



XIII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL

Días: 23 de Septiembre de 2008

TITULO

EVALUACIÓN Y PRONÓSTICOS DEL RIESGO DE INCENDIO PARA CUBA, GENERADO POR EL SISTEMA “QUEIMADAS”

Autores: Dr. Alberto W. Setzer*, M.Sc. Eva Mejías Sedeño**.

*** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). San José dos Campos, S P. Brasil. Tel: (55) 12 3945 6464. Fax: (55) 12 3945 6652 E-mail: asetzer@cptec.inpe.br**

****Instituto de Meteorología (INSMET). Carretera del Asilo s/n. Casa Blanca. Mpio. Regla. Ciudad de La Habana. Cuba. CP: 11700. Tel: 53 78670714. Fax: 53 78668010. e-mail: eva.mejias@insmet.cu**

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de evaluación y pronóstico de riesgo proveen información acerca de las condiciones potencialmente favorables para que se desencadenen los incendios así como para su futura evolución.

Las informaciones que brindan estos sistemas son esenciales en la lucha contra el fuego y resultan de vital importancia en el establecimiento de los planes de acción, la adopción de medidas y conductas a seguir en la prevención y combate a los incendios, en correspondencia con el grado de riesgo existente y esperado.

Debido a que los factores medioambientales se encuentran estrechamente relacionados con la ocurrencia de los incendios, los sistemas de evaluación y pronóstico de riesgo, generalmente se basan en el empleo de *índices* que constituyen sus componentes principales. Estos índices evalúan y expresan las mejores relaciones existentes entre las características del ambiente que tienen influencia en el inicio, la propagación y la intensidad de los incendios .

Brown y Davis (1973) citan, entre los factores del medio más relacionados con el fuego a las condiciones meteorológicas, el estado del material combustible, el tipo de cobertura vegetal y la topografía. Batista (2000) coincide en señalar, que los incendios forestales son fuertemente condicionados por las variaciones climáticas y que el comportamiento de algunos elementos meteorológicos, que caracterizan el clima, tienen efectos particularmente importantes en el comportamiento del fuego, influyendo decisivamente en la ignición y propagación de los incendios.

Según Vélez (2000) las condiciones locales del tiempo atmosférico condicionan de manera importante el surgimiento de los incendios forestales. Santiago (2001) plantea que, los sitios con mayor temperatura superficial aunados a la presencia de material vegetal seca y características climáticas como, baja humedad relativa y alta temperatura en el ambiente producen un mayor nivel de riesgo de incendio. De allí la importancia que se le concede al comportamiento de estos factores en la evaluación y pronóstico del riesgo de incendios.

El “Sistema de evaluación y pronóstico del riesgo de incendio” para Cuba, se implementó mediante un trabajo de colaboración conjunta, desarrollado entre especialistas del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) de Brasil y el Instituto de Meteorología INSMET de Cuba. Los primeros resultados, para Cuba, estuvieron listos en octubre de 2004, cuando fue puesto en marcha de forma operativa, insertado dentro del sistema “Queimadas”.

Hasta el momento, se ofrece para Cuba, la información de riesgo observado, el día anterior y el pronóstico de riesgo para los próximos tres días, con actualización diaria. De allí que el objetivo del presente trabajo consista en mostrar los resultados hasta ahora obtenidos con la implementación del sistema para Cuba y sus perspectivas.

MATERIALES Y METODOS

El “Sistema de evaluación y pronóstico de riesgo de incendio en la vegetación” opera utilizando como sus componentes principales a factores del medio ambiente que contribuyen a la probable ignición y posterior comportamiento del fuego, entre las cuales se encuentran, variables meteorológicas como, la precipitación, la humedad relativa y la temperatura del aire, el tipo de vegetación y la presencia o no de focos de incendios detectados por los satélites.

Para realizar la evaluación y pronósticos del riesgo de incendios es empleado el método creado por el equipo de “Queimadas” del INPE (Setzer 2000). Mediante el cual es calculado, primeramente un “Riesgo básico” de incendio, utilizando un modelo matemático (formula 1), basado en el comportamiento de la lluvia y el tipo de la vegetación (última versión del 15 de julio de 2004).

$$\text{Riesgo} = (1 + \text{Sin}(A * \text{No.días} - 90)) / 2 \quad (1)$$

Donde:

A- Constante de vegetación.

No. días- número de días sin lluvias.

Al cálculo del riesgo básico, se la aplican factores de corrección utilizando la humedad relativa y temperatura del aire.

En la tabla 1 donde aparece la secuencia de cálculo del riesgo, según metodología anteriormente mencionada.

Tabla 1: Secuencia de cálculo del algoritmo de riesgo de incendios.

La entrada de los datos es permitida solo en la celdas coloreadas y con los bordes gruesos, del tipo

No. DIAS anteriores	01 día	02 días	03 días	04 días	05 días	06 a 10d	11 a 15d	16 a 30d	31 a 60d	61 a 90d	91 a 120d.
Precipitación, mm:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fator Precipitación:	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

		No. Días de Seguridad= 105.0					
		Clas. Vget	Veget.1	Veget.2	Veget.3	Veget.4	Veget.5
		TipoVeget	Omr.densa	Omr.Aberta	Contato+ Campinarana	Estacional+ Decidua+Semi-Deciaual	NãoFloresta
		Conste. A	1.715	2	2.4	3	4
		RIESGO BÁSICO=	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
		Factor Corrección_URel=	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
UMID_REL_15h=	50	RIESGO CORR_HuRel=	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
		Factor Corr_Tmp_Máx=	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
TEMP_MÁX=	35	RIESGO CORR_Tmp=	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Secuencia de cálculo del algoritmo de riesgo de fuego:

- Entrar con los datos de precipitación del período, la humedad relativa mínima y temperatura máxima del aire del día.
- Calcular los factores de precipitación a partir de la precipitación en los diferentes períodos.
- Determinar el número de días de seguridad a partir de los factores de la precipitación.
- Determina el riesgo de fuego “básico” (máx.=0.9) p/ cada uno de los 5 tipos de vegetación.
- Corregir el riesgo de fuego para la humedad relativa del aire de la tarde.
- Corregir el riesgo de fuego para la temperatura máxima.
- Corregir el riesgo de fuego p/presencia de focos detectados por los satélites.

Los valores de riesgo obtenidos son enmarcados dentro de las diferentes clases de riesgos establecidos, denominados como, riesgo mínimo, bajo, medio, alto y crítico, según aparece en la tabla 2. Las representaciones gráficas de las clases de riesgo varían según los colores asignados en las filas correspondientes.

Tabla 2: Clases de riesgo de incendio y colores asignados a sus representaciones gráficas.

Clases de Riesgo	
Mínimo	0 a 0.15
Bajo	0.15 a 0.4
Medio	0.4 a 0.7
Alto	0.7 a 0.95
Crítico	> 0.95

Los resultados de los cálculos del riesgo y sus representaciones gráficas varían según el comportamiento de los componentes de riesgo incluidos en el modelo de cálculo.

La información meteorológica pronosticada para el cálculo del pronóstico de riesgo es obtenida del modelo meteorológico global T126. Para el cálculo del riesgo **observado** las informaciones meteorológicas se obtienen de las observaciones realizadas en tierra por estaciones meteorológicas de intercambio mundial y regional existentes en Cuba y transmitidas por la estación VSAT ubicada en el INSMET.

Estación VSAT.

Sistema de telecomunicaciones y de conmutación de mensajes meteorológicos abierto a todos los medios de telecomunicaciones en plena conformidad con los estándares de la OMM y su manual sobre el sistema mundial de telecomunicaciones (SMT). (Corobor 2005). Se actualiza automáticamente en tiempo-real con los datos meteorológicos más recientes recibidos del Sistema de Conmutación de Mensajes. Posee una interfaz gráfica Windows estándar muy simple, su uso permite que el sistema sea muy fácil de aprender y conexiones con todo tipo de abonado.

DESARROLLO

El sistema fue puesto en marcha el día 6 de octubre de 2004, una vez concluido el período de prueba y que fueron creadas todas las condiciones técnicas y operacionales necesarias, para su puesta en marcha, entre ellas:

- completar del sistema de comunicación en tiempo real necesario, con la instalación y puesta en funcionamiento de la estación VSAT en el INSMET a través de la cual se realiza la transmisión de datos meteorológicos observados en Cuba vía satélite, hacia los centros mundiales de intercambio de datos y,
- contar con las previsiones meteorológicas para el área de Cuba y el Caribe generada por el modelo meteorológico global T126.

A partir de dicha fecha, los resultados del cálculo del riesgo de fuego observado y los pronóstico, para Cuba, comenzaron a ser divulgados, en forma de mapas, por el Centro de Pronósticos del tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC) del INPE, de forma operativa, a través de Internet, con actualización diaria a través de la página Web creada con dicho objetivo:

http://www.cptec.inpe.br/queimadas/risc_cuba/queimap_cuba.html

Todos los productos de riesgo son obtenidos automáticamente.

1) Riesgo observado el día anterior.

Componentes del riesgo observado incluidos en el modelo de cálculo:

- precipitación acumulada (mm/día) hasta 120 días, actualizada a las 12UTC.
- temperatura máxima observada del día anterior (°C), actualizada a las 18 UTC.
- humedad relativa mínima observada (%) del día actual, actualizada a las 18 UTC y
- las coordenadas de focos de incendios detectados por la tarde y noche.

El mapa de riesgo observado es válido por 24 horas y el programa de cálculo es corrido a la 23:36 horas.

Inicialmente fue ubicado en la Web, a modo de prueba el mapa de riesgo de fuego observado con resolución de 25 Km. (Fig. 1).

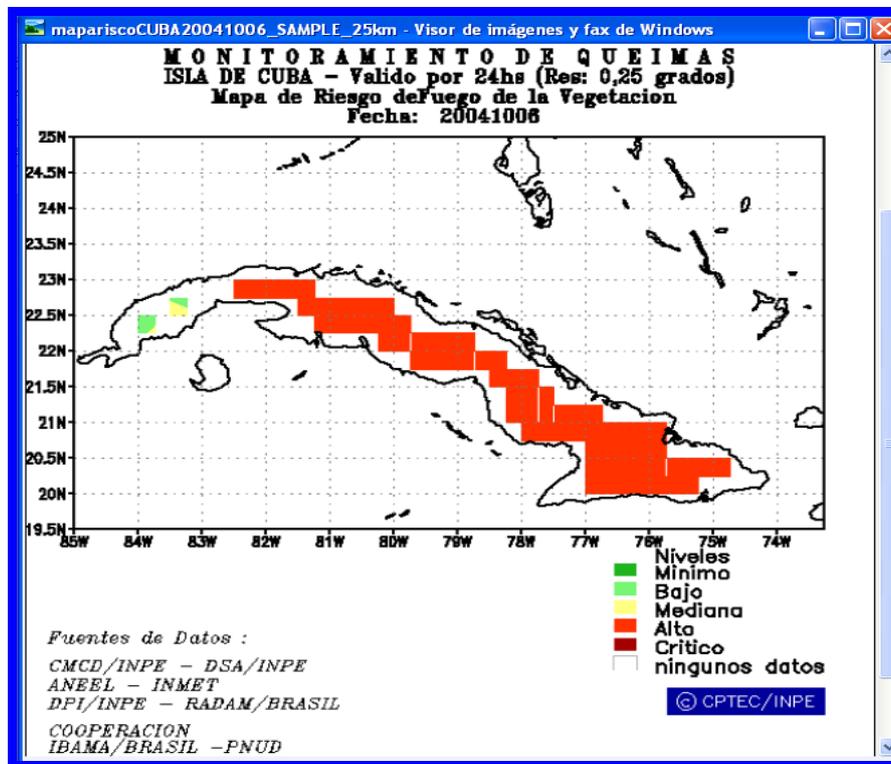


Figura 1: Primer mapa de riesgo de fuego observado para Cuba, publicado el día 6 de octubre de 2004, resolución 25 Km.

Posteriormente, este mapa fue remplazado, por un mapa de riesgo con resolución de 5 Km. (Fig.2). Esta resolución permite obtener y visualizar con un mayor nivel de detalle, el comportamiento del riesgo para la isla.

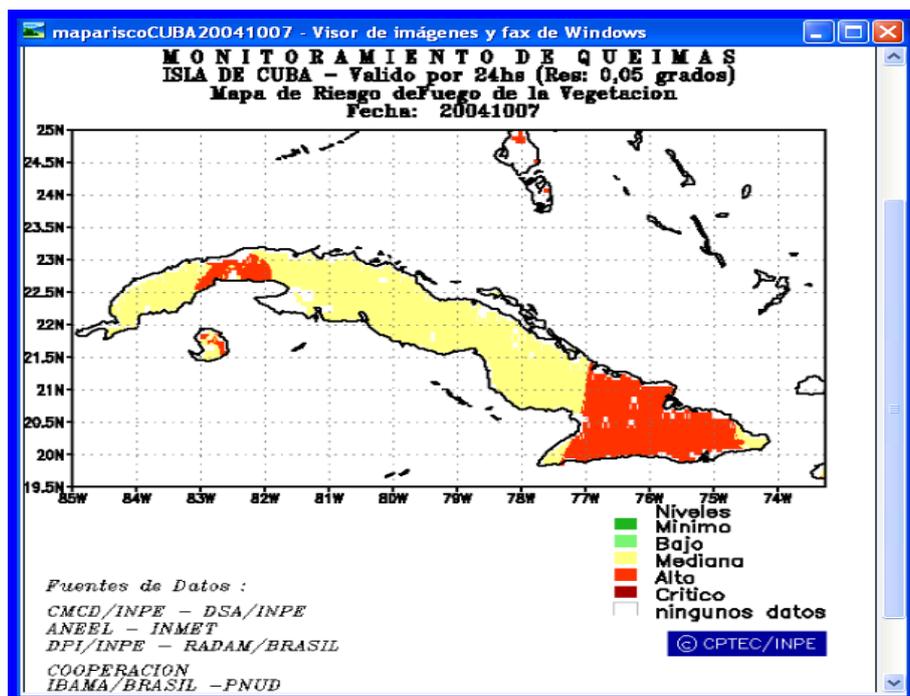


Figura 2: Mapa de riesgo de fuego observado para Cuba con resolución 5 Km. Día 7 de octubre de 2004.

1) Riesgo de fuego previsto.

A partir del 21 de octubre de 2004, se incluyeron en el sistema los “mapas de riesgo previsto” con pronósticos para los próximos tres días.

Los mismos son elaborados a partir de la información meteorológica pronosticada por el modelo global T126 y se incluyen los siguientes componentes de riesgo:

- precipitación pronosticada (mm/día), a las 12 UTC.
- temperatura máxima (2m) pronosticada (°C), a las 18 UTC,
- humedad relativa mínima pronosticada (%), a las 18 UTC,

Las salidas son mapas de riesgo previsto para el primer día, segundo día (día actual +1) y el tercer día (día actual +2), con resolución de 5 Km.

El programa de cálculo de riesgo previsto para el primer día es corrido a la 07:00 horas y el del pronóstico para la el 2do y 3er días a la 07:40 horas. El pronóstico es válido por 24 horas.

Visualización de la información de riesgo de incendio para Cuba.

La información de riesgo de fuego para Cuba se encuentra ubicada en la página Web http://www.cptec.inpe.br/queimadas/risc_cuba/queimap_cuba.html, en la mitad inferior de la página (Fig. 3).

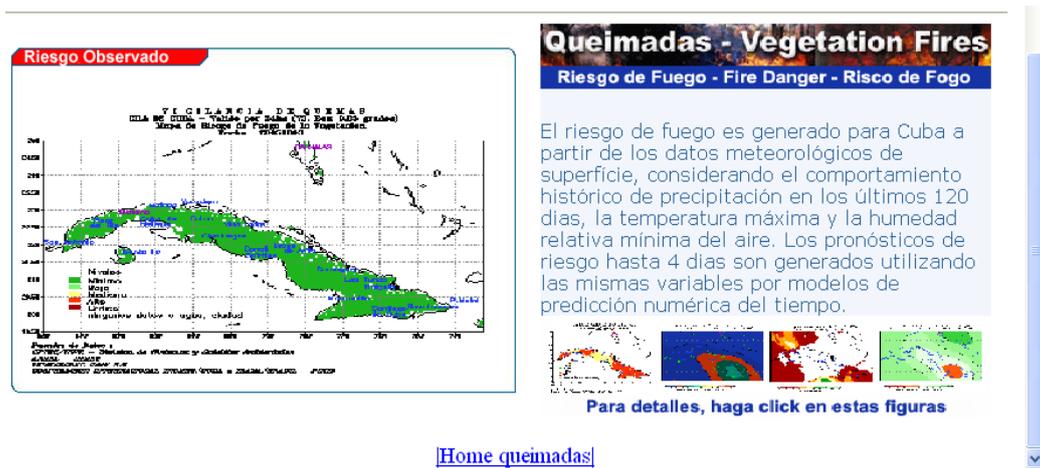


Figura 3: Información de riesgo de fuego para Cuba en la página Web http://www.cptec.inpe.br/queimadas/risc_cuba/queimap_cuba.html

Como se puede apreciar en la figura a la izquierda aparece el mapa de riesgo observado el día anterior, el cual puede ser ampliado haciendo clic sobre el mismo.

En la propia página a la derecha, parece una información general sobre los datos a partir de los cuales se genera la información de riesgo observado y los pronósticos para Cuba. Según se indica en texto claro, es necesario hacer clic en las figuras ubicada en la parte inferior, para poder visualizar los mapas de pronóstico y obtener más detalles sobre la información de riesgo.

La figura 4 muestra la forma en que aparece la información de riesgo de incendio para Cuba en la Web por secciones.

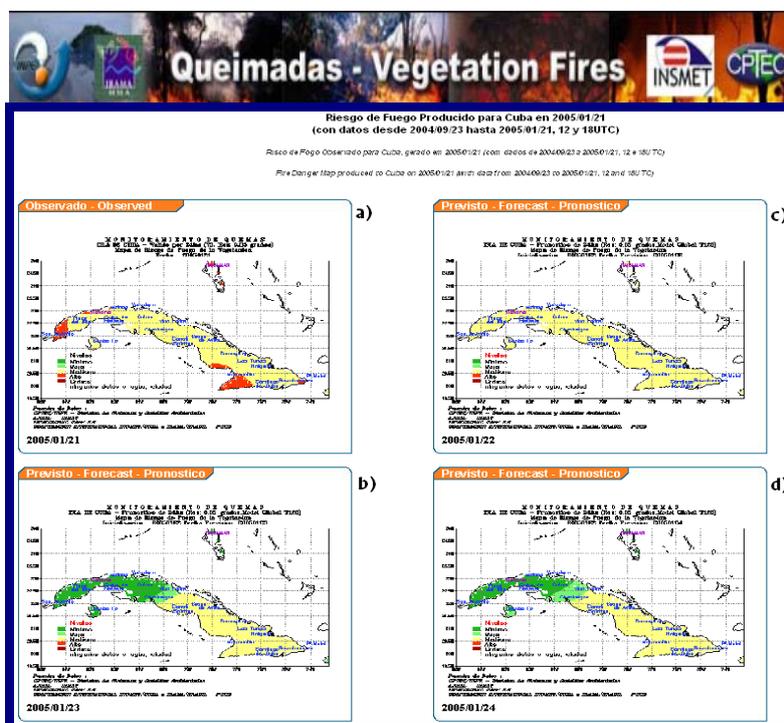


Figura 4: Información de riesgo de incendio para Cuba en la Web por secciones.

Como se puede observar en la figura 4 en la sección a) aparece el mapa de “Riesgo observado” el día anterior al presente en la b) el mapa de “Riesgo previsto para el presente día” (primer día), elaborado el día anterior en la sección c) el mapa de “Riesgo previsto para el siguiente día” (segundo día) y en la d) el mapa de “Riesgo previsto para el tercer día”.

Paralelamente con los mapas con los resultados del cálculo de riesgo de fuego, son generados divulgados en la Web los mapas con el comportamiento de cada uno los componentes del riesgo empleados en los cálculos a los cuales se accede haciendo clic sobre el mapa deseado de los que aparece en la figura 4.

En el caso de riesgo observado (Fig. 5), aparecerá en la primera posición, imagen a) el propio mapa de riesgo observado, a la derecha, en la imagen b) aparece la precipitación acumulada en los últimos 15 días (que no es la única utilizada para el cálculo). En la parte inferior a la izquierda, imagen c) aparece la temperatura máxima observada y a la derecha en la imagen d) la humedad relativa mínima observada.

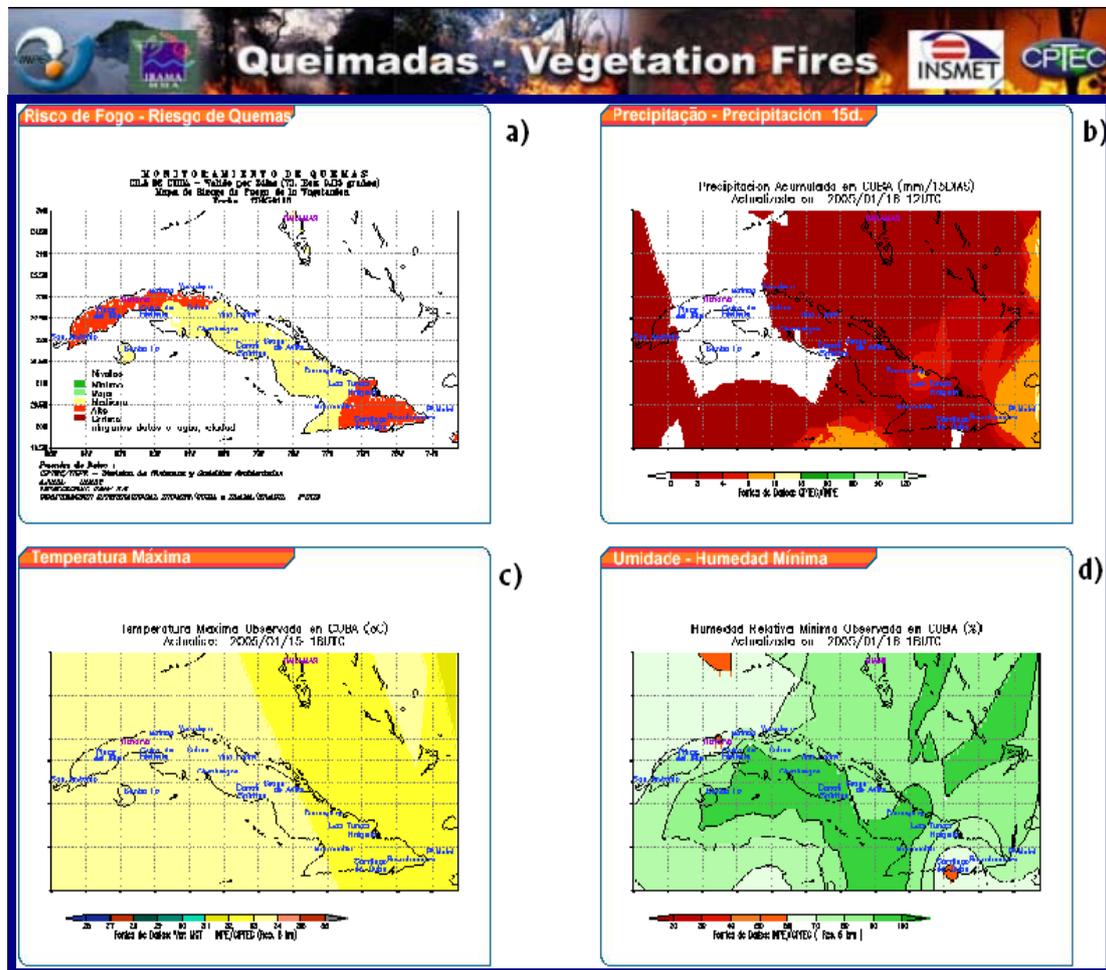


Figura 5: Representación en la Web de los mapas de los componentes del riesgo observado para Cuba.

En el caso de riesgo pronosticado, también son ubicados en Internet los mapas con el comportamiento futuro de los diferentes componentes (variables) utilizados en el cálculo del riesgo, según pronóstico del modelo meteorológico global T126.

Según se muestra en la figura 6, la primera imagen a), corresponde al mapa de riesgo pronosticado, para el plazo seleccionado, a la derecha, en la imagen b) aparece la precipitación pronosticada, en la parte de abajo a la izquierda, en la imagen c) aparece la temperatura máxima pronosticada y a la derecha, en la imagen d) la humedad relativa mínima pronosticada.

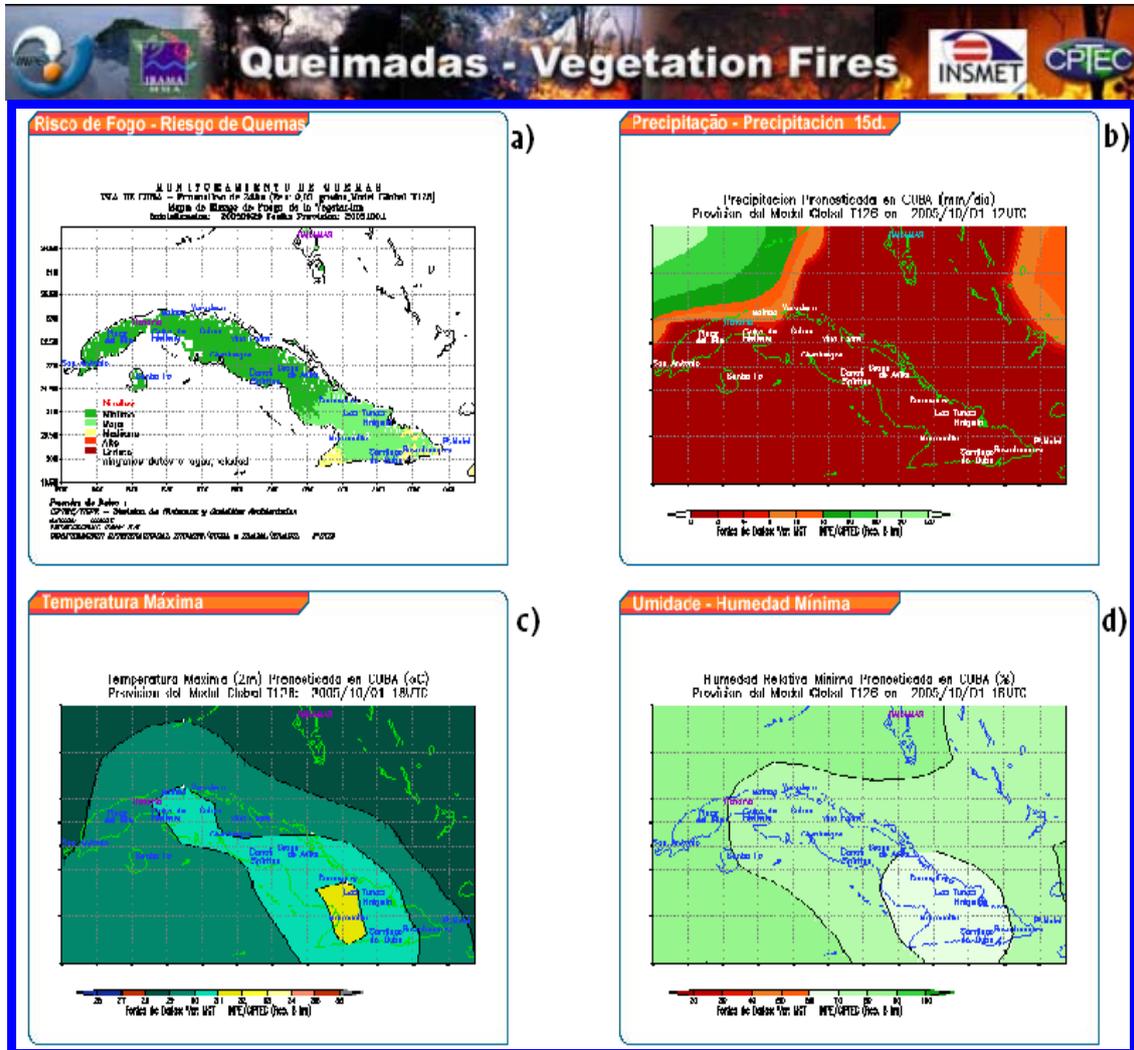


Figura 6: Pagina Web con los componentes del pronóstico del riesgo de fuego pronosticado generado para el 25 de octubre de 2005 en Cuba.

En todos los casos al hacer doble clic sobre cualquiera de las imágenes estas son ampliadas, con lo cual se facilita su visualización y manejo de las imágenes por los usuarios.

CONCLUSIONES

A partir del año 2004, Cuba cuenta con informaciones referentes a evaluación y pronósticos del riesgo de incendio en la vegetación para los próximos tres días, con actualización diaria, gracias a su inserción dentro del sistema "Queimadas" que utilizando medios y tecnologías de avanzada realiza el cálculo automatizado y la divulgación de las informaciones de forma operativa, en la Web.

El sistema ha permitido establecer un régimen de trabajo que, desde su puesta en marcha se ha mantenido generando de forma concisa y permanentemente los mapas de riesgo de fuego observado y pronosticado para Cuba, información que complementa el actual servicio agrometeorológico nacional y constituye una contribución a las tareas de prevención y combate a los incendios.

BIBLIOGRAFÍA

Batista, A. C. 2000: "Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios forestais". Fundação de Pesquisas Forestais do Parana. Curitiba, Brasil. V. 30(1/2) pp 45-54.

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

COROBOR: Systèmes. Disponible en: <http://corobor.com>. Acceso en 2005.

CPTEC: Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos(CPTEC).INPE. Queimadas- Vegetation FIRE. Páginas de "RIESGO" de incendios para Cuba. Disponible en: http://www.cptec.inpe.br/queimadas/risc_cuba/risco_cuba.html. Acceso en 2008.

Santiago (2001) Santiago F. L. (2001). Incendios Forestales en la región serrana Detección oportuna usando sensores remotos. –IMADES. Revista Entorno número 07 Abril de 2001.

Setzer, W.A (2000): Algoritmo de riesgo de incendios. Secuencia de cálculo. Última versión, 15./julio/2004.(Comunicación personal).

Vélez, R (2000). La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. Mc GrawHill/Inter-Americana de España, S.A.U. España.