

Inventario y cartografía de focos de calor de Honduras, periodo 2000- 2011, a partir de imágenes satelitales MODIS

José Jorge Escobar Figueroa, Nicolás Bladimir Castro Lagos¹

RESUMEN

Este estudio aborda el fenómeno natural de los incendios en Honduras, a partir del procesamiento de imágenes satelitales. El procedimiento comprende la obtención de las imágenes satelitales necesarias desde el servidor estándar de la NASA, las cuales se procesan cuidadosamente mediante un sistema de información geográfica, extrayendo la información pertinente para el análisis de periodicidad y la elaboración de la cartografía correspondiente.

Entre los resultados se logró obtener una tabla de datos, o inventario, con las cantidades de incendios y su localización en el territorio nacional durante un periodo de más de diez años; también se desarrolló la cartografía que corresponde a este inventario y el comportamiento en la periodicidad del fenómeno correspondiente a cada departamento del país.

Entre las conclusiones más significativas está la tendencia en la cantidad anual de los incendios en cada departamento de Honduras, además del periodo natural que presenta este fenómeno.

Palabras clave: MODIS, foco de calor, incendios, cartografía, sistema de información geográfica (SIG)

ABSTRACT

The object of study of this paper is the natural phenomenon of fires in Honduras. This is a first study of this natural phenomenon that encompasses the total national territory this satellite image processing. The method comprises obtaining the necessary satellite images from NASA standard server, these images are carefully processed in a Geographic Information System for extracting relevant frequency analysis and the preparation of the corresponding mapping information.

Among the findings it was possible to obtain a data table or inventory for the amount

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra. Correo electrónico: nicolascastro0@gmail.com

of fire and its location in the country for over ten years, the mapping corresponding to this inventory is also developed further behavioral periodicity corresponding phenomenon each department of Honduras. As most significant findings is the trend in the annual number of fires in every department of the country, besides the natural period presented by this phenomenon.

Keywords: MODIS, focus heat, fires, cartography, GIS (Geographic Information System).

INTRODUCCIÓN

Un incendio forestal se puede definir como el fuego que se expande sin control. En el estudio de los incendios forestales, la teledetección o detección por satélite se ha constituido en una herramienta de gran potencial para suministrar información detallada y a gran escala de las superficies afectadas (Chuvienco Salinero, 2008). De esta forma, al evaluar la fase posterior al incendio forestal mediante la teledetección se trabajan dos etapas: discriminando zonas quemadas y la severidad de fuego, la primera es la finalidad de este trabajo.

El manejo de información y datos georreferenciados concernientes a incendios es importante porque no solamente da a conocer dónde ocurren los incendios, sino que posibilita cruzar estos datos con otro tipo de información georreferenciada, tales como la altura, población, actividad humana, etc., de forma que se pueden explicar con más veracidad las causas de los incendios y, posteriormente, elaborar métodos de prevención y control más eficaces.

No obstante, este trabajo no tiene como propósito hacer un cruce de información, ni explicar las causas o consecuencias de los incendios, sino dar un buen punto de partida para un trabajo de este tipo.

Para tales efectos, se elaboró la cartografía de los focos de calor por mes y año del territorio nacional correspondiente a doce años, de 2000 a 2011, para obtener la georreferenciación de estos focos de calor con una incertidumbre aceptable como un estudio preliminar a gran escala.

METODOLOGÍA

El sensor MODIS (moderate resolution imaging spectroradiometer) fue lanzado por la NASA a bordo del satélite Terra. Orbita la tierra a una altura de 705 km. MODIS, Terra y Aqua cubren toda la superficie de la Tierra cada 1 o 2 días, generando datos

en 36 bandas espectrales. Su objetivo es proveer series de observaciones globales de la atmósfera, los océanos y la Tierra, con resoluciones espaciales de entre 250 m y 1 km. Las imágenes vienen en una proyección sinusoidal (monitoring global fires from EOS-MODIS).

Las técnicas de detección de incendios MODIS están automatizadas mediante un algoritmo que examina cada píxel de la imagen según la franja del espectro electromagnético, obteniendo un producto llamado MODIS MOD14A1, el cual asigna a cada píxel una categoría como: falta de datos, nubes, agua, no fuego, fuego, desconocido (algorithm technical background document).

Según la metodología utilizada, el producto MODIS MOD14A1 se descargó desde el servidor de la NASA llamado *warehouse inventory search tool* (actualmente este servidor fue reemplazado por el Reverb | ECHO), estos productos MODIS son compuestos de 8 días de incendios con píxel de 1 km. Ya descargadas las imágenes se procede a realizar una reproyección a coordenadas UTM (huso 16) utilizando como elipsoide de referencia WGS84. Como los datos son obtenidos en formato HDF, son convertidos a formato IMG y luego exportados a un sistema de información geográfica. Se extrae de la imagen total solo a Honduras, separando de la imagen los píxeles de fuego.

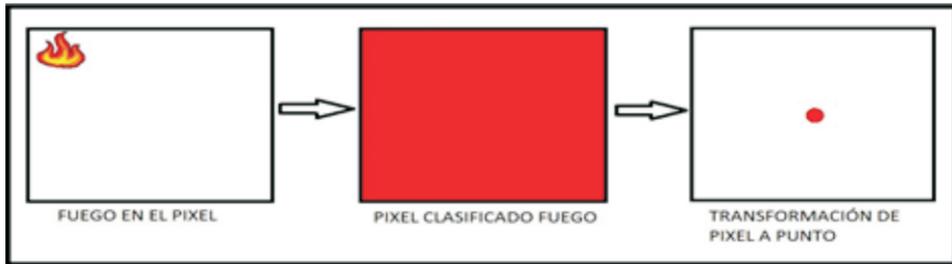
Figura 1. Obtención, reproyección, recorte y extracción de las imágenes satelitales



Fuente: Elaboración propia con datos de la NASA

Seguidamente, solo se tiene un conjunto de píxeles que corresponden a potenciales incendios, en el SIG se transforman a formato punto para ser procesados.

Figura 2. Fuego detectado, pixel clasificado por el algoritmo de MODIS, a punto para su procesamiento



Luego, lo más apropiado es juntar y clasificar los datos en mensuales y anuales, ya que permite hacer una comparación temporal entre los meses de mayor y menor incidencia de incendios en un determinado año. Lo siguiente es agrupar por departamento los focos de calor e inventariar anualmente en tablas, las cuales se exportan con extensión *.dat* a un programa de procesamiento numérico, en donde es sometido a una rutina escrita para encontrar la tendencia en la cantidad y periodicidad en los incendios departamentales, utilizando un método de procesamiento de señales discretas llamado *transformada de fourier finita*. Por último, se elabora la cartografía de focos de calor para los doce años.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los resultados se presentan en dos apartados: primero el inventario anual, luego el análisis de periodicidad y tendencia.

Inventario anual: en este se da el inventario de incendios anual de cada departamento en forma tabulada, además desarrolla la cartografía correspondiente a cada año, la cual no se presenta aquí por motivos de espacio. Es importante aclarar que los focos de calor o potenciales incendios son puntos georreferenciados, los cuales deben considerarse como el inventario en bruto.²

² Para obtener la cartografía y el inventario georreferenciado, contactar a los autores.

Cuadro 1. Inventario año 2000

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual									
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	1	7	18	2	0	0	0	0	0	0
Choluteca	38	67	10	0	0	4	0	6	11	11
Colón	4	79	97	1	3	0	1	0	2	0
Comayagua	10	51	8	0	0	0	0	0	2	0
Copán	0	16	4	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	8	21	4	0	0	0	0	0	2	0
El Paraíso	22	152	36	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	39	178	23	0	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	21	117	27	0	0	0	1	1	3	4
Intibucá	0	12	1	0	1	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	10	15	1	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	3	54	0	0	0	0	0	0	0	1
Ocotepeque	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	38	449	157	0	0	0	0	0	0	0
Santa Barbara	3	9	11	0	0	0	0	0	0	0
Valle	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0
Yoro	28	91	56	1	0	0	2	1	4	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Inventario año 2001

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	4	7	6	3	0	0	3	0	0	0
Choluteca	17	11	38	97	11	0	3	0	0	0	1	11
Colón	0	0	0	30	20	17	4	0	0	0	0	0
Comayagua	1	0	18	76	26	3	2	3	0	2	0	0
Copán	0	0	3	12	33	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	3	31	21	41	16	0	0	1	0	0	0
El Paraíso	0	0	22	45	77	0	1	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	0	6	30	118	22	0	5	0	0	0	0	2
Gracias a Dios	0	5	26	78	72	1	6	2	0	0	0	1
Intibucá	0	3	0	16	7	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	13	27	6	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	5	34	67	27	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	5	16	2	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	22	176	160	1	4	0	0	0	1	0
Santa Barbara	2	0	5	50	116	0	0	0	0	0	0	0
Valle	4	6	5	23	0	0	0	0	0	0	0	0
Yoro	1	0	20	123	91	0	3	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Inventario año 2002

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	0	27	2	1	2	1	1	0	0
Cholulteca	18	20	23	92	55	0	1	2	6	3	3	15
Colón	0	0	0	41	79	6	0	0	9	2	0	4
Comayagua	3	2	14	16	56	0	0	0	0	0	0	0
Copán	0	0	0	7	27	0	0	2	0	0	0	0
Cortés	3	0	12	22	47	2	1	1	0	0	0	0
El Paraíso	2	7	3	58	77	0	0	3	0	0	0	2
Francisco Morazán	3	0	17	64	118	0	0	1	0	0	0	0
Gracias a Dios	1	5	9	59	94	0	3	5	8	0	21	0
Intibucá	0	0	0	9	4	15	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	1	4	0	11	31	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	0	28	25	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	3	2	167	230	0	0	0	0	3	0	0
Santa Barbara	0	1	2	11	101	0	0	1	1	0	0	0
Valle	1	2	0	14	11	0	0	1	0	3	4	0
Yoro	2	0	6	26	177	0	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4. Inventario año 2003

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	1	3	22	14	0	0	0	0	0	0
Cholulteca	7	13	22	35	16	0	1	0	0	3	2	8
Colón	0	0	5	59	71	47	2	4	7	8	0	0
Comayagua	0	11	22	52	36	1	0	0	2	0	0	4
Copán	0	0	12	8	16	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	1	21	15	18	0	0	1	7	0	0	0
El Paraíso	0	1	31	150	122	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	2	2	152	98	48	0	0	0	0	2	0	0
Gracias a Dios	4	3	236	88	77	4	0	0	0	0	1	2
Intibucá	0	0	10	4	2	0	0	0	2	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	2	9	2	3	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	9	27	15	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	1	131	434	345	1	0	0	0	0	0	0
Santa Barbara	0	1	10	38	102	1	0	0	0	0	0	0
Valle	1	1	0	5	1	0	0	2	0	1	5	1
Yoro	0	2	21	95	77	13	1	0	0	0	0	2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. Inventario año 2004

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Choluteca	25	18	49	82	38	0	0	4	5	0	4	19
Colón	0	1	0	2	6	8	3	5	5	4	1	0
Comayagua	0	4	1	10	0	0	5	0	3	0	2	1
Copán	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	8	7	13	10	3	1	1	3	2	0	0
El Paraíso	1	9	0	81	2	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	1	6	0	35	5	0	0	1	1	0	0	1
Gracias a Dios	7	7	22	29	7	2	2	13	7	1	1	1
Intibucá	0	0	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	3	0	2	7	0	1	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	12	10	3	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	9	22	2	1	0	2	3	2	0	0
Santa Barbara	0	0	0	12	20	0	1	0	0	0	0	0
Valle	2	1	4	10	8	0	0	0	2	3	3	0
Yoro	0	3	1	31	12	2	4	0	0	1	2	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Inventario año 2005

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	2	1	4	2	3	0	0	0	0	0	0
Choluteca	23	30	18	44	3	0	0	0	0	1	3	4
Colón	0	0	1	41	59	1	1	1	0	0	1	0
Comayagua	1	2	48	113	2	0	0	0	1	0	0	1
Copán	0	0	1	26	10	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	6	15	56	21	1	0	0	0	0	0	0
El Paraíso	0	3	23	239	42	0	0	0	0	0	0	2
Francisco Morazán	0	15	52	121	11	0	0	1	0	0	0	0
Gracias a Dios	7	60	218	274	54	1	0	0	0	0	0	0
Intibucá	0	2	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	6	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	3	39	8	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	7	102	750	159	0	2	1	0	0	0	0
Santa Barbara	0	0	8	46	29	4	0	0	0	0	0	0
Valle	0	6	2	5	0	0	0	0	2	0	1	0
Yoro	0	13	90	251	42	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Inventario año 2006

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	3	36	0	0	3	0	0	0	0
Choluteca	11	12	67	66	10	0	0	1	0	1	2	9
Colón	0	0	12	16	72	8	1	1	7	1	0	0
Comayagua	0	2	18	34	20	0	0	0	1	0	0	0
Copán	0	0	4	5	13	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	2	14	17	17	0	0	0	2	2	0	0
El Paraíso	2	1	9	52	58	5	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	0	1	54	69	52	3	0	0	2	0	0	0
Gracias a Dios	0	0	34	48	63	3	1	0	1	1	6	0
Intibucá	0	0	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	4	7	18	3	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	1	6	21	6	0	0	0	0	0	0	0
Ocoatepeque	0	0	6	13	3	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	7	166	235	13	0	0	0	0	0	0
Santa Barbara	0	0	4	20	44	0	0	0	0	0	0	0
Valle	0	4	12	3	4	1	1	1	7	5	1	2
Yoro	0	0	11	54	94	2	1	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8. Inventario año 2007

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0
Choluteca	17	19	28	27	3	1	0	0	0	5	2	5
Colón	0	2	0	7	29	5	1	4	6	1	0	0
Comayagua	0	1	12	17	31	1	1	0	0	1	0	0
Copán	0	0	0	19	27	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	4	4	6	12	49	3	0	0	0	2	0	0
El Paraíso	1	6	7	15	29	0	0	2	0	8	0	0
Francisco Morazán	0	6	6	19	16	3	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	4	27	39	30	35	2	0	1	1	17	2	6
Intibucá	0	0	8	5	12	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	4	6	4	0	0	0	0	0	0	1
Lempira	0	0	10	8	20	0	0	0	0	0	0	0
Ocoatepeque	0	0	1	3	8	0	0	0	0	0	2	0
Olancho	0	0	3	40	168	0	0	0	2	1	0	0
Santa Barbara	0	0	2	25	148	0	1	0	0	0	1	1
Valle	2	4	3	0	3	0	0	1	2	1	2	0
Yoro	0	5	8	46	121	13	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9. Inventario año 2008

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	9	13	1	0	0	0	0	0	0
Choluteca	0	5	7	25	65	2	0	6	5	0	0	0
Colón	0	2	1	19	20	0	0	2	1	2	0	1
Comayagua	0	0	0	2	17	0	0	0	2	0	1	0
Copán	11	2	6	9	54	1	1	3	0	0	1	0
Cortés	0	5	15	61	20	0	0	0	0	0	2	20
El Paraíso	0	0	5	62	66	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	0	4	8	101	86	0	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	0	3	38	48	108	8	2	2	2	0	4	0
Intibucá	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	4	20	12	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	3	4	104	292	1	0	0	2	0	0	0
Santa Barbara	1	2	0	6	83	0	0	0	0	0	0	0
Valle	2	0	6	7	0	0	0	0	0	0	3	0
Yoro	1	5	2	22	95	5	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10. Inventario año 2009

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	1	6	16	2	0	0	0	0	0	0
Choluteca	28	17	24	90	7	2	0	1	2	7	3	24
Colón	0	0	3	23	52	11	2	3	6	6	1	4
Comayagua	0	1	12	73	5	2	0	0	1	0	0	0
Copán	0	0	1	25	1	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	0	18	14	14	5	2	4	0	1	1	0
El Paraíso	0	0	15	115	5	0	0	0	2	1	0	0
Francisco Morazán	2	1	33	212	6	0	2	0	2	1	0	0
Gracias a Dios	5	6	32	130	6	0	7	0	4	1	5	9
Intibucá	0	0	3	130	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	5	0	9	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	23	228	10	0	0	0	2	2	0	0
Santa Barbara	0	0	3	21	33	9	0	0	5	0	0	0
Valle	3	6	2	9	3	1	0	6	3	4	2	1
Yoro	0	3	5	78	30	8	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Inventario año 2010

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	1	0	3	3	4	0	0	0	0	0	0
Choluteca	35	15	37	37	2	0	0	2	1	2	14	4
Colón	0	0	1	18	5	16	1	0	10	0	2	0
Comayagua	0	0	8	9	5	0	0	0	0	0	0	1
Copán	0	0	1	6	0	0	0	0	1	0	0	0
Cortés	1	10	20	28	1	1	1	9	8	0	7	0
El Paraíso	1	6	29	21	1	0	0	0	0	0	1	0
Francisco Morazán	9	2	48	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	14	25	84	23	14	2	3	0	6	0	12	0
Intibucá	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	10	10	3	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	1	38	37	19	2	1	1	5	0	0	0
Santa Barbara	0	0	8	14	3	7	0	0	1	0	0	0
Valle	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Yoro	5	0	4	25	2	0	0	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12. Inventario año 2011

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	1	15	3	2	0	0	0	0	0	0
Choluteca	0	0	3	217	108	9	3	4	4	1	0	0
Colón	3	0	27	73	5	0	0	5	2	0	0	0
Comayagua	0	0	6	14	10	0	0	3	2	0	0	0
Copán	3	4	10	60	27	9	2	1	3	0	1	0
Cortés	13	23	23	79	20	0	0	2	0	0	9	12
El Paraíso	4	0	65	236	26	1	0	0	0	0	1	1
Francisco Morazán	1	2	64	159	13	0	0	0	0	0	0	1
Gracias a Dios	4	0	15	129	44	0	0	3	1	1	13	3
Intibucá	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	3	6	18	1	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	6	12	16	4	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	1	4	85	737	109	1	0	1	1	0	0	0
Santa Barbara	0	2	6	44	49	3	0	0	0	0	0	0
Valle	0	0	1	6	6	0	0	0	0	0	3	5
Yoro	0	4	15	255	69	2	0	3	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 13 se presentan los datos correspondientes a los totales anuales por cada departamento, en esta se puede observar qué departamento tuvo más incidencia de incendios y, debido a que las áreas de cada departamento son diferentes, se muestran los incendios, por metro cuadrado, ocurridos en los doce años.

Seguidamente, en el mapa 1, se muestra la composición de incendios de los doce años, en el cual se ve el patrón de distribución geográfica de los incendios en el territorio.

Cuadro 13. Inventario año 2012

Depto.	Años													Incendios por cada 10 km ²
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total	
Atlántida	28	23	34	40	2	12	72	12	23	25	11	21	273	0.6
Choluteca	147	189	238	107	244	126	179	107	134	205	149	181	2006	4.6
Colón	187	71	141	203	35	105	118	55	115	111	53	349	1543	1.9
Comayagua	71	131	91	128	26	168	75	64	48	94	23	115	1034	2.0
Copán	20	48	38	36	14	37	22	46	22	27	8	35	353	1.1
Cortés	35	113	86	63	48	99	54	80	77	59	86	120	920	2.4
El Paraíso	210	145	152	304	93	309	127	68	133	138	59	334	2072	2.8
Fco. Morazán	240	183	203	304	50	200	181	50	199	259	70	240	2179	2.6
Gracias a Dios	174	191	220	415	99	614	157	164	215	205	183	213	2850	1.8
Intibucá	14	26	13	18	9	15	7	25	6	16	3	18	170	0.5
Islas de la Bahía	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0.1
La Paz	26	46	47	16	13	17	32	15	3	27	4	28	274	1.1
Lempira	64	133	53	51	25	50	34	38	36	38	23	38	583	1.4
Ocoatepeque	2	23	14	11	16	5	22	14	4	4	3	9	127	0.8
Olancho	644	364	405	912	41	1021	421	214	406	265	104	939	5736	2.4
Santa Barbara	23	173	117	152	33	87	68	178	92	71	33	104	1131	2.2
Valle	6	38	36	17	33	16	41	18	18	40	9	21	293	1.8
Yoro	183	239	213	211	56	397	163	193	131	124	37	349	2296	3.0
Total	2074	2136	2101	2989	837	3280	1743	1341	1662	1708	858	3114	23843	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 aparecen los años 2005 y 2011 como los que tuvieron más incendios; los años anteriores a estos, 2004 y 2010, tuvieron menos incidencia. Olancho tuvo más incendios, pero Choluteca tiene más área quemada.

Entre abril mayo y marzo está el 90 % de los incendios anuales.

Gráfico 1. Porcentaje de incendios por departamento, 2000-2011

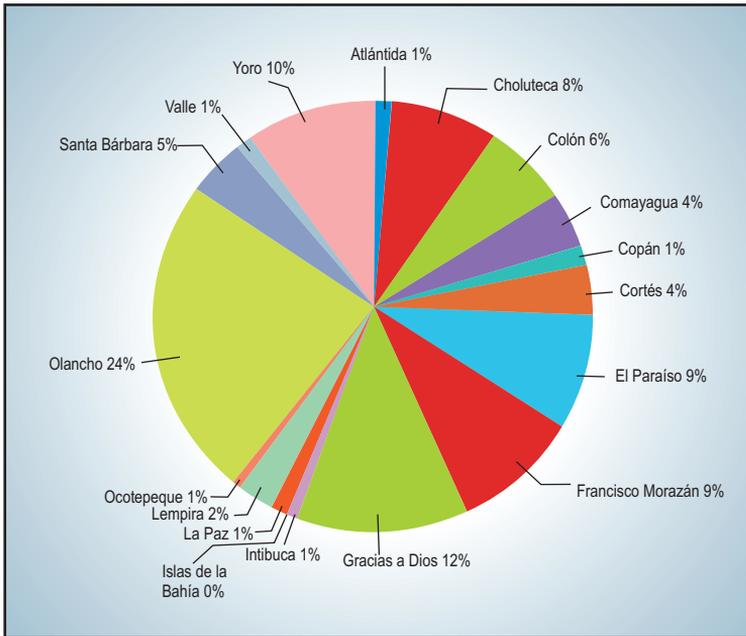
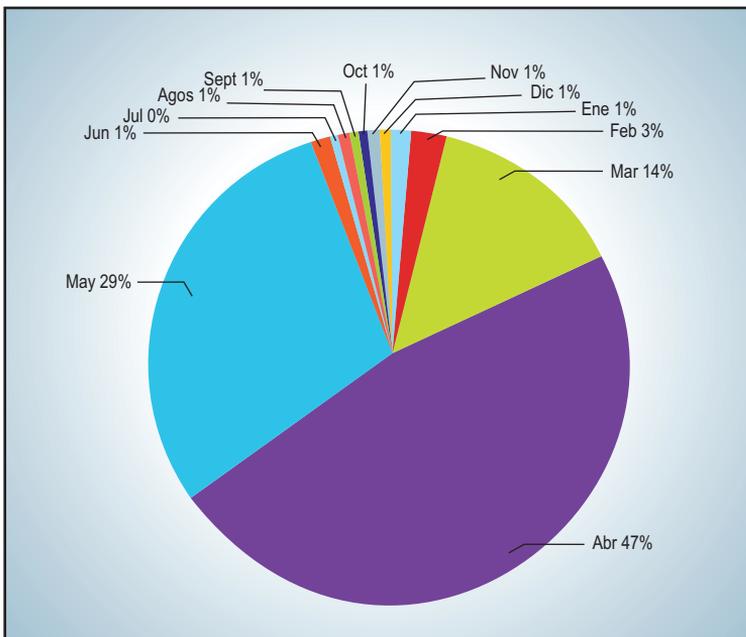
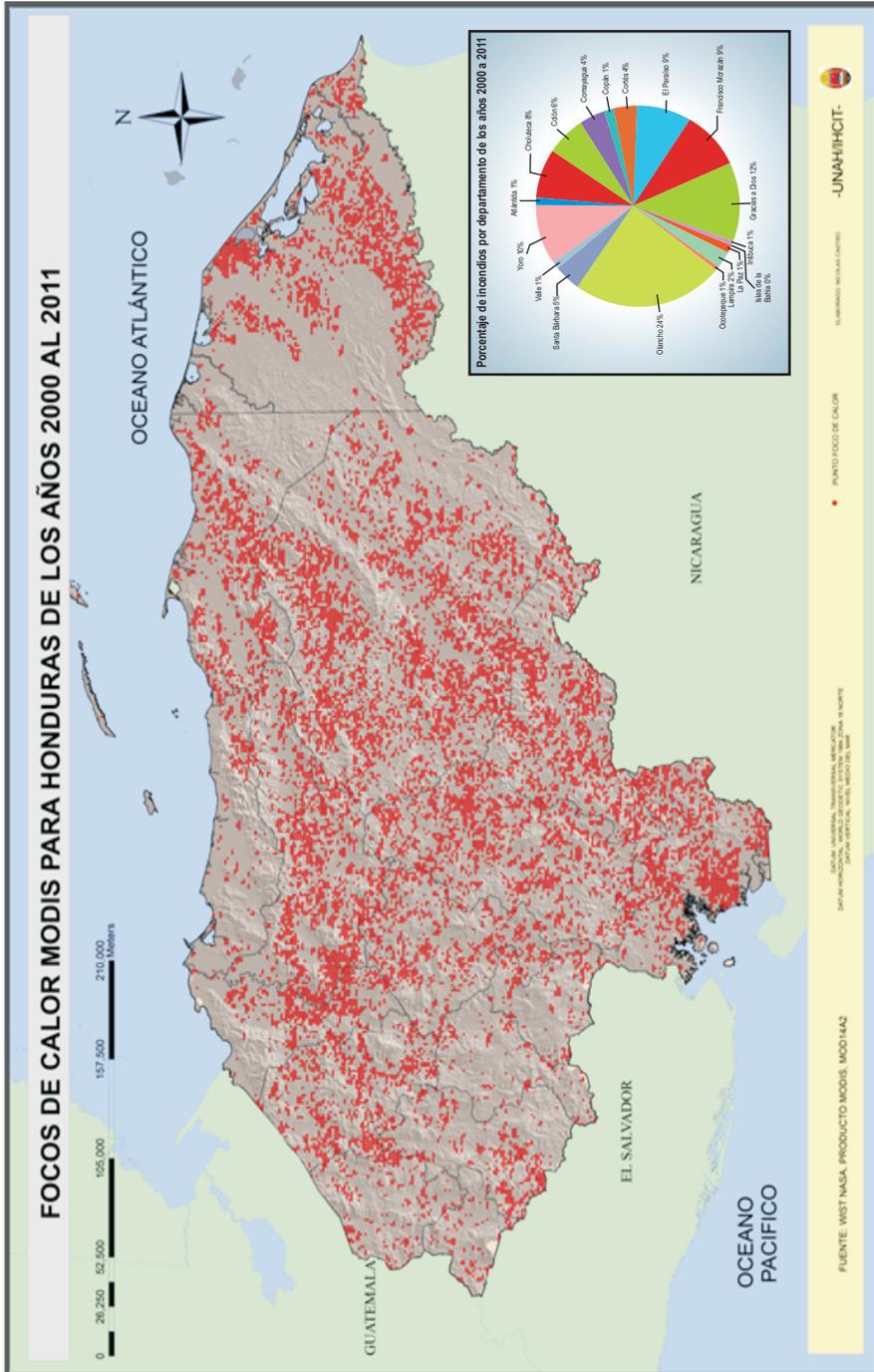


Gráfico 2. Porcentaje de incendios mensuales, 2000-2011



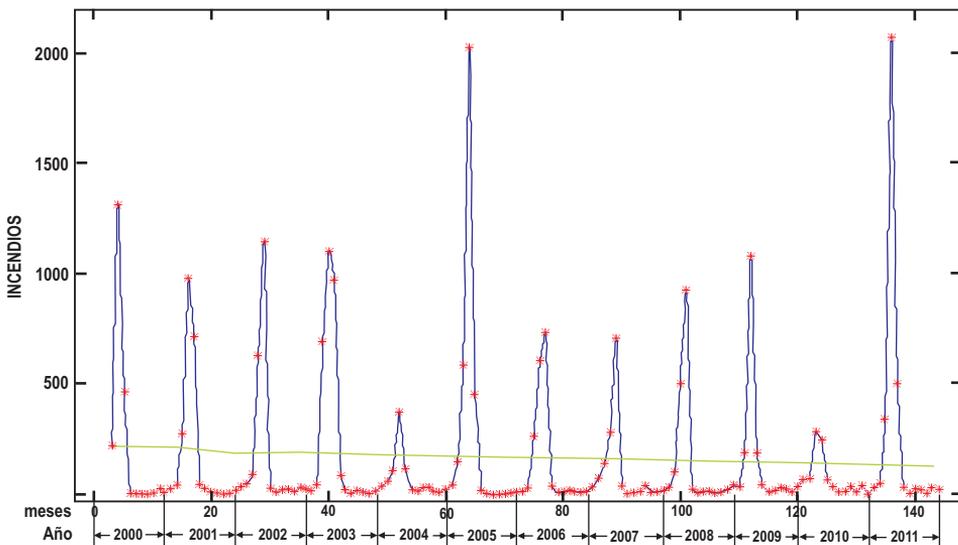
Mapa 1. Distribución geográfica de los incendios, 2000-2011



Periodicidad y tendencia en los incendios

En los gráficos 3 y 4 se presentan los resultados del análisis en la tendencia de ocurrencia de incendios y del periodo que presenta el fenómeno para el territorio nacional y para cada departamento. En el gráfico 3 se muestran dos líneas. Una se refiere a los incendios versus tiempo, línea de puntos rojos, la cual representa a los incendios ocurridos, equiespaciados en tiempo mensual, unidos por una línea azul para hacer notar la secuencia; la línea verde es la tendencia en la ocurrencia de los incendios.

Gráfico 3. Incendios mensuales en Honduras, 2000-2011

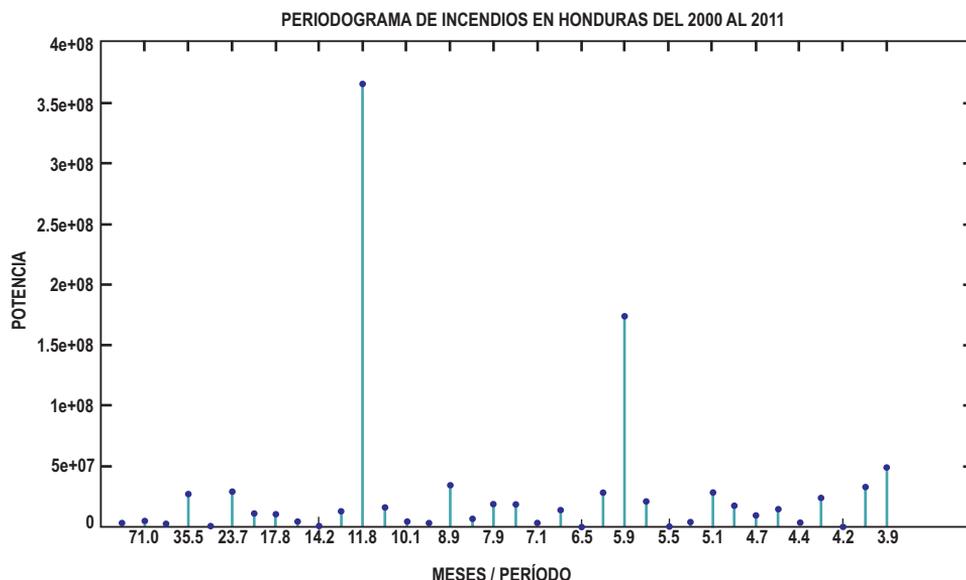


Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en el gráfico 3, sobre la naturaleza periódica de los incendios, se puede apreciar que los picos están en marzo, abril y mayo; igualmente, que los años con más ocurrencia de incendios fueron 2005 y 2011. La recta de tendencia, en verde, indica una muy leve tendencia negativa con una pendiente de -0.55 , lo que representa una disminución de un incendio por cada año y diez meses. También se ve que, anteriormente a los años con más incendios, se presentan los años con menos cantidad de incendios, lo que podría significar la existencia de una tendencia más general.

En el gráfico 4 se muestra la periodicidad en meses versus la potencia de periodo, en el cual es evidente cuáles son los periodos en los que ocurren los incendios y de estos se toma como periodo natural el de mayor potencia.

Gráfico 4. Periodo natural de 12 y 6 meses



Fuente: Elaboración propia.

El periodo más potente es el de doce meses, lo cual no es extraño, ya que los incendios son un fenómeno de temporada seca y caliente, lo que sucede una vez al año. El siguiente periodo es de seis meses y los demás son más el resultado de la aleatoriedad.

Este mismo procedimiento se utilizó para analizar los departamentos de Honduras por separado, que no está en los gráficos por cuestiones de espacio, pero en el cuadro 14 aparece la pendiente de la recta de comportamiento de cada departamento, además del periodo natural; en el segundo periodo se presentan los incendios en cada departamento. Solamente Colón y Cortés mostraron aumento de incendios.

Cuadro 14. Pendiente de la recta de comportamiento por departamento y periodo natural

Departamento	Pendiente	Comportamiento	Período
Atlántida	-0.0098	Disminución de un incendio cada 8.5 años	12 meses
Choluteca	-0.0376	Disminución de un incendio cada 2 años	13 meses
Colón	0.0103	Disminución de un incendio cada 8 años	14 meses
Comayagua	0.0356	Disminución de un incendio cada 2 años	15 meses
Copán	-0.0109	Disminución de un incendio cada 7.6 años	16 meses
Cortés	0.0041	Constante	17 meses
El Paraíso	-0.0445	Disminución de un incendio cada 2 años	18 meses
Fco. Morazán	-0.0619	Disminución de un incendio cada 1.3 años	19 meses
Gracias a Dios	-0.0646	Disminución de un incendio cada 1.3 años	20 meses
Intibucá	-0.0065	Constante	21 meses
Islas de la Bahía	-2.12E-04	No estimable	22 meses
La Paz	-0.0178	Disminución de un incendio cada 4.7 años	23 meses
Lempira	-0.0046	Disminución de un incendio cada 2 años	24 meses
Ocotepeque	-0.0068	Constante	25 meses
Olancho	-0.145	Disminución de un incendio cada 7 meses	26 meses
Santa Bárbara	-0.0278	Disminución de un incendio cada 3 años	27 meses
Valle	-0.0049	Constante	28 meses
Yoro	-0.0514	Disminución de un incendio cada 1.6 años	29 meses

CONCLUSIONES

Se realizó un amplio y completo inventario de los incendios en Honduras y se construyó la cartografía correspondiente, lo cual era el objetivo principal.

El cruce de puntos de fuego y territorio departamental arrojó información sobre la periodicidad natural del evento, la cual es marcadamente anual en todos los departamentos, mostrando en todos un segundo periodo de seis meses. Los demás periodos encontrados sí difieren, pero debido a la relativa aleatoriedad.

Con respecto a la tendencia en incendios, esta es un poco menos constante, ya que difiere para cada departamento, aunque es notorio que hay una ligera tendencia decreciente en ellos; excepto en Cortés y Colón, en los que se calculó un pequeño incremento.

AGRADECIMIENTOS

A Manuel Rodríguez Maradiaga, jefe del Departamento de Física, por su colaboración y gentileza. Asimismo, a Klaus Wise, por su ayuda en el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Christopher, Justice y Giglio, Louis. (2006). *Algorithm technical background document*. Recuperado de:
http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod14.pdf
- Chuvieco Salinero, Emilio. (2008). *Teledetección ambiental*. Barcelona: Ariel.
- Yoram J. Kaufman y Chris Justice. (1998). *Monitoring global fires from EOS-MODIS*. Recuperado de: http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/reference/docs/Kaufman_er_al_%281998c%29.pdf