

EXPERIENCIAS EN EL PRONOSTICO DE PELIGRO DE INCENDIOS FORESTALES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA GUANTÁNAMO-GUASO.

Autores: Ing Alexander Fernández Velazquez, Ing Rolando Baza Pacho, Lic Lida V Gómez Rodríguez, Lic Yanneyis Rojas Días, Ing Ricardo Meade, Lic Leonardo Maura, Ing Arisleidys Peña De La Cruz.

Centro Meteorológico Provincial Guantánamo. Cuba. E-Mail: alexander.fernandez@gtm.insmet.cu; alexanderfv1973@yahoo.es; alexanderfv1973hotmail.com

Resumen.

Se desarrolló un estudio climático de las Cuencas Hidrográficas Guantánamo – Guaso lográndose una caracterización climática de la zona. Se creó una base de datos digitalizadas y se organizó una red pluviométrica para garantizar el monitoreo de los incendios forestales, además se implementó el uso de índices para el pronóstico, de la existencia de condiciones de peligro de incendios, utilizando diferentes técnicas de observación, evaluándose la interacción entre los factores atmosféricos y la humedad del suelo, y su influencia sobre el estado de la vegetación. Se trabajó y montó un sistema de pronóstico y alertas tempranas sobre la ocurrencia de incendios forestales a corto, mediano y largo plazo. Desencadenados los incendios se dio seguimiento a su evolución y se realizó la evaluación de los daños causados. Los pronósticos se realizarán a través de la emisión de avisos de Alerta Temprana y se logró un 90% de efectividad de los mismos, además se capacitó a los especialistas en el uso de la información y la explotación del sistema de pronóstico.

Introducción.

Las Cuencas Hidrográficas Gtmo – Guaso está entre las cuencas priorizadas del país y la misma ocupa un área de 2048 K.m cuadrados, incluida la parte correspondiente a la Provincia Santiago de Cuba. En ella se concentra más del 70 % de la población de la Provincia de Gtmo y la mayor producción de leche y de productos agroalimentarios. La zona de estudio presenta una gran variabilidad climática tanto espacial como temporalmente, específicamente en cuanto a precipitación se refiere y significativas anomalías por lo que reviste una gran importancia la evaluación climática de dicha zona de estudio que, por

demás, no ha sido objeto de un estudio detallado y puntual en el campo climático.

Un gran número de incendios forestales ocurre regularmente alrededor del planeta. Durante las últimas décadas ha habido en el mundo una importante tendencia al aumento. Según Vélez (2000) “cada vez hay más incendios y las cifras lo confirman”.

Las características del ambiente tienen gran influencia en el inicio, la propagación y la intensidad de los incendios forestales. Los factores más relacionados con los incendios son, las condiciones meteorológicas, el material combustible, la topografía y el tipo de cobertura vegetal. (Brown y Davis ,1973).

Batista (2000) coincide en señalar, que los incendios forestales son frecuentemente condicionados por las variaciones climáticas y que el comportamiento de algunos elementos meteorológicos que caracterizan el clima tiene efectos particulares sobre el comportamiento del fuego, incluyendo decisivamente en la ignición y propagación de los incendios.

Materiales y Métodos.

Se realizó una caracterización de los principales elementos del clima, que influyen sobre las condiciones de peligro de incendios sobre la vegetación, como base para el estudio y para el sistema de pronóstico de las condiciones de peligro para la cuenca, profundizando en la precipitación, temperatura, Humedad Relativa y los vientos.

Para el estudio de las precipitaciones se tomaron los datos medios mensuales y anuales de 50 pluviómetros correspondientes a la red de INRH. Se empleó una serie de 38 años (1963–2000) y los datos se procesaron según las normas y procedimientos establecidos por INRH y el INSMET.

Para determinar la evaporación se empleó el método de evaporímetro de tanque clase A y La evapotranspiración potencial se calculó por el método de Ivanov.

Para evaluar la influencia de huracanes en Gtmo, se empleó una serie de 102 años (1900 – 2001) extraída del archivo del INSMET.

Las restantes variables meteorológicas se procesaron por metodología del INSMET. Para ello se utilizaron los datos de las Estaciones de Gtmo y la Juanita y los puntos: El Salvador, Velorio y Héctor Infante.

El trabajo de pronóstico y alerta temprana de los incendios forestales se desarrollo según la metodología desarrollada por el Instituto de Meteorología y el Cuerpo de Guardabosques Nacional.

Para la elaboración de los pronósticos se trabajará con diferentes fórmulas de evaluación:

Formulas a utilizar para la elaboración de pronósticos.

Formula	Categorías
Monte Negro	Pequeño, medio, alto, muy alto.
Nesterov	Sin peligro, Poco peligro, peligro, alto peligro, extremo peligro.
Angstrom	Nulo, bajo, moderado, alto
Telicyn	Ninguno, medio, pequeño, alto

Índices a Utilizar

Tf- Temperatura del AIRE a las 13.00 horas, Hr – Humedad relativa,

Pr – Precipitación, Tpr- Temperatura de punto de Roció.

Cálculo del índice de Nesterov, principal utilizado.

Categoría	Valor de la $\sum I_n$
Sin Peligro (I)	0 - 300
Poco Peligro (II)	301 – 1000
Peligro (III)	1 001 – 4 000
Alto Peligro (IV)	4 001 – 10 000
Extremo Peligro (VI)	> 10 001

$I_n = \sum (P)$ donde $P = T * D$

Donde

In: Índice de Nesterov.

T: Temperatura del Aire a la 1.00 pm.

D: Déficit de Saturación a la 1.00 pm.

N: Número de días secos (días con lluvias menores de 5.0 mm)

Resultados y Discusión.

Los resultados de la precipitación media anual, por el método isoyético se observa en la tabla 1. En esta queda bien definida que la media general de la cuenca es de 998.0 mm y que se mueve en un rango entre 520 y 1797 mm.

En la cuenca de Sur a Norte los niveles de precipitación aumentan, pero a pesar de ello en la región norte de la cuenca se encuentran en los últimos años déficit significativos de las precipitaciones favoreciendo las condiciones para la ocurrencia de los incendios forestales, principalmente en los municipios Guantánamo, Salvador y Manuel Tames.

**Tabla: 1 Precipitación Media Anual de la Cuenca Gtmo – Guaso
(Años 1963 – 2000).**

Intervalo	Área (K m)	Lluvia(mm)
520 – 600	13.8	560
600 – 800	452.2	700
800 – 1000	472.3	900
1000 – 1200	555.0	1100
1200 – 1400	390.0	1300
1400 – 1600	109.4	1500
1600 – 1797	55.6	1698
	2048.3	998

Se puede observar que los acumulados comprendidos entre 600 y 1000 mm ocupan un área de 924.5 Km cuadrados que representan el 45.1 % del área

total y que los acumulados comprendidos entre 600 y 1200 mm abarca el 72.2 % del área total con 1479.5 Km cuadrados y por encima de 1600 mm solo se observan dos pequeñas áreas ubicadas al norte de la zona de estudio con un total de 54.6 Km cuadrados. **La zona menos lluviosa se encuentra al sur, aledaña a la Base naval.**

La media hiperanual de la cuenca es de 958.3 mm, es decir solo presenta un 4 % de diferencia con respecto a la media general, lo cual demuestra que esta micro red es representativa, y muestra una distribución estacional por lo que en muchos momentos nos encontramos ante periodos secos de significación en la cuenca.

Al evaluar el comportamiento de la lluvia por etapa se observa que en los últimos 10 años se produjo un ligero incremento de lluvia media. Consideramos que este incremento aproximadamente al 5 % se deba a los eventos de lluvias intensas en la década de los 90. También se observa un corrimiento de la lluvia a la etapa poco lluviosa (Nov-Abril).

En la anual; en tanto que la etapa poco lluviosa se incrementa en igual proporción.

Se evaluó el número de días con lluvia en la serie 1971 – 2000 de los 15 pluviómetros seleccionados para el monitoreo de la sequía y se observó que la zona sur el promedio anual oscila entre 40 y 60 días; mientras que en la zona norte promedia entre 80 y 100 días. En la serie estudiada la red seleccionada promedió 85 días con lluvia anual. El número de días con lluvia por año varía mucho y no se observa una correspondencia entre el número de días con lluvia y el acumulado anual, la lluvia presenta una mala distribución.

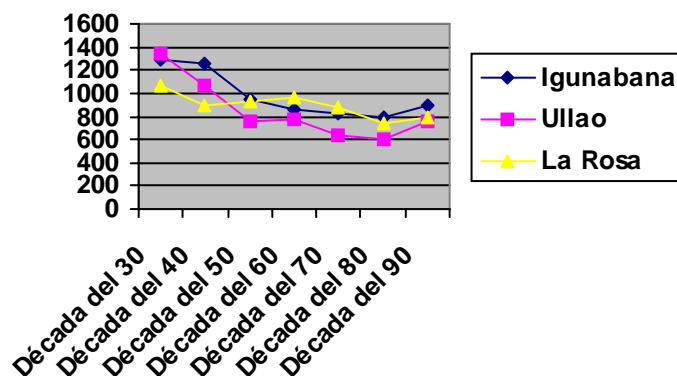


Gráfico: 1 Comportamiento de la lluvia en la parte sur y sudeste de la cuenca.

Al evaluar el comportamiento de la lluvia por década se observó (Gráfico 1) que la zona sur y suroeste hay una tendencia a decrecer desde la década de los años 30 hasta la década del 80 y luego, como ya señalamos hubo un ligero incremento en la década del 90, pero aún con acumulado inferior a las primeras décadas estudiadas.

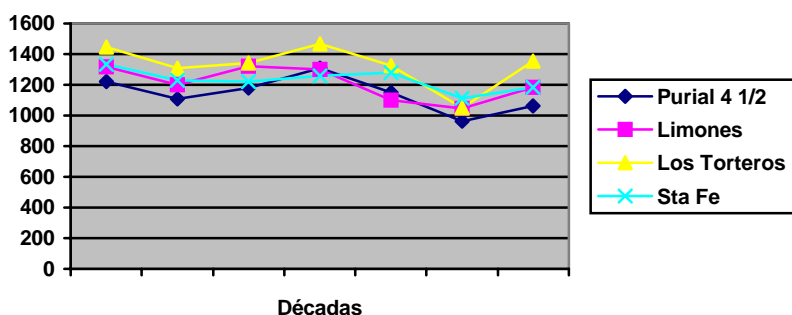


Gráfico: 2 Comportamiento de la lluvia en la parte norte de la cuenca.

En la zona norte se observa un decrecimiento menor y sólo a partir de la década del 70. También se aprecia un ligero incremento en la década del 90. (Gráfico 2).

En general se percibe un decrecimiento de la lluvia en la década del 90, coincidiendo con los resultados obtenidos por el Grupo de Expertos para Cambios Climáticos en nuestra región.

El período de retorno de la sequía era de aproximadamente 5 años, sin embargo en los años finales del 60 y gran parte del 70 se redujo considerablemente el período de retorno. En el intervalo de tiempo posterior se produjo una reducción en la afectación de sequía.

Pero en los últimos años, especialmente en la década del 90 en donde hemos sido afectados por procesos de sequía meteorológica severa desde 1996 hasta el 2001 solo interrumpido por eventos de lluvias intensas. Aunque en la década se observa un incremento del acumulado medio anual han sido más frecuentes

los procesos de sequía porque la lluvia ha presentado una pésima distribución temporal. Han sido más frecuentes los períodos de días sin lluvias consecutivos mayores de 10 y por otra parte la lluvia se ha concentrado con mayor frecuencia en cortos períodos, en ocasiones como ocurrió en 1998 en sólo varios días.

En este año sufrimos uno del déficit de lluvia más severo, especialmente en el período Abril-Junio, sin embargo en Agosto, mes poco lluvioso en la zona de estudio, y en septiembre se registró más del 50 % del total anual.

La evaporación media anual, valorada con los datos de las Estaciones Meteorológicas de Guantánamo y La Juanita y estimada para las restantes áreas, es muy elevada. En la zona sur la evaporación anual es de 2300.0 mm. En Guantánamo, que se encuentra aproximadamente en un punto medio entre la costa y las áreas montañosas, el promedio es de 2080 mm. El extremo norte promedia aproximadamente 2000 mm. Como se puede observar la evaporación es alta y estable. Todos los meses promedia por encima de 140 mm y el C.V oscila entre 0.04 y 0.07, favoreciendo el secado de la hojarasca y el material combustible en sentido general.

Comportamiento de la temperatura.

Al evaluar la temperatura se pudo observar que la media anual para esta zona de estudio es de 25.6 °C en tanto que va incrementándose hacia el sur alcanzando valores medios por encima de 26.3 °C en el extremo sur (Costa).

La temperatura máxima media es superior a los 30.0 °C en toda el área. El valor máximo medio se registra en una zona que se extiende desde el sur de la ciudad de Gtmo hacia el suroeste y que abarca una gran extensión del municipio Niceto Pérez. Toda esta área presenta un valor superior a los 32.0 °C. Como puede observarse el área de estudio presenta una temperatura alta y estable tanto espacial como temporalmente. En todas las área la diferencia entre los meses más calidos (Julio – Agosto) y los meses más fríos (Enero – Febrero) es de solo 4.5 °C aproximadamente. Los años 1997 y 1998 presentaron un incremento notable en la media anual con 26.0 °C y 26.2 °C respectivamente. La temperatura como elemento de interés presenta una

tendencia al incremento incrementando las posibilidades de que ocurran incendios forestales.

Comportamiento de la humedad relativa.

La humedad relativa de la zona está entre las más baja no sólo de Gtmo sino del país. La humedad anual oscila entre 75 % en la costa y 78 % en la zona norte. La media general es de aproximadamente 77 % y oscila en el año entre 73 % en Marzo y 83 en Octubre y noviembre. Solo estos meses como promedio general y en algunos puntos promedian por encima de 80 5. La baja humedad relativa de la zona y la elevada temperatura, así como la influencia de viento del sur con un gran efecto secante son las causas de la alta tasa de evaporación.

Viento.

La zona de estudio es poco ventosa. La velocidad media anual del viento es de solo 3.9 Km/h y esta disminuye desde la costa con 7.3 Km/h hasta la zona norte, en cuyo extremo sólo promedia 3.4 Km/h. En cambio el porcentaje de frecuencia de calma aumenta en este mismo sentido.

En las áreas próximas a la costa presenta entre un 20 y 30 % de calma y va creciendo gradualmente hasta sobrepasar el 50 % de calma en la zona norte. El viento predomina del sur. en casi todo los meses excepto Noviembre y Diciembre y ocasionalmente Julio, en que predomina del NE.

Es bueno señalar que durante el día el viento predomina del sur pero en las horas nocturnas se produce el viento de montaña en la parte norte y el terral en la parte sur, por tanto el viento predomina del norte. De manera que el viento predominante es del sur y le sigue el viento del norte.

Pronóstico y Alerta de Condiciones de Peligro de Incendios Forestales en la Cuenca.

Principales Resultados en el pronóstico de peligro de incendios.

1-Se Introdujeron índices agrometeorológicos de peligro de incendio en la vegetación.

2- Se aplica la observación meteorológica.

3-Se organizo el sistema de vigilancia y pronóstico de peligro de incendios forestales mediante “avisos tempranos de alerta” sustentados en la utilización de los índices de peligro.

4- Se realiza el pronóstico agrometeorológico de Condiciones de Riesgos para la aparición de Incendios Forestales a Corto, Mediano y largo Plazo.

5- Se determino que nuestra región en el periodo 1999-2005 y particularmente entre Febrero –Junio de cada año, se encuentra bajo la influencia de altas presiones con mucho calor y pocas probabilidades de precipitación, principalmente hacia el interior de la cuenca. Los vientos fundamentalmente del Este, débiles se presentan altas temperaturas con poca variación.

La experiencia consiste en la emisión de boletines de pronóstico de condiciones de peligro de incendios para la Cuenca hidrográfica Guantánamo-Guaso. Mediante el cual el cuerpo de Guardabosques puede dar un seguimiento a las condiciones agrometeorológicas existentes para los riesgos de aparición de incendios.

Tipos de Pronóstico agrometeorológicos, que se desarrollan en la provincia.

1-Riesgos de peligro de incendios forestales a corto plazo.

Se emite un boletín con las informaciones del estado general del tiempo en toda el área de la cuenca y las perspectivas para las próximas 24 horas. Además se realiza un análisis agrometeorológico donde expresa las condiciones de riesgo de peligro de incendios forestales por cada uno de los municipios de la cuenca, el cual indica el momento apropiado para la aplicación de la Señal de Peligro para la toma de decisiones instrumentadas en la Estrategia de Prevención de los incendios forestales en la cuenca.

2-Riesgos de peligro de incendios forestales a mediano plazo.

Tomando como fuente primaria la información numérica de datos meteorológicos de la región y se elaboran los mapas de pronóstico a mediano plazo, con ellos se realizara el pronóstico de variables meteorológicos para los siguientes cuatros días, para cada una de las Unidades Fisiográficas de la

cuenca, calculando con cuatro días de anticipación el Índice de Probabilidad de riesgos de peligro de incendios forestales.

3-Riesgos para el surgimiento de incendios forestales a largo plazo.

Se elabora un informe mensual basado en la climatología de la Cuenca Guantánamo-Guaso y en diferentes modelos de pronóstico meteorológicos extendido que refleje las condiciones ambientales que posibilitan la ocurrencia y desarrollo de estos siniestros.

La cuenca cubre el área de 5 municipios de la provincia Guantánamo, dentro de los que se encuentran, el salvador y Guantánamo, como los de mayor peligro desde el punto de vista meteorológico. En la tabla 1 se muestra el pronóstico a mediano plazo para el período comprendido entre 28-31 de Mayo del 2005.

Tabla .1 Condiciones de Riesgos Agrometeorológicos para la Aparición de Incendios Forestales para la cuenca 28-31 de Mayo de 2005.

Regiones / Días	28-5-05	29-5-05	30-5-05	31-5-05
El Salvador	CMF	CMF	CMF	CF
Guantánamo	CNF	CF	CF	CF
Manuel Támes	CNF	CF	CF	CF
Caimanera	CNF	CNF	CNF	CF
Niceto Pérez	CNF	CNF	CF	CF

Evaluación

CMF - Condiciones muy favorables.

CF - Condiciones favorables.

CNF - Condiciones no favorables.

Conclusiones.

1-Se estableció un sistema de monitoreo y alerta temprana a través del pronóstico sobre las condiciones de peligro de incendios forestales a corto, mediano y largo plazo para la cuenca.

2-La cuenca es muy susceptible a eventos de sequía agrícola e incendios forestales, atendiendo a el incremento de las condiciones que son favorables para la ocurrencia de estos fenómenos, encontrándose eventos de sequía (meteorológica, hidrológica y agrícola) de manera sostenida en los últimos años, aparejado a una tendencia a la disminución de las precipitaciones y el incremento de las temperaturas.

3-En las últimas tres décadas se observa un decrecimiento en el acumulado medio anual de la lluvia, respecto a las tres décadas anteriores esto mucho más marcado en la zona semiárida, lo que favorece la ocurrencia de incendios sobre toda la vegetación.

4-El comportamiento de las temperaturas, humedad relativa, viento y evaporación ha sido muy estable en el período estudiado, presentando condiciones favorables para la ocurrencia de incendios forestales.

5-La tendencia desde el punto de vista climático en la cuenca es a condiciones más favorables para la ocurrencia de incendios forestales.

Bibliografía:

1-Análisis y Cartografía de la Vulnerabilidad Alimentaría en Cuba. 2001. PMA p-60.2-Batista, A. C. (2000): Mapas de Riesgo. "Una alternativa o planeamiento de controle de incendios forestales". Fundacao de pesquisas forestais do Parana.Curitiba,Brasil. V.30 (1/2)pp 45-54.

3-Brown, A. A. AND Davis K.P. (1973): "Forest fire .Control and use". New York McGraw Hill 2 Ed., 686 p.

4-Cambios Climáticos y Cuestiones Ambientales. Informe Anual (1991) OMM.

5-CITMA. (1997).Ley de Medio Ambiente (81/96).

6-Lapinel. B, et al, (1993). La Sequía en Cuba.

7-Reflexiones Sobre Algunos Términos de Referencia. Documento elaborado por Centro Nacional del Clima.

8-Seguridad Alimentaría. El Factor Climático (OMM No 849).

9-Síntesis del Informe: Variaciones y Cambios del Clima en Cuba. Instituto de Meteorología.

10-OMM (1990). Vocabulario Meteorológico Internacional. OMM No 82.

11-Ursinio Montenegro Morazen. Trabajo "Clima de Montaña" Inédito.

12-Vélez, R (2000). La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias.

13- Mc GrawHill/Inter-Americana de España, S A U España.