, que es el período del año con el mayor número de tormentas eléctricas y con la menor precipitación de la temporada de lluvias. Ambos factores se combinan para originar el máximo de incendios por descargas eléctricas.

Las mayores afectaciones tuvieron lugar del 20 de abril al 10 de mayo, debido a la mayor duración de los incendios de la vegetación. No obstante, agosto se presentó otro período con daños importantes, lo que se relaciona con la sensible disminución de las precipitaciones que se producen algunas veces en julio y la alta incidencia de tormentas eléctricas en agosto. Aún en años lluviosos, dada la

gran variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones, pueden mantenerse zonas extensas con escasas lluvias que resultan potencialmente peligrosas. Los siniestros provocados por descargas eléctricas se inician sobre todo durante el día, casi siempre entre las 14:00 y 20:00 horas, el máximo de ocurrencia se observa entre las 16:00 y 17:00 horas, cuando las tormentas eléctricas también presentan su máxima frecuencia.

Los incendios provocados por descargas eléctricas suelen presentarse aislados unos de otros, puesto que las precipitaciones que ocasionan las tormentas generadoras de las descargas eléctricas ponen fin al período de sequía relativa previa al incendio. El porcentaje de incendios que suceden 10 ó más días después del anterior, es de 56%. Los lapsos menores a 10 días se presentan en años aislados, por lo que parecen corresponder a casos en que el primer incendio es originado con una situación meteorológica, en la cual el volumen de precipitaciones que genera la tormenta no cambia sensiblemente las condiciones relativas de sequía, de modo que nuevas descargas en días sucesivos provocarán nuevos siniestros.

La duración media de los incendios forestales provocados por descargas eléctricas fue 19.8 horas; sin embargo, este valor es poco representativo, porque hay una dispersión muy grande. La mayoría de los incendios se agrupan en torno a los que se denominan "breves", que son menores a cinco horas, y los "medios", entre 20 y 30 horas, pocos persisten 70 horas o más de 98 horas en mayo de 1991. Los incendios más largos se presentaron al final de largos períodos secos, en que la vegetación ha estado bajo la influencia de aire relativamente seco, con valores de humedad relativa inferiores al 45%, durante varios días, con alta insolación y temperaturas.

Los temporadas de sequía presentan poca o nula precipitación y además una evaporación elevada, lo que crea condiciones muy favorables, no sólo para la aparición del incendio, sino también para su rápida expansión y persistencia. Lo anterior propicia una tendencia a que los incendios más largos aparezcan a fines de abril y principios de mayo, poco antes del inicio del período lluvioso.

Por otra parte, las precipitaciones intensas que acompañan a las tormentas eléctricas hacen posible que aproximadamente 41% de los incendios relacionados con las descargas eléctricas se extingan.

En los últimos 15 años los incendios forestales afectaron 50,916 ha de bosque en la Ciénaga de Zapata, donde 18.0%, o sea 9,153 ha correspondieron a incendios provocados por descargas eléctricas.

De acuerdo con la clasificación de Davidenko (1980) 52.9 % de los incendios provocados por descargas eléctricas afectan de 11 a 100 ha y, en casos extremos, a superficies aun mayores a esta última cifra.

Existe una clara relación entre las precipitaciones asociadas a las tormentas eléctricas, generadoras de los incendios, y su lugar de aparición. Los episodios con incendios de consecuencias mayores se localizaron alejados del área de máxima precipitación y aparecieron en puntos entre el NNW y el SE, en sentido contrario a las manecillas del reloj, dada la trayectoria principal de las tormentas. Las zonas de mayor riesgo para la aparición de los incendios se localizan en las regiones occidental y central de Zapata, ubicadas bajo la influencia de uno de los cinturones de mayor actividad de tormentas eléctricas del país.

Para determinar el índice integral de Nostorov, en el caso de los incendios por descargas eléctricas, se procede de la forma siguiente:

Se toman los valores diarios que a las 13:00 horas presentan las variables meteorológicas: temperatura del aire seco y del punto de rocío. Con la información antes mencionada se aplica la fórmula siguiente:

$$IPDE = h T_o (T_o - t_o)$$

donde:

- IPDE*= Índice de Peligrosidad de incendios originados por Descargas Eléctricas
- h*= Cantidad de días sin lluvia. (con menos de 10 mm de precipitación, de acuerdo con Hernández *et al.*, 1990)
- T_o*= Temperatura de aire seco a las 13:00 horas
- t_o*= Temperatura del punto de rocío a las 13:00 horas

Después de obtener el índice diario de peligrosidad y la suma integral correspondiente a los incendios por descargas eléctricas, se propuso reconsiderar los intervalos de las diferentes categorías de peligrosidad de Hernández *et al.* (1980) (Cuadro 3). Se sugirió considerar válida dicha escala en el período lluvioso y con la peligrosidad referida a los efectos de las descargas.

Los incendios provocados por descargas eléctricas se relacionan con situaciones meteorológicas persistentes que producen períodos largos poco lluviosos, baja

Cuadro 3. Índice de peligrosidad de los incendios provocados por descargas eléctricas (IPDE):

IPDE	Magnitud de la suma	Clase de peligro	Porcentaje
I	0-300	No hay peligro	0.0
II	301-500	Poco peligro	5.9
III	501-1000	Peligro	23.5
IV	1001-2500	Alto peligro	32.4
V	> 2500	Extremo peligro	38.2

humedad relativa y alta evaporación, cuyos efectos en la vegetación se traducen en condiciones muy favorables para la aparición y rápida expansión de los incendios de cualquier origen.

Los periodos largos poco lluviosos suelen concluir con uno o varios días de tormentas. Si la precipitación asociada a la tormenta es escasa o cae en una zona relativamente alejada del incendio, éste puede propagarse con rapidez y afectar áreas amplias, con una duración superior a las 20 horas. Por el contrario, si el incendio se inicia en la zona de precipitación intensa, la propia tormenta ocasionará su extinción en menos de cinco horas.

Al final de la temporada poco lluviosa, la presencia de una celda subtropical de altas presiones sobre México, o el Golfo de igual nombre, provoca que el aire seco de origen continental cubra el país y refuerce la sequía usual en esa época. Lo anterior explica porqué los incendios de este tipo son más intensos desde fines de abril hasta mediados de mayo. Dentro del período lluvioso, la cuña de altas presiones del anticiclón oceánico favorece condiciones de sequía por una semana o más, que en raras ocasiones se prolongan a un mes. En estos casos, una de las numerosas tormentas locales produce incendios, generalmente de corta duración, que afectan áreas restringidas. No obstante, bajo condiciones extremas de sequía estos incendios pueden tornarse peligrosos.

El índice de peligrosidad de Nostorov, ajustado para el caso especial de los incendios por descargas eléctricas, permite contar con un índice confiable para alertar de la posibilidad de incendios a los organismos oficiales encargados de la agricultura, con el objeto de atenuar los posibles daños que pudieran ocasionar los incendios al patrimonio forestal del Municipio Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.

REFERENCIAS

- Alfonso A., P. y A. Florido. 1991. Las condiciones climáticas. Estudio Geográfico Integral Ciénaga de Zapata. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. pp. 18-35.
- Ávila, J., I. García, E. González, J. Rodríguez y A. Durán. 1985. Ecología y silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 289 p.
- Davidenko, E. 1980. Trabajos realizados por el especialista soviético y la contrapartida cubana durante el período 77-80. INDAF. La Habana, Cuba. 179 p.
- Hernández A., J. A., J. Martínez, J. Merquiades y C. Rivero. 1990. Metodología para determinar el índice de peligrosidad de los incendios forestales. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana, Cuba. 6 p.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía-ACC. 1993. Comportamiento de los incendios forestales. *In*: Estudio geográfico Integral Ciénaga de Zapata. La Habana, Cuba. pp. 29-31.
- Medina Torres, N. 1995a. Pronóstico agrometeorológico de incendios forestales en la Ciénaga de Zapata. *In*: Memorias del II Simposio Internacional de Humedades '94. Editorial Academia. La Habana, Cuba. pp. 45-48.
- Medina Torres, N. 1995b. Determinación del índice de peligrosidad de incendios forestales en Ciénaga de Zapata para el período de máximo peligro. *In*: Memorias del II Simposio Internacional Humedades '94. Editorial Academia. La Habana, Cuba. pp. 85-87.