

# XV CONGRESO MEXICANO DE METEOROLOGÍA

Ciudad de Puerto Vallarta  
Jalisco, México.  
07 al 13 de mayo del 2006

## TITULO SISTEMA PARA LA DETECCIÓN Y MONITOREO DE INCENDIOS EN LA VEGETACION CON EL EMPLEO DE LA TELEDETECCIÓN. PRONÓSTICO DE PELIGRO A CORTO Y MEDIANO PLAZO.

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

\* Instituto de Meteorología (INSMET). Carretera del Asilo s/n. Casa Blanca. Regla. Ciudad de La Habana. Cuba. CP: 11700. Tel: 53 78670714. Fax: 53 78668010. e-mail: [evam@met.inf.cu](mailto:evam@met.inf.cu)

\*\* 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](mailto:asetzer@cptec.inpe.br)

### INTRODUCCION

En las últimas décadas ha habido en el mundo una importante tendencia al aumento de los incendios forestales (Vélez 2000) y Cuba no ha sido una excepción, el número de incendios ocurridos y la cantidad de áreas afectadas, con las consecuentes por estos indican sobre la necesidad de implementar mecanismos efectivos de previsión y detección de incendios que contribuyan a su mejor enfrentamiento y control.

La "Estrategia nacional del sistema de protección contra incendios forestales en Cuba," entre sus acciones para el período 2001-2005 prevé el rediseño del actual sistema de detección terrestre y aérea de incendios, ampliando su cobertura para todo el territorio nacional, incorporando para ello la teledetección. Paveri M (2001).

Con el empleo de la teledetección satelital se han abierto al hombre, nuevas posibilidades para el control y manejo de los incendios. Desde las alturas siderales, los incendios en la vegetación son percibidos sistemáticamente por sensores remotos instalados a bordo de satélites que orbitan la tierra de allí que las imágenes de satélites constituyen una herramienta para la detección y monitoreo de incendios en la superficie terrestre que resulta especialmente importante, cuando debido al humo no es posible el envío de aviones de reconocimiento y la poca visibilidad.

De allí que el objetivo principal a cumplir con la ejecución de la presente investigación haya sido: ***"Implementar para Cuba un sistema de pronóstico de peligro de incendio en la vegetación, su detección y monitoreo con el empleo de la teledetección satelital"***.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Satélite GOES-12/Sensor I-M IMAGER:** GOES (Geostationary Operacional Environmental Satellite): Satélite de órbita geoestacionaria. Altura de cerca de 36,000 Km. inclinación 0°, se constituye en una única órbita sobre el ecuador, sincrónico con la rotación de la tierra.

Constituye un elemento básico para las operaciones de vigilancia y pronóstico del tiempo y es ampliamente utilizado en labores de detección de incendios en la vegetación.

Consigue obtener información de la misma parte de la superficie de la tierra cada 15 minutos y sus datos son de rápida transmisión, por lo cual es posible detectar de forma inmediata un fuego cuando se inicia. (EOS 2004 ).

**Sensor I-M IMAGER:** radiómetro de baja resolución espacial, a bordo del GOES. Posee cinco canales espectrales, uno en el visible y cuatro en el infrarrojo, diseñados para detectar la energía radiante y solar reflejada de las áreas muestreadas en la superficie terrestre, explora 3000 por 3000 kilómetros. Posee bandas en el infrarrojo de onda corta, lo cual le posibilita la detección de incendios.

**Satélite TERRA/AQUA (EOS AM-1/PM-1)/ Sensor MODIS:** Los satélites AQUA y TERRA son parte de la *Earth Science Enterprise* de la NASA. Poseen órbitas con ciclo diario sincronizado, TERRA desciende a través del ecuador a las 10:30 de la mañana, hora local de la zona, mientras que AQUA asciende a través del ecuador a la 1:30 PM., lo cual permite observar los fenómenos de la tierra, por la mañana con TERRA y por la tarde con AQUA. Tiene una cobertura global continua de cada 1 a 2 días.

**SENSOR MODIS:** (*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer*) Proto-Flight Model (PFM). AQUA y TERRA, cada uno portan un MODIS. Espectroradiómetro multiespectral de mediana resolución. Posee 36 bandas espectrales que miden radiaciones en longitudes de onda desde el visible al infrarrojo termal. (21 bandas espectrales entre los 0,4-3,0  $\mu\text{m}$  y 15 de 3 a 14,5  $\mu\text{m}$ ). Tiene canales diseñados específicamente para la detección de fuego.

La exactitud de geolocalización y las características radiométricas más convenientes permiten la elaboración de productos de mayor precisión sobre los fuegos activos y las áreas quemadas, conocer los ciclos diarios de los incendios, velocidad de propagación así como obtener datos útiles para realizar la representación espacial de los fuegos. (GOF/GOLD 2004).

## MÉTODO

Para efectuar la detección localización, distribución espacial y evolución temporal de fuegos activos de dentro de las imágenes de los satélites se empleó el método conocido como de “**Detección de puntos caliente**” (Liew, et al 2001). Este método consistente en la localización, dentro de las imágenes de los satélites, de píxeles con alta emisión radiativa en las regiones visible e infrarroja del espectro electromagnético, que generalmente se corresponden con la existencia de “**fuegos activos**” en el área.

La determinación de puntos calientes se realiza mediante el procesamiento digital de imágenes con el empleo de diferentes algoritmos que realizan automatizadamente la comparación de la temperatura radiométrica de una superficie (equivalente a un píxel de la imagen) en una longitud de onda determinada, en función de la temperatura de otras superficies que se encuentran a su alrededor a partir de umbrales de temperaturas preestablecidos. De esta manera se llegan a identificar focos de calor, cuando se observan temperaturas iguales o superiores a los límites predefinidos como incendios.

Los umbrales de temperatura que deben existir, entre píxeles para determinar la presencia del fuego, fueron establecidos empíricamente, mediante el procesamiento y análisis de

volúmenes considerables de información digital obtenida por el sensor, en los canales utilizados para la realizar la detección.

Utilizando el SIG Spring se confeccionó un Banco de Datos Geográficos de Cuba. Todas las capas de información fueron exportadas para el SIG **SpringWeb 3.0**, el cual posee una aplicación, que posibilita la visualización de la información cartográfica a través de Internet o una Intranet a los usuarios. (Ho 2000).

La integración de las informaciones de focos detectados, con la información geográfica de Cuba, se realiza automáticamente, luego del pase de los satélites, con lo cual se garantiza mantener actualizada la información sobre focos detectados permanentemente. Por el momento, se encarga de realizar esta operación la División de Procesamiento de Imágenes (DPI) del INPE.

### **Riesgo de incendio**

Las evaluaciones y pronósticos del riesgo se realizan mediante el modelo de cálculo de **“Riesgo básico de incendio”** (formula 3), basado en el comportamiento de la lluvia y el tipo de la vegetación. Al cálculo del riesgo básico, se la aplican factores de corrección de humedad relativa y temperatura del aire.

$$\text{Riesgo} = (1 + \text{Sin} (A * \text{No.Días} - 90)) / 2 \quad (3)$$

Donde:

A- Constante de vegetación.

No. Días- número de días sin lluvias.

Los valores obtenidos son enmarcados en clases de riesgo, mínimo, bajo, medio, alto y crítico, según aparece en la tabla 1 y sus representaciones gráficas varían según los colores asignados en las filas correspondientes.

Tabla 1: Clases de riesgo de incendio y colores asignados a su representación gráfica.

<b>Clases de Riesgo</b>	
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

La información meteorológica para el cálculo del riesgo *observado*, se obtiene de las observaciones realizadas en tierra por estaciones meteorológicas de intercambio mundial y regional existentes en Cuba. Los 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. son elaborados a partir de la información meteorológica pronosticada por el modelo meteorológico global T126.

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

## RESULTADOS

Las informaciones se distribuyen al público en general, a través de Internet a partir de páginas Web.

**Detecciones GOES-12:** En la página principal del sistema “Queimadas” <http://www.cptec.inpe.br/queimadas>, haciendo clic sobre la bandera cubana, se accede a la página Web principal para Cuba [http://tucupi.cptec.inpe.br/queimadas/risc\\_cuba/queimap\\_cuba.html](http://tucupi.cptec.inpe.br/queimadas/risc_cuba/queimap_cuba.html) donde son divulgadas las “últimas detecciones” de incendio realizadas con este satélite y los focos acumulados en las últimas 24 horas. (fig 1)

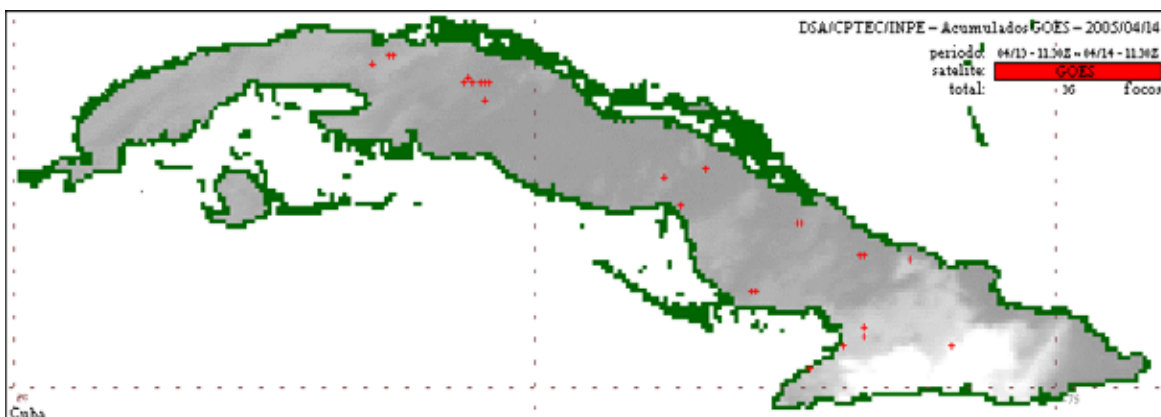


Figura 1: Focos de incendios acumulados en Cuba, detecciones realizadas por el satélite GOES-12 para de las desde las 11:30Z del día 14 de abril de 2005 a las 11:30Z del 14 del propio mes. (36 focos detectados en total).

Están incluidos en esta página, enlaces a los documentos elaborados por los autores, sobre el procedimiento de detección y el algoritmo empleado. En la mitad inferior de la página se encuentra el aviso de información de “RIESGO” el cual es descrito más adelante.

En la imagen superior derecha aparece el mapa con la “**última detección**” realizada. Cada punto que aparece en el área de los mapas indica un píxel con temperatura de algunas centenas de grado, lo que normalmente está asociado a incendios. El color de los puntos varía de acuerdo con el albedo en el momento de efectuarse la detección. El punto negro, indica detecciones nocturnas (albedo 0-3 %), rosado, detección diurna (albedo 3-12 %) y el rojo detecciones en superficie recalentada, con albedo entre el 12 y 24 %. Haciendo clic sobre el mapa, este es ampliado, pudiéndose obtener una mejor visualización de la información. Se puede acceder directamente al mapa con la “**última detección**” en las páginas: <http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/qda/qda.cu.gif> y [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/index\\_goes.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/index_goes.html).

La imagen inferior derecha muestra los focos de “**incendios acumulados**” en Cuba, durante las últimas 24 horas. Haciendo clic sobre el mapa, este es ampliado y se puede obtener una mejor visualización de la información. A la información de focos acumulados se puede tener acceso por la página Web: [http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/acm/goes/agc\\_cu.gif](http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/acm/goes/agc_cu.gif) y <http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/>

[NxGxM/principal\\_goes\\_sn.html](http://NxGxM/principal_goes_sn.html) donde aparece la información para todos los países del subcontinente. Para acceder, a partir de esta página, a las informaciones de focos detectados específicamente en Cuba y poder visualizar los mapas de forma independiente, el usuario debe hacer clic sobre el mapa de Cuba.

**Detecciones TERRA/AQUA, sensor MODIS-** A estas informaciones, se accede a través de la página Web: [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/NxGxM/index\\_sats\\_sn.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/NxGxM/index_sats_sn.html) haciendo clic en el acceso **MODIS**, en la sección "Satélites" situada a la izquierda de la página. Haciendo clic sobre el mapa de Cuba, el usuario es redireccionado a la página Web: [http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/acm/eos/amc\\_cu.gif](http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/acm/eos/amc_cu.gif) donde son mostrados los focos acumulados, durante el período de tiempo indicado. (Fig. 2)

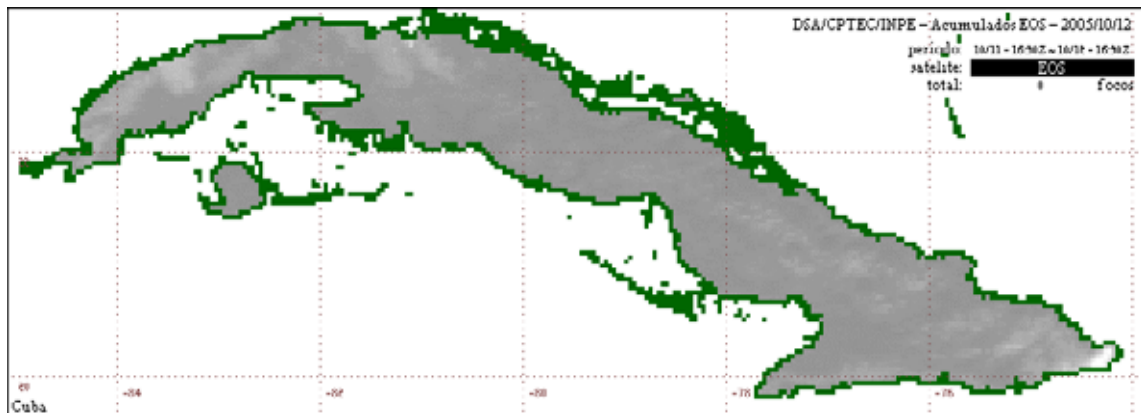


Figura 2. Focos de incendios acumulados realizadas por los satélite EOS para Cuba, de las 16:30 Z del día 11 a las 16:30 Z del 12 de octubre /2005 donde no se detectaron focos de incendios.

**Detecciones con todos los satélites:** En la página [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/NxGxM/index\\_sats\\_sn.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/NxGxM/index_sats_sn.html), se hace clic en el acceso NOAA+GOES+MODIS, en la sección "Todos los satélites" situada a la izquierda de la página. Se hace clic sobre el mapa de Cuba y el sistema redirecciona al usuario a la página Web de todos los satélites para Cuba, [http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/acm/all/acc\\_cu.gif](http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/acm/all/acc_cu.gif) donde es posible visualizar la imagen ampliada con la suma, por el momento, solo de las detecciones GOES+MODIS. (Fig. 3).

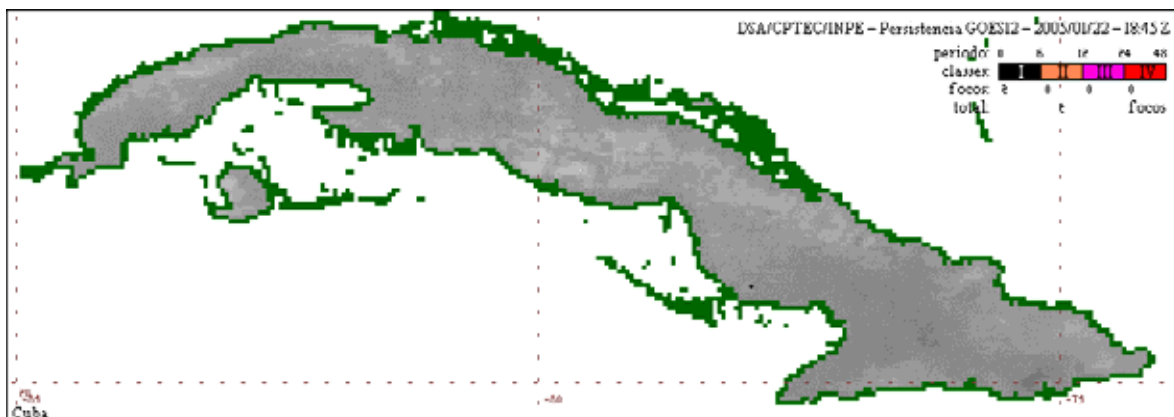


Figura 3. Página de persistencia de focos detectados por el satélite GOES-12 para Cuba a las 18:45Z del día 22 de enero de 2005. Persisten 2 focos de Clase I.

## **Otros productos de incendio del sistema.**

### ➤ **Persistencia de incendios detectados con el satélite GOES.**

Este producto indica la cantidad de tiempo que permanecen activos los incendios detectados por el satélite, divididos en 4 clases:

- Clase I- focos detectados ya, entre 0-6 horas.
- Clase II- focos detectados ya, entre 6-12 horas.
- Clase III- focos detectados ya, entre 12-24 horas.
- Clase IV- focos detectados ya, entre 24-48 horas.

En la última fila de la información se muestra el total general de focos con diferentes persistencias.

A la página principal de “**persistencia**” de focos, se accede a través de la página Web: [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/pw\\_body.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/pw_body.html), haciendo clic sobre el mapa de Cuba, donde el usuario es redireccionado a la página Web: [http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/pst/pst\\_cu\\_gif](http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/queimada/atual/pst/pst_cu_gif), o accediendo directamente a esta última.

- **Acceso a las últimas imágenes:** Se accede a las imágenes anteriormente elaboradas con la información en los horarios de observación seleccionados. [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/qw\\_menu.html#](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/qw_menu.html#).
- **Animación de los incendios detectados durante las últimas 24 horas:** Se muestra según opciones dadas por el usuario animaciones de los focos de incendio detectados, dentro de las últimas 24 horas con intervalo de 3 horas. [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/qw\\_anima.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/qw_anima.html).
- **Actualizar imagen:** Se emplea para visualizar la imagen más reciente. Las detecciones son actualizadas cada 30 minutos, pueden llegar a 15. [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/qw\\_main.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/qw_main.html)
- **Visualizar los mapas con cobertura nubosa:** Las imágenes pueden ser vistas en dos tipos de mapas, con y sin cobertura nubosa. [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/qc\\_body.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/qc_body.html)
- **Documentos.** Para visualizar el documento con la descripción del algoritmo y proceso de detección de incendios con el satélite GOES. [http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima\\_goes\\_v3.0/relat\\_goes.html](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas/queima_goes_v3.0/relat_goes.html) y,
- Otras.

### **Información de focos de incendios integrada a información cartográfica y de geolocalización.**

Dos poderosos Sistemas de Información Geográfica (SIG) son empleados para la visualización de los incendios por Internet con varias capas de información, el [SpringWeb/Queimadas](#) y el [TerraLib/Queimadas](#), este último es más rápido, y posee su variante específica para las “Áreas protegidas”.

Cuando aparecen focos de incendios, estos se pueden visualizar con sus coordenadas y otros atributos a él asociados solamente colocando el mouse sobre el foco. En la parte izquierda se brindan accesos a una serie de diferentes opciones y en la parte inferior se ofrecen de cantidad de focos detectados, brinda la opción de poder obtener las coordenadas de los incendios del área en tres formas diferentes: documento html, archivo

txt o por email. A partir que el usuario pueda contar con esta información puede desarrollar, sus propias bases de aplicaciones con estos datos.

Visualizar los focos de incendios al unísono con las capas de información correspondientes a la división político-administrativa provincial o municipal, etc. posibilita ubicarlos en la provincia o municipio donde está ocurriendo y mediante consulta de sus atributos no espaciales, conocer las principales características del territorio en cuestión e informar certeramente a los encargados de controlar los incendios.

Con el empleo de SIG, los usuarios pueden de forma sencilla interactuar con la información, sin necesidad de reelaborar ni procesar datos los que no requieren ser tampoco especialista en geoprocetamiento de información ni poseer gran preparación para su manejo.

### **Información de focos detectados en “áreas protegidas” a través de correos automáticos.**

Para recibir las informaciones de focos de incendios detectados en “áreas protegidas”, a través de email automáticos, el usuario debe inscribirse a través de página Web <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/cadastro/>.

Si el foco de incendio es detectado en dichas áreas, el mensaje es elaborado y transmitido automáticamente, ya que al programa que genera los correos le fue incorporada, la relación de “áreas protegidas” en Cuba.

La información de focos, es generada para cualquiera de las 365 unidades de conservación existentes en Cuba. Los mensajes son enviados automáticamente, en tiempo casi real, aproximadamente 20 minutos después del pase de los satélites, con el nombre de las áreas protegidas donde fueron detectados los incendios, así como la cantidad de focos. Haciendo clic sobre el nombre del área protegida el usuario puede visualizar el foco en un mapa y haciendo clic sobre el foco obtener las informaciones necesarias .

### ***Focos de incendios en áreas de interés especial a través de páginas Web.***

Empleando el mismo SIG TerraLibre y su opción para “**Áreas de conservación**” subtitulada “**BD UConservación**” es posible visualizar los focos en estas áreas, detectados por cualquier satélite, donde además se ofrecen múltiples informaciones sobre los focos detectados y es posible visualizarlos de conjunto con cualquier capa de información del “Banco de dato geográfico” de Cuba, confeccionado al efecto. <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/dbuc.html>.

Por cada área con focos de incendios es descrito, el tipo de unidad, nombre, etc., es relacionado el foco con su número, coordenadas, fecha, hora y satélite que realizó la detección. Al hacer clic en (clicar p/ver) el usuario es remitido al mapa y aparece en pantalla el área especificada con los incendios detectados y un resumen abajo del total de focos en el área. Al colocar el mouse sobre el foco, son ofrecidas las informaciones existentes sobre el mismo.

Todos los datos e informaciones que ofrece el sistema son actualizados operativamente varias veces al día y permanentemente, durante todo el año.

## Información de “RIESGO DE INCENDIOS” observado y pronóstico a través de páginas web.

Haciendo clic sobre la bandera cubana, de la página principal del sistema <http://www.cptec.inpe.br/queimadas>, se accede a la página Web principal de Cuba, [http://tucupi.cptec.inpe.br/queimadas/risc\\_cuba/queimap\\_cuba.html](http://tucupi.cptec.inpe.br/queimadas/risc_cuba/queimap_cuba.html), donde en la mitad inferior de la página se encuentra el aviso de información de “RIESGO” para Cuba.

En la misma aparece a la izquierda el mapa de riesgo observado el día anterior, el cual puede ser ampliado haciendo clic sobre el mismo y a la derecha, una información general sobre los datos a partir de los cuales se genera la información de riesgo observado y los pronósticos para Cuba.

La figura 1 muestra la forma en que es mostrada la información de riesgo de incendio para Cuba en la Web. En la sección a) de la propia figura, aparece el mapa del “Riesgo observado” el día anterior al presente, en la sección b) se muestra, el “Riesgo previsto para el presente día” (primer día), elaborado el día anterior al presente, en la sección c) aparece el “Riesgo previsto para el siguiente día” (segundo día) y en la d) el “Riesgo previsto para el tercer día”.

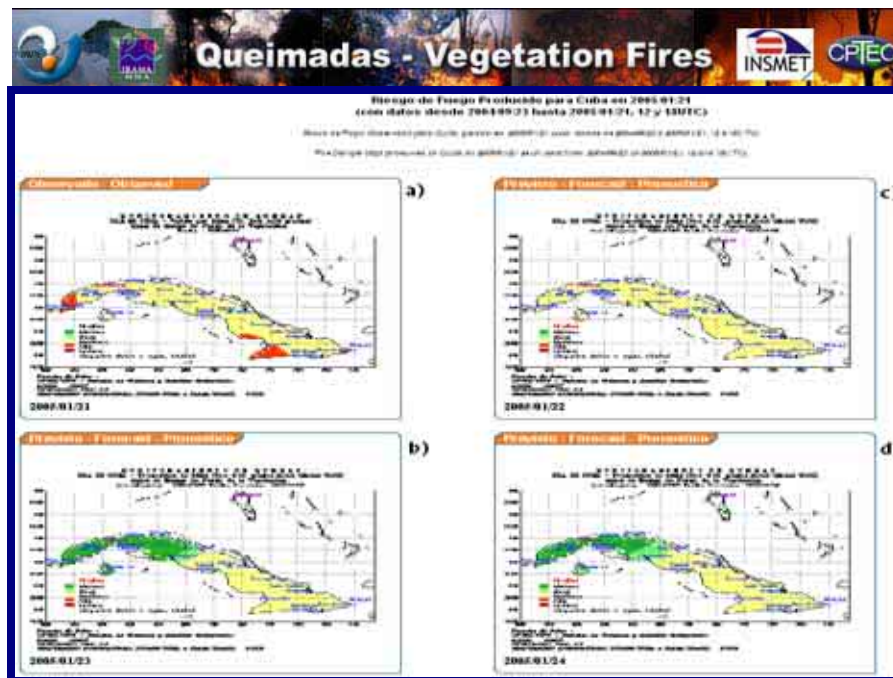


Figura 1: Página principal de información de riesgo de incendio para Cuba en la Web. Riesgo observado el día 21 de enero de 2005 y pronosticado para los días 22, 23 y 24 del propio mes.

Paralelamente al cálculo y divulgación del riesgo, son generados y presentados en la Web los mapas con el comportamiento de cada uno de los componentes del riesgo empleados en los cálculos. Al hacer doble clic sobre el mapa de riesgo observado o los de pronóstico, cada uno puede ser visualizado de conjunto con los mapas del comportamiento de dichas variables.



En el caso de riesgo observado, la primera imagen a) corresponde al propio mapa de riesgo observado, a la derecha en la imagen b) aparece la precipitación acumulada (solamente la de 15 días, que no es la única utilizada para el cálculo), en la parte de abajo a la izquierda, imagen c) aparece la temperatura máxima observada y a la derecha en la imagen d) la humedad relativa mínima observada.

En el caso de riesgo pronosticado, también son ubicados en Internet los mapas que muestran el comportamiento futuro de los diferentes componentes (variables) utilizadas en el cálculo del riesgo pronosticado, según pronóstico del modelo meteorológico global T126, de donde son extraídos los datos para el cálculo.

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

1) Cuba ya cuenta con un **“Sistema automatizado para la detección y vigilancia de incendios forestales con el empleo de satélites”**, tecnología con la que no contaba, mediante el cual se ha establecido un sistema de trabajo conciso y permanente que permite:

- Realizar la **detección temprana y vigilancia de los incendio** desencadenados en cualquier tipo de vegetación de forma operativa y permanentemente con 3 satélites, con lo cual se garantiza una frecuencia temporal elevada y cobertura espacial para todo el país.
- **Integrar las informaciones de focos de calor detectados a un “Banco de Datos Geográficos”** con el empleo de diferentes SIG, lo cual lo convierte en un valioso instrumento de trabajo y una contribución importante a las acciones de combate y manejo del fuego.
- Evaluar y pronosticar el **riesgo de incendio** en la vegetación de forma operativa a través de mapas de riesgo, en plazos más cortos que los que actualmente brinda el servicio agrometeorológico nacional.
- Crear un potente archivo de datos de información (coordenadas, imágenes, etc.) de incendios detectados por satélite para Cuba y otros productos de incendios generados por el sistema a los cuales acceso es libre y que pueden ser empleados en el desarrollo posteriores estudios e investigaciones de este fenómeno en el país.
- Establecer un sistema de avisos y alertas tempranas de las informaciones generadas por el sistema a los usuarios en tiempo real, utilizando diferentes servicios de redes electrónicas (Internet, correo electrónico, Intranet, etc.) con el empleo de mapas activos de incendio y otras formas fácilmente asequibles a los usuarios, así como el desarrollo de aplicaciones especialmente dirigidas al manejo de incendios en áreas protegidas.

## BIBLIOGRAFIA

EOS. Herat Observing System. Code 420 Goddard Space Flight Center. Disponible en: (www.gsfc.nasa.gov/.../fact\_sheets/general/gsfcs/goes.gif). Acceso en 2004.

GOFC/GOLD Fire Monitoring and Mapping Implementation Team. Disponible en: <http://gofc-fire.umd.edu/index.asp>: Acceso en 2004.

Ho, S.N. (2000). Manual de SpringWeb. Divisão de procesamiento de imagem (DPI)- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Paveri M., Lama G. M., Linares L. E, Chávez B., M Díaz M.C. Estrategia y programa nacional para la actividad de protección contra incendios forestales en la República de Cuba. La Habana, 2001. PROYECTO FAO TCP/CUB/0066.

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