

**Wildlife Conservation Society
Consejo Nacional de Areas Protegidas**

**Monitoreo de Incendios Forestales
en la Reserva de Biosfera Maya,
temporada 2007**

Petén, Diciembre de 2007



**Biodiversity Conservation at the Landscape Scale
USAID- EGAT GCPII – Maya Biosphere Reserve Landscape – Guatemala
Monitoring ecological integrity of the MBR, Petén, Guatemala**

**Con el apoyo de Critical Ecosystem Partnership Fund/Conservation International,
Global Conservation Fund/Conservation International,
Departamento del Interior de los Estados Unidos**



También con el apoyo de NASA - SERVIR - CATHALAC



This report is made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID). The contents are the responsibility of the Wildlife Conservation Society and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States Government.

Este reporte es posible por el generoso apoyo del pueblo Americano a través de la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos. Los contenidos son responsabilidad de Wildlife Conservation Society y no necesariamente reflejan los puntos de vista de USAID o del Gobierno de Estados Unidos

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCION	1
2	METODOS	2
2.1	PERSPECTIVAS PARA LA TEMPORADA 2007	2
2.2	MONITOREO DE PUNTOS DE CALOR	2
2.3	MONITOREO DEL CLIMA	3
2.4	EVALUACIÓN DE SUPERFICIES QUEMADAS	3
3	RESULTADOS.....	3
3.1	PERSPECTIVAS PARA LA TEMPORADA 2007	3
3.2	MONITOREO DE PUNTOS DE CALOR	5
3.3	MONITOREO DEL CLIMA	6
3.4	EVALUACIÓN DE SUPERFICIES QUEMADAS	7
4	BIBLIOGRAFIA	11

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. INDICE OCÉANICO DEL NIÑO ENTRE 1997-2006 E INCENDIOS GRAVES EN LA RBM	4
FIGURA 2. INDICE OCÉANICO DEL NIÑO ENTRE 1997-2006 Y CICATRICES DE FUEGO EN 1998, 2003 Y 2005 EN LA RBM	4
FIGURA 3. PUNTOS DE CALOR EN LAS TEMPORADAS 2005, 2006 Y 2007 ENTRE EL 01 DE ENERO Y EL 31 DE MAYO.....	5
FIGURA 4. RECURRENCIA DE PUNTOS DE CALOR ENTRE EL 01 DE ENERO Y EL 31 DE MAYO	6
FIGURA 5. PRECIPITACIÓN ACUMULADA ENTRE EL 01 DE ENERO Y EL 31 DE MAYO EN 2005, 2006 Y 2007, PROMEDIO DE 7 ESTACIONES DE INSIVUMEH EN PETÉN	7
FIGURA 6. IMÁGENES DE RADIANZA DE MODIS Y DETECCIÓN DE CICATRICES DE FUEGO, TEMPORADA 2007	8
FIGURA 7. AREA AFECTADA POR FUEGO EN LA TEMPORADA 2007, RBM	10

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. IMÁGENES LANDSAT ETM+ USADAS EN LA EVALUACIÓN DE SUPERFICIES QUEMADAS	3
TABLA 2. SUPERFICIES AFECTADAS POR FUEGO EN 2007 POR UNIDAD DE MANEJO DE LA RBM	9

1 INTRODUCCION

Este documento presenta un resumen de los resultados de monitoreo de los incendios forestales para la temporada 2007 y está centrado en la Reserva de Biosfera Maya – RBM–, departamento de Petén, Guatemala.

El objetivo principal de este informe es reportar las incidencias de la temporada de incendios de 2007 para la RBM y dar seguimiento a las actividades de monitoreo realizadas.

Productos relacionados con el monitoreo fueron puestos a disposición de los interesados en dos modalidades. En los primeros días de Marzo fue realizada una presentación pública de “Perspectivas de la temporada de incendios 2007” que tuvo el propósito de estimar anticipadamente el comportamiento de los incendios en esta temporada. Una segunda modalidad de entrega de productos fue a través de reportes semanales del estatus de los incendios. Finalmente en este reporte también se incluye una evaluación de área afectada por incendios hecha después del fin de la temporada usando sensores remotos.

Este informe fue producido por el Centro de Monitoreo y Evaluación del Consejo Nacional de Areas Protegidas –CEMEC–, y Wildlife Conservation Society –WCS– . Se agradece el apoyo de de Critical Ecosystem Partnership Fund/Conservation International, Global Conservation Fund/Conservation International, Departamento del Interior de los Estados Unidos y la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos. Igualmente se reconoce el soporte de NASA-CATHALAC-SERVIR con software e información primaria sin el cual este reporte no habría sido posible.

Datos e información usada en el reporte y durante las actividades de monitoreo en tiempo real provienen del Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies, Institute of Global Environment and Society, COLA-IGES, Climate Prediction Center / NCEP, NOAA, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – CONABIO- de México, GES-DISC Interactive Online Visualization and Analysis Infrastructure – GIOVANNI- de NASA, GES Distributed Active Archive Center –GES DAAC- de NASA, Global Hydrology and Climate Center, Marshall Space Flight Center, NASA, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH- de Guatemala, Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System, Goddard Space Flight Center, NASA y el Sistema Mesoamericano de Visualización y Monitoreo – SERVIR- de NASA, CATHALAC, USAID, CCAD y Banco Mundial

2 METODOS

2.1 Perspectivas para la temporada 2007

Una evaluación preliminar de la temporada 2007 fue hecha usando como contexto información que incluyó información acerca de la relación entre El Niño-Oscilación del Sur (ENSO por su acrónimo en inglés) y temporadas de incendios previas en Petén. Datos primarios de Índice Océanico del Niño (ONI por sus siglas en inglés) fueron obtenidos del Climate Prediction Center de NOAA y contrastados gráficamente con temporadas anteriores en las que ocurrieron incendios graves.

Así mismo la temporalidad de la ocurrencia de puntos de calor de MODIS entre 2000-2006 fue usada como una aproximación a la definición de inicio y fin de la temporada de incendios como información útil en la planificación de actividades de prevención y control. Una capa de rectángulos de de 625 km² fue generada y sobrepuesta sobre puntos de calor acumulados entre 2000-2006 (únicamente entre enero-junio) y luego umbrales de 5%, 10%, 75% y 90% del total de ocurrencias fueron asociados con la semana en la que esos umbrales se alcanzaron. Los valores de semana en los que los umbrales fueron alcanzados fueron usados como atributos en la capa de rectángulos lo que permitió visualizar la temporalidad de la ocurrencia de los puntos de calor acumulados por umbral como una aproximación a las fechas de inicio y final de la temporada de incendios.

Finalmente se analizó la precipitación acumulada entre el 01 de Enero – 05 de Marzo en contraste con otras temporadas de incendios antecedentes para estimar el riesgo inmediato de un inicio rápido de la temporada 2007.

La información compilada fue presentada públicamente el 06 de Marzo de 2007 a los involucrados en tareas de control y prevención de incendios en Petén y también fue difundida a través del Internet por medio de una lista de correos electrónicos y en el sitio web de SERVIR¹.

2.2 Monitoreo de Puntos de Calor

Datos de puntos de calor fueron obtenidos directamente del producto MOD14 de MODIS (anomalías termales y fuego). El producto usado es descrito en detalle por Giglio et al (2003).

Los datos fueron incorporados a una base de datos de puntos de calor que cubre el territorio de Guatemala y que contiene registros fechados desde 2000.

La base de datos compilada permitió la generación de productos estándar de análisis y despliegue cartográfico que incluyen:

- tabulados de frecuencia de ocurrencia de puntos de calor
- mapas de puntos de calor
- mapas de frecuencia de ocurrencia
- animaciones de ocurrencia de puntos de calor por fecha

¹ <http://www.servir.net/fires/cemec/perspectivas-20070306.pdf>

2.3 Monitoreo del Clima

Fueron obtenidos registros de clima (precipitación y temperatura) del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) durante el periodo entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo de 2007.

Los datos fueron consolidados en una base de datos con registros históricos, disponibles desde 2003 y a partir de esta base de datos se generaron productos de análisis como tabulaciones semanales de precipitación, curvas de precipitación acumulada, entre otros.

2.4 Evaluación de superficies quemadas

Dos enfoques fueron usados para la evaluación de superficies quemadas. Primero para evaluar la expansión de la cicatriz de fuego a lo largo de la temporada de incendios, una serie de tiempo con datos de radianza de MODIS de tamaño de píxel de 250 mt fue construida a partir de imágenes seleccionadas en función de su cobertura de nubes sobre el área de interés. Las imágenes fueron clasificadas usando ISODATA para distinguir entre las clases quemado/no quemado para cada fecha y luego se produjeron salidas cartográficas y animaciones para ilustrar la propagación del fuego a lo largo de la temporada de incendios.

El segundo enfoque uso datos de LANDSAT para hacer una estimación final de las superficies de bosque/vegetación primaria afectada por incendios. Fueron usadas tres imágenes LANDSAT SLC off que se enumeran en la tabla 1.

Tabla 1. Imágenes LANDSAT ETM+ usadas en la evaluación de superficies quemadas

Path Row	Fecha de adquisición
Path 19 Row 48 (Este de la RBM)	11 de Mayo de 2007
Path 20 Row 48 (Centro de la RBM)	21 de Julio de 2007
ASTER L1B (Oeste de la RBM)	10 de Junio de 2007

Las imágenes LANDSAT fueron clasificadas usando el algoritmo ISODATA y luego de editarlas manualmente para corregir píxeles mal clasificados fueron estimadas superficies quemadas por unidad de manejo y producidas salidas cartográficas.

3 RESULTADOS

3.1 Perspectivas para la temporada 2007

Datos de Índice Océanico del Niño –ONI- fueron obtenidos del Climate Prediction Center de NOAA y visualmente comparados con las temporadas de incendios más graves ocurridas en los últimos 10 años (1998, 2003 y 2005) con el propósito de evaluar la tendencia de ONI en la temporada 2007 en el momento en el que el informe de Perspectivas de Temporada fue emitido.

A simple vista, una relación muy estrecha entre eventos de ENSO y la ocurrencia de incendios grandes fue detectada. Justamente las tres temporadas calificadas como graves coincidieron con la ocurrencia de un evento de ENSO, definido como 6 o más meses consecutivos en los que el valor de ONI estaba por encima de 0.5°C.

Las figura 1 muestra esta relación en una curva de ONI que inicia en 1997 y termina a finales de 2006.

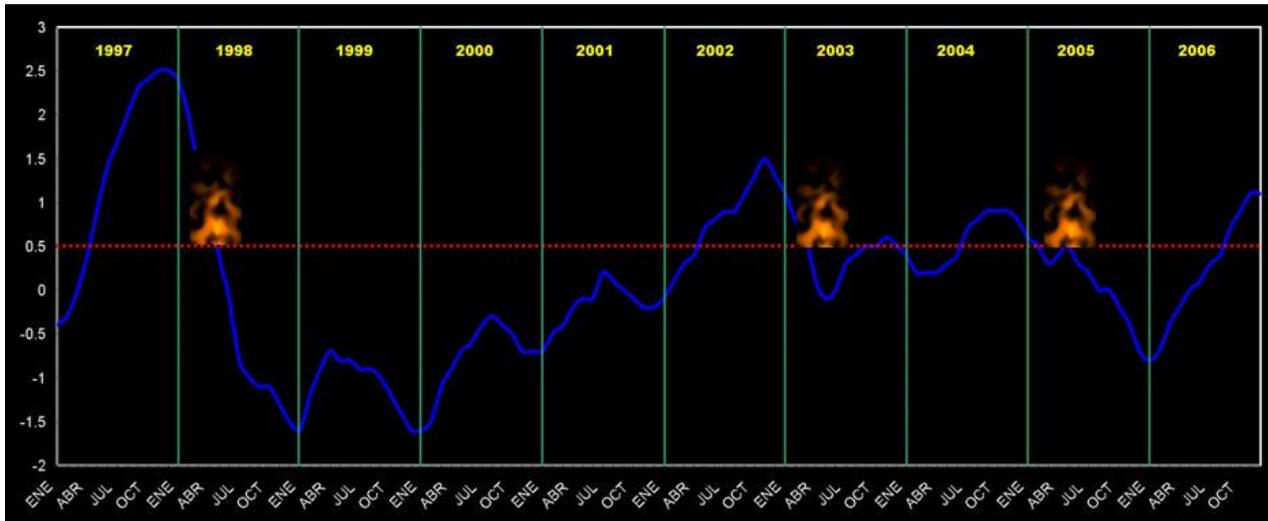


Figura 1. Índice Océanico del Niño entre 1997-2006 e incendios graves en la RBM

Una perspectiva adicional de la relación entre ONI y su relación con la ocurrencia de incendios graves se muestra en la figura 2. Nótese la curva de ONI en 2007, interpretada como un indicador de riesgo de ocurrencia de incendios graves en la evaluación de Perspectivas de la temporada.

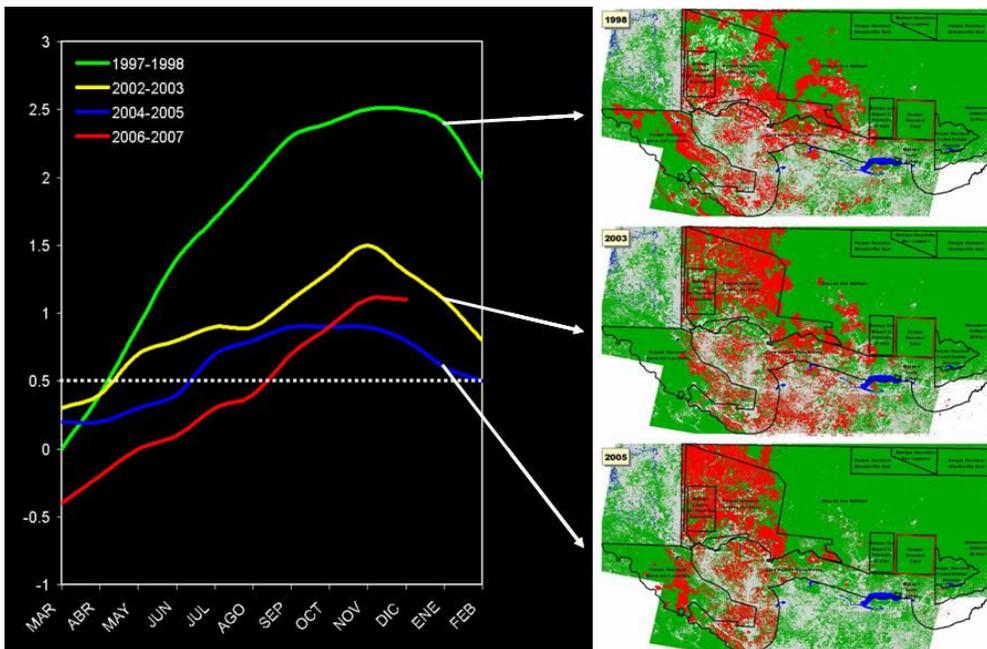


Figura 2. Índice Océanico del Niño entre 1997-2006 y cicatrices de fuego en 1998, 2003 y 2005 en la RBM

La conclusión general del Informe de Perspectivas de la temporada 2007 fue que basado principalmente en los datos disponibles de ONI en el contexto de temporadas anteriores de incendios con daños graves se podía prever una temporada 2007 como mínimo intensa y en el peor de los casos catastrófica, como ocurrió en las tres temporadas anteriores.

3.2 Monitoreo de Puntos de Calor

Datos de puntos de calor del producto MOD14 de MODIS fueron compilados entre el 01 de Enero – 31 de Mayo de 2007. Los datos fueron usados principalmente para hacer monitoreo en tiempo real de sitios con ocurrencias potenciales de incendios en áreas naturales y distribuidos como productos cartográficos a través de una lista de correo electrónico y también fueron posteados selectivamente en el sitio web de SERVIR².

Igualmente los datos fueron usados para comparar el progreso de la temporada 2007 con temporadas anteriores de incendios. La figura 3 muestra la comparación de puntos de calor acumulados entre las temporadas 2005, 2006 y 2007 entre Enero y finales de Mayo.

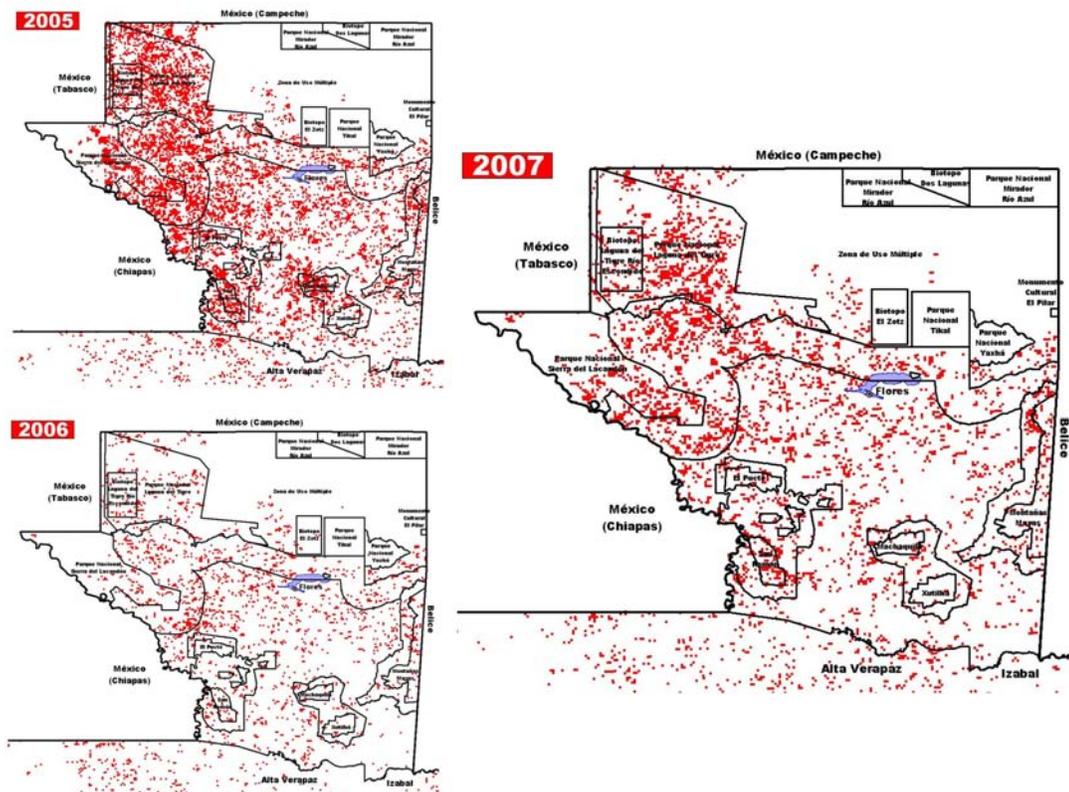


Figura 3. Puntos de calor en las temporadas 2005, 2006 y 2007 entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo

² Ver http://www.servir.net/index.php?option=com_content&task=view&id=77&Itemid=57

Comparando el número de puntos de calor en las últimas dos temporadas antecedentes tenemos valores de 9620, 2417 y 4705 para los años 2005, 2006 y 2007 respectivamente. En otras palabras se registraron cerca del doble de puntos de calor en 2007 con respecto al 2006, pero alrededor de la mitad de los registrados en 2005.

El análisis de frecuencia de puntos de calor entre Enero y finales de Mayo muestra la ocurrencia de incendios recurrentes principalmente en Laguna del Tigre, así como en el Parque Nacional Sierra del Lacandón, en las zonas alrededor de Centro Campesino y al norte del puesto de control El Porvenir. La figura 4 muestra el análisis de recurrencia de puntos de calor durante la temporada 2007.

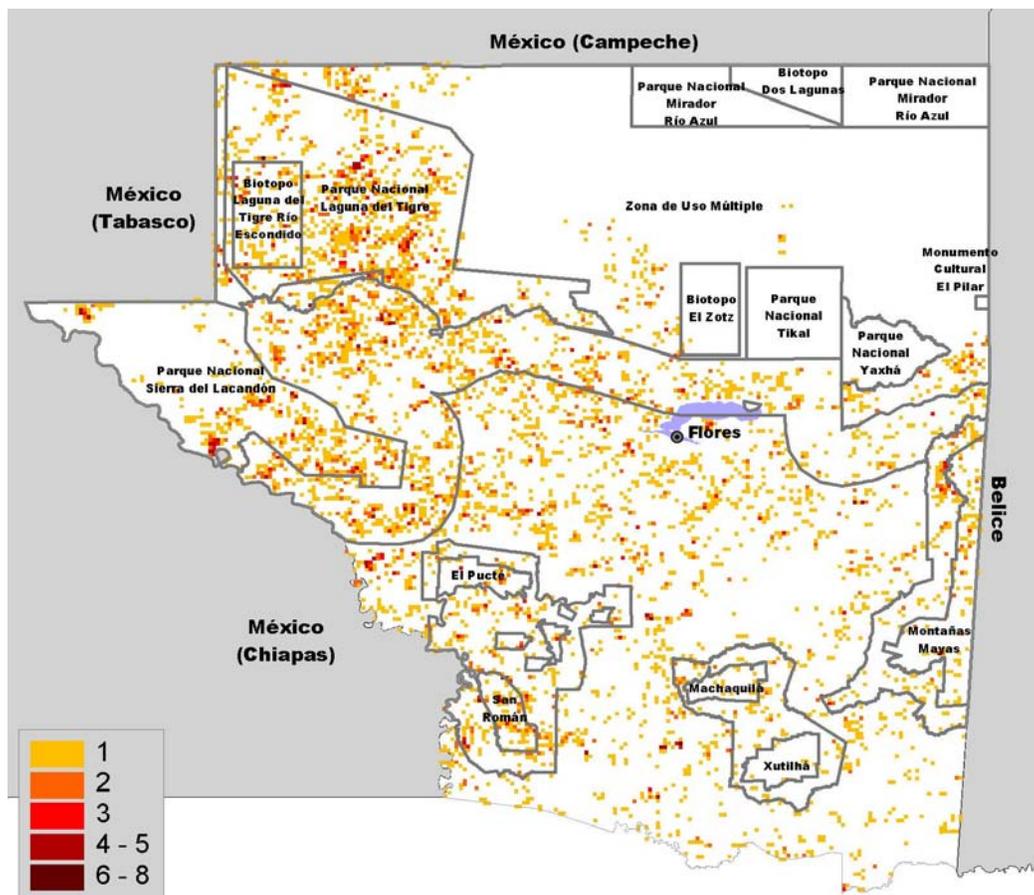


Figura 4. Recurrencia de puntos de calor entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo

3.3 Monitoreo del Clima

Registros diarios de precipitación fueron obtenidos de las estaciones de El Porvenir, Chixoy, Bethel, Chachaclún, Tikal, Mactún y Flores, todas ellas operadas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) durante el periodo entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo de 2007. Los datos fueron usados para monitorear el valor promedio de precipitación acumulada durante la temporada 2007 y poner esos valores en el contexto de

temporadas precedentes. La figura 5 muestra las curvas de precipitación acumulada para las temporadas 2005, 2006 y 2007.

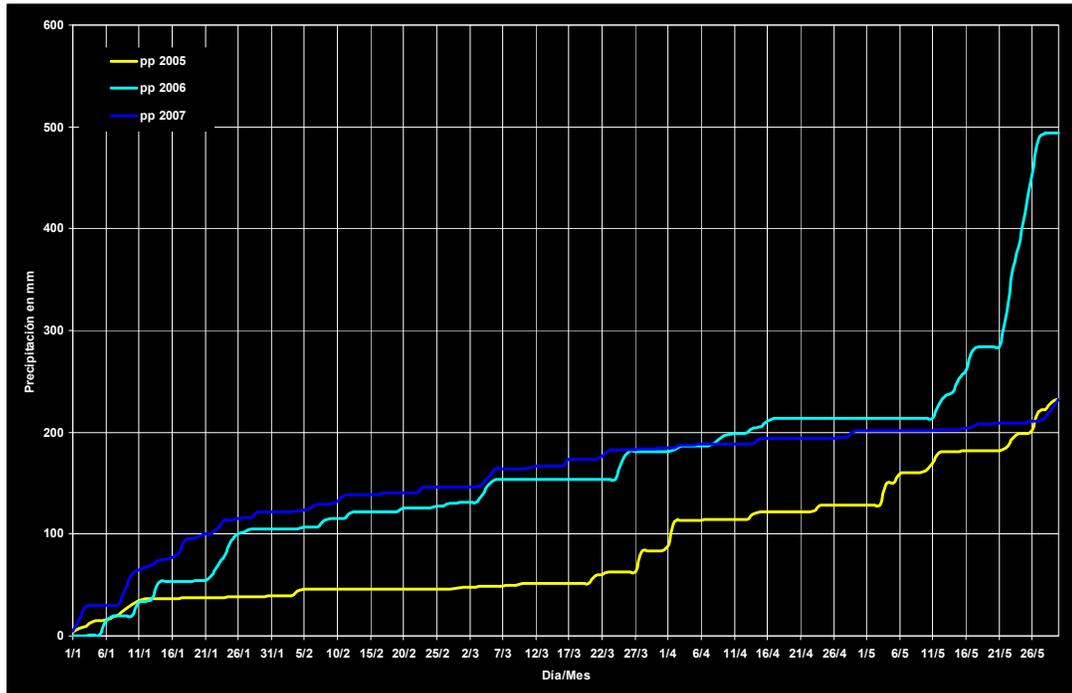


Figura 5. Precipitación acumulada entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo en 2005, 2006 y 2007, promedio de 7 estaciones de INSIVUMEH en Petén

Aunque los valores acumulados de precipitación a finales de Mayo en 2005 y 2007 fueron prácticamente idénticos, la diferencia fundamental entre ambas temporadas, fue el número de días sin lluvia³. Mientras que en 2005 el periodo máximo consecutivo de días sin lluvia fue de 23, en 2007 fue de únicamente 8.

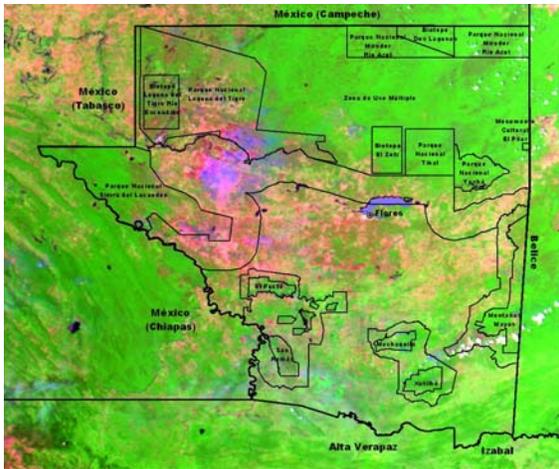
Se estima que esa diferencia en la frecuencia de ocurrencia de lluvia fue determinante en la gravedad de ambas temporadas, siendo 2005 una de las tres peores en los últimos 10 años.

3.4 Evaluación de superficies quemadas

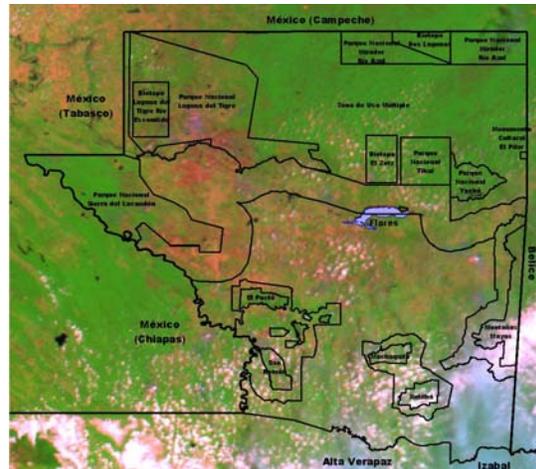
Fue evaluada en tiempo casi real la expansión de la cicatriz de fuego a lo largo de la temporada 2007 usando una serie de imágenes de radianza de MODIS de tamaño de píxel de 250 mt seleccionada en función de la ausencia de nubes en fechas específicas.

Este producto tuvo uso únicamente visual y no fueron estimados los tamaños de las superficies quemadas en las fechas observadas dado que estaba previsto generar un producto de mejor resolución con LANDSAT al final de la temporada. La figura 6 muestra la secuencia de datos de radianza de MODIS con 6 fechas de observación.

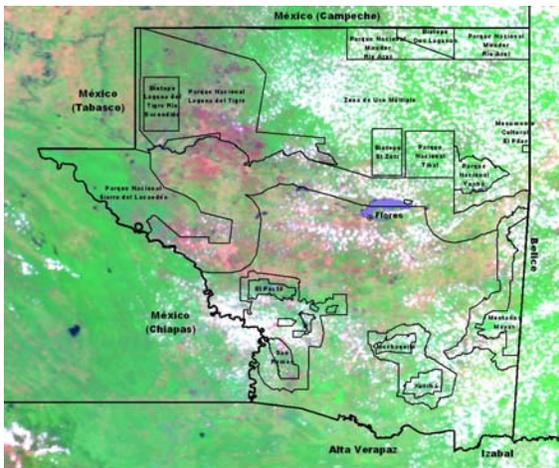
³ Definido como menos de 0.5 mm precipitados en un día



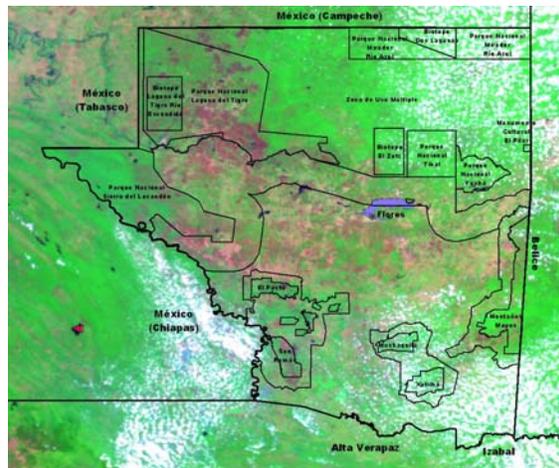
11 de Abril de 2007



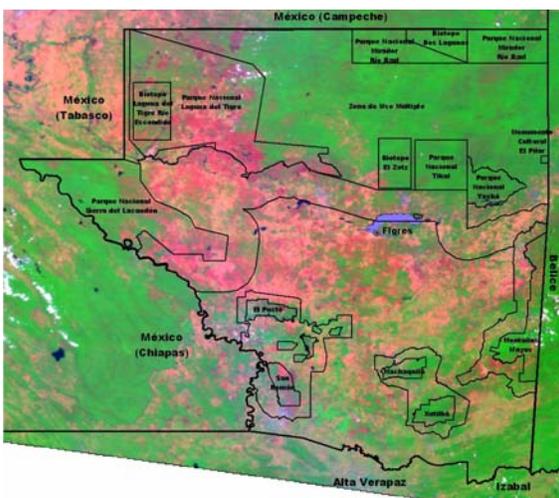
17 de Abril de 2007



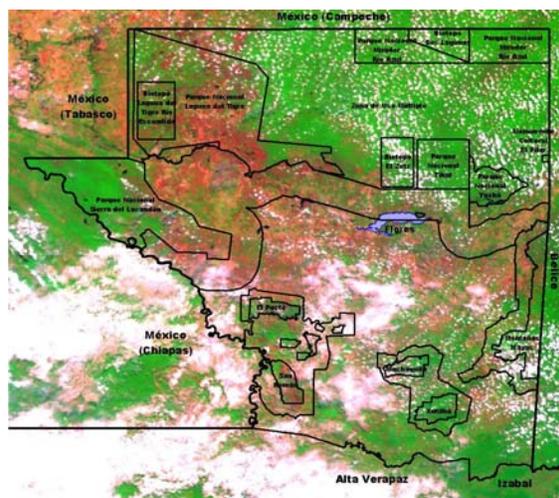
27 de Abril de 2007



04 de Mayo de 2007



11 de Mayo de 2007



27 de Mayo de 2007

Figura 6. Imágenes de radianza de MODIS y detección de cicatrices de fuego, temporada 2007

Después del final de la temporada 2007 fue evaluada la superficie de vegetación natural afectada por el fuego usando datos de LANDSAT SLC off fechados después del 31 de Mayo para un 90% de la superficie de la RBM⁴. La figura 7 muestra el mapa de área natural afectada por el fuego y la tabla 2 muestra las superficies por unidad de manejo quemadas en la RBM.

Tabla 2. Superficies afectadas por fuego en 2007 por unidad de manejo de la RBM

Unidad	Area (ha)
Parque Nacional Sierra del Lacandón	12761.91
Parque Nacional Laguna del Tigre	65705.4
Parque Nacional Tikal	1.62
Parque Nacional Mirador - Río Azul	0
Parque Nacional Yaxhá Nakúm Naranjo	55.98
Biotopo Laguna del Tigre	6520.68
Biotopo San Miguel la Palotada - el Zotz	332.82
Biotopo Dos Lagunas	0
Biotopo Cerro Cahuí	2.16
Monumento Cultural El Pilar	0
Zona de Uso Múltiple	16151.94
Zona de Amortiguamiento	47661.84
Bioitzá	4.05
TOTAL	149198.4

⁴ Para el este de la RBM, la única imagen de buena calidad disponible (path 19 row 48) fue colectada el 11 de Mayo, es decir 20 días antes del final de la temporada, asumiendo que este ocurre el 31 de Mayo.

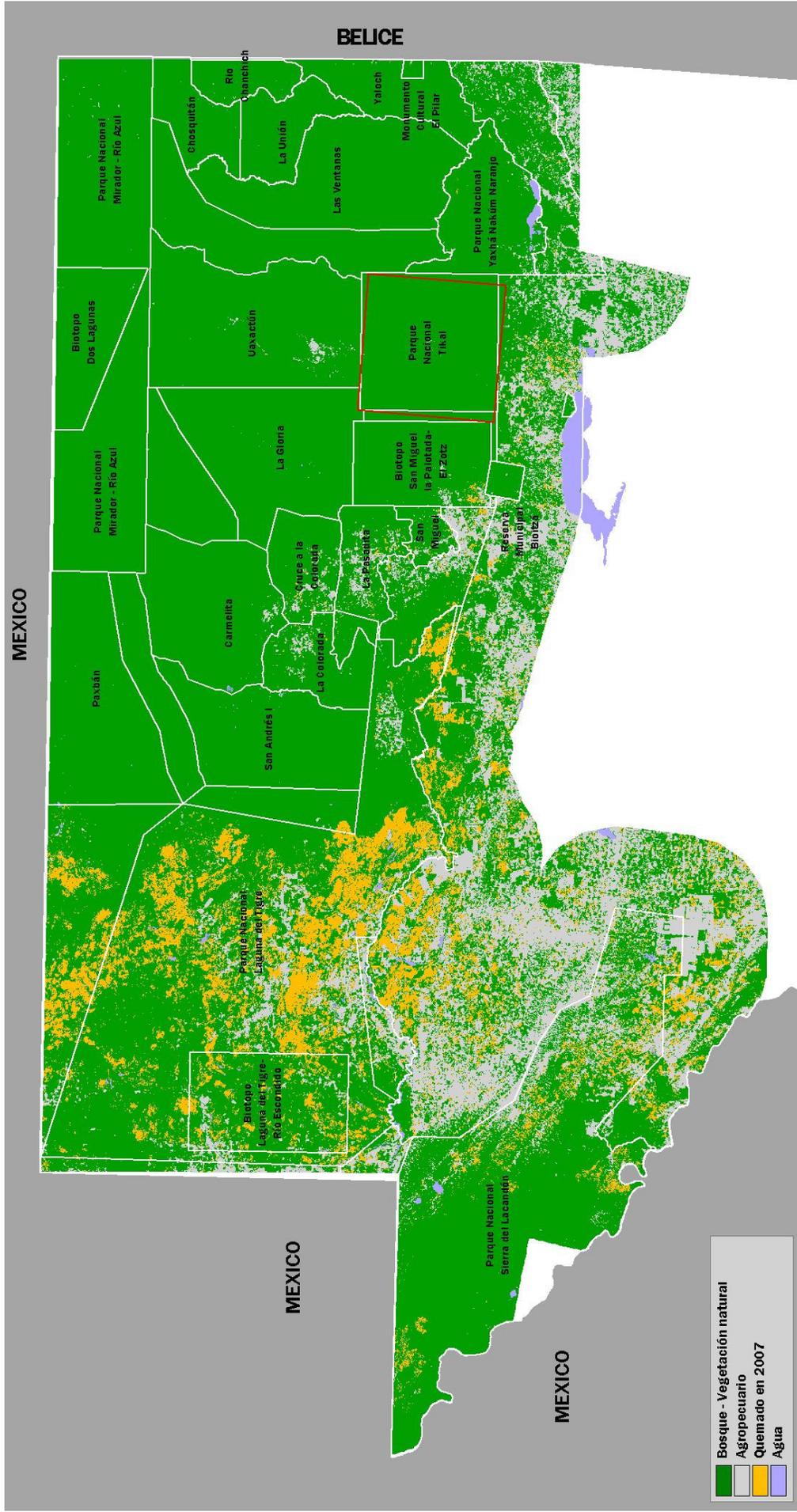


Figura 7. Area afectada por fuego en la temporada 2007, RBM

4 BIBLIOGRAFIA

Giglio, L., Justice, C., Korontzi, S., Owens, J., Roy, D. 2000. MODIS Fire Product User's Guide (MOD14) Version 1.0 (en línea). Estados Unidos. Consultado jul. 2003. Disponible en <http://modis-fire.gsfc.nasa.gov/products/usersguide.asp>

Giglio, L., Descloitres, J., Justice, D., Kaufman, K. 2003. An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. Remote Sensing of Environment, 87 (273-282)

INSIVUMEH. 2007. Registros Climáticos 2006-2007 para Petén. INSIVUMEH, Petén. Guatemala. 1 disquete HD 3 ½ pulgadas.

CONAP, WCS. 2005. Monitoreo de Incendios Forestales y Estimación de Superficies Quemadas, Reserva de Biosfera Maya, 2005. WCS, CONAP, FIPA/AID. Guatemala

CONAP, WCS. 2006. Monitoreo de Incendios Forestales y Estimación de Superficies Quemadas, Reserva de Biosfera Maya, 2006. WCS, CONAP, FIPA/AID. Guatemala