INCENDIOS FORESTALES Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN MÉXICO

Lourdes Villers Ruiz[1] y Josefina Hernández Lozano[2]

[1]Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Circuito Exterior, Cuidad Universitaria. C. P. 04510. México, D. F. México

villersruiz@yahoo.com.mx

[2]Instituto de Geografía, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Circuito Exterior, Cuidad Universitaria. C. P. 04510. México, D. F. México

hlozano@servidor.unam.mx

Resumen

Los incendios forestales en México tienen su origen principalmente en actividades humanas y en menor medida por causas naturales, sin embargo en este trabajo se señalan aspectos de variabilidad climática como el efecto de El Niño en cuanto a ciertas condiciones de intensa sequías y los registros de incendios de difícil control.

Para la realización del presente trabajo se utilizaron las estadísticas para el período 1970-2004. Con ésta información se hicieron gráficas de la relación superficie/incendio para los 35 años analizados. Asimismo se construyeron dos indicadores a nivel nacional: el Indicador de Riesgo a Incendios y un Indicador de Gravedad de los Incendios, para años en los que se presentaron el fenómeno de El Niño y años en los que este fenómeno no se presentó.

A partir del análisis de los 35 años de datos respecto a las superficies promedio siniestradas por incendio, se observa que para el caso de los años sin Niño son 10 los estado de la República de un total de 32, en donde el promedio de superficie por conflagración es menor de 25 ha y 7 entidades federativas mayores de 100 ha y menores de 700 ha. En contraste, en años donde se presentó el fenómeno de El Niño, las entidades que presentaron incendios menores de 25 ha fueron 7 y aumentó a 15 entidades las que presentaron superficies siniestradas mayores de 100 ha llegando hasta un máximo reportado promedio de 1,863 ha afectadas.

Dentro de las consideraciones finales en este estudio se señala el considerar en los Ordenamientos Territoriales el régimen de incendios y los resultados de las aproximaciones meteorológicas, como pueden ser ciertas anomalías climáticas que podrían desencadenar en incrementos en la severidad y frecuencia de incendios. Los programas de Ordenamiento Estatal y Municipal deben de tener una sección dedicada a estos posibles desastres.

Palabras Clave: Incendios Forestales, Riesgo a Incendios, El Niño, México

Introducción

Un incendio forestal es el fuego que con una ocurrencia y propagación no controlada, afecta selvas, bosques o vegetación de zonas áridas o semiáridas. Los incendios forestales son uno de los principales agentes de destrucción forestal.

Por mucho que nos puedan parecer sucesos insólitos, los incendios siempre han sido frecuentes en tiempo y espacio, sin embargo son increíblemente impredecibles y de conducta errática. Se consideran tres tipos de incendios, superficiales, de copa y subterráneos, en México los más frecuentes son los superficiales.

De acuerdo con Trejo y Hernández (2005), el 69.7% de la superficie del país presenta cobertura vegetal de los cuales el 17.3% son bosques, el 15.8% son selvas, el 29.9% es matorral xerófilo, el 6.3% es pastizal y el 0.5% es vegetación hidrófila.

Durante el 2005 ocurrieron 9,709 incendios que afectaron 276,089 ha y en 2006 se reportaron 8,725 incendios que afectaron 243,864 ha del país. En estos años se perdieron en promedio 28 ha por incendio. El 48% de los incendios se originan debido a las actividades agropecuarias, siguen en orden de importancia las causas intencionales (litigios o rencillas), con 17%; fogatas, 16%; fumadores, 8%; y otras causas 11%; CONAFOR (2005a). Aún cuando las causas que dan origen a los incendios son eminentemente la actividad y negligencia humana, estudios reportan que existe una relación intrínseca entre el tiempo y el clima con la severidad y frecuencia de los incendios (Villers *et al* 2002). Por esta razón es fundamental conocer las relaciones

entre clima y los regímenes del fuego, que incluye la frecuencia y sus efectos sobre la vegetación y el hábitat.

En el presente trabajo se expone la relación que existe entre la variabilidad climática, concretamente durante el fenómeno de El Niño y el número y superficies siniestradas por incendios forestales, para cada una de las 32 entidades federativas del país, asimismo se aplicaron dos indicadores a nivel nacional: el Indicador de Riesgo a Incendios y un Indicador de Gravedad de los Incendios y se comparan años de Niño con los años en los que este fenómeno no se presentó.

Metodología

Para la realización del presente trabajo se utilizaron las estadísticas anuales por entidad federativa para el período 1970-2004 (CONAFOR 2005b) sobre los siguientes datos: número de incendios, superficie afectada y relación superficie/incendio. Para este período de análisis se hizo una separación entre años de Niño, de años en donde no se presentó el fenómeno, dicha selección fue con base en los reportes trimestrales de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Se seleccionaron los años de Niño en aquellos en donde se presentaron varios trimestres con 0.5 ^{0}C por encima del valor promedio del período base seleccionado por la NOAA que fue de 1971 al 2000 (NOAA-CPC 2005).

Conforme a Martin *et al* (1998), se construyeron por entidad federativa dos indicadores: el Indicador de Riesgo para el periodo 1993 a 2004, que se calculó como el número anual de incendios por cada 10 mil ha de superficie forestal, se tomó como superficie forestal base la reportada por INEGI (1993), agrupada y calculada para cada entidad federativa por Trejo y Hernández (2005).

El Indicador de Gravedad se elaboró por estrato vegetal afectado (herbáceo, arbustivo, arbóreo) expresado en porcentaje, este indicador se obtuvo dividiendo la superficie total afectada por los incendios sobre una superficie forestal base. En este caso se seleccionó el período 1999-2001 Para ambos indicadores se realizó un análisis exclusivo para el año 1998.

Resultados

Total de Incendios por Entidad Federativa

A partir del análisis de los 35 años de datos respecto a las superficies promedio siniestradas por incendio se fabricaron dos mapas: uno para el período completo de 1970-2004 excluyendo los años de Niño (Figura 1) y otro solamente analizando los años 1972, 1983, 1986 y 1998 de Niño (Figura 2), se observa que para el caso de los años sin fenómeno de El Niño son 10 los estado de la República en donde el promedio de superficie por conflagración es menor de 25 ha, situados principalmente en el centro del País y 7 entidades federativas con superficies mayores de 100 ha y menores de 700 ha.

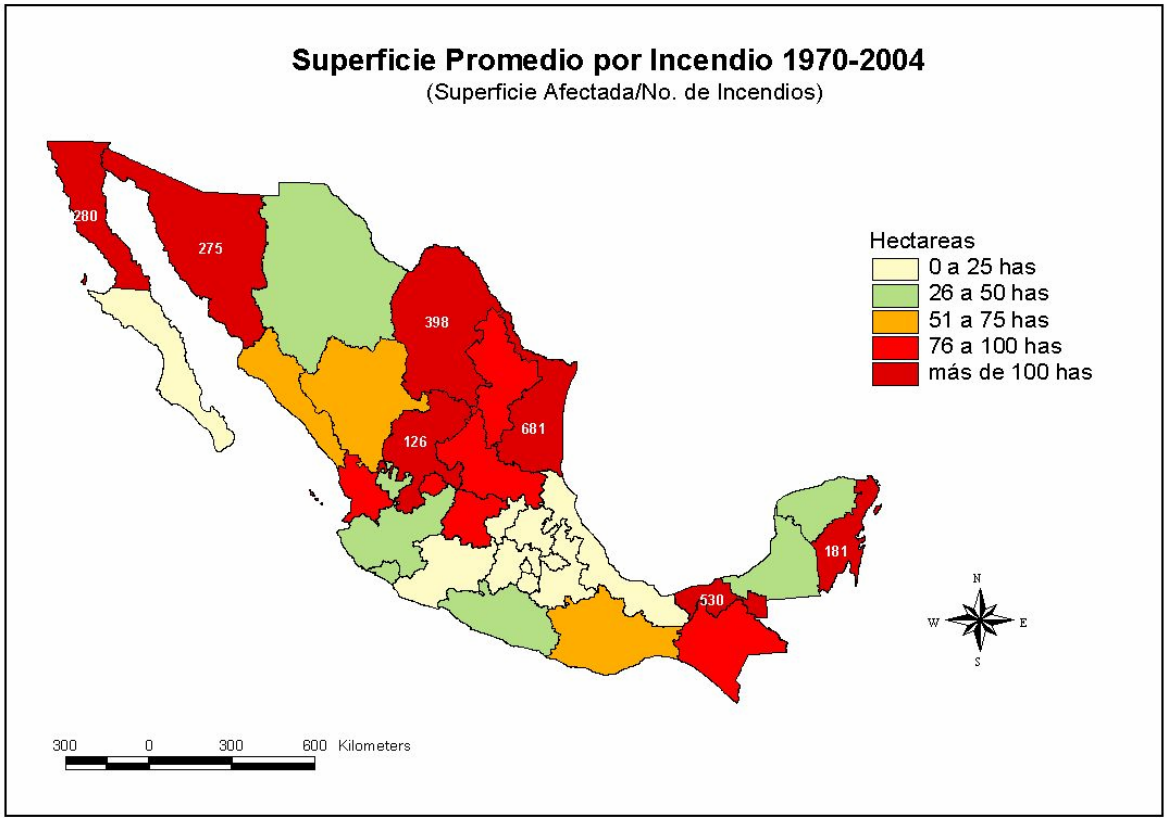

Figura 1. Superficie promedio anual siniestrada por entidad federativa

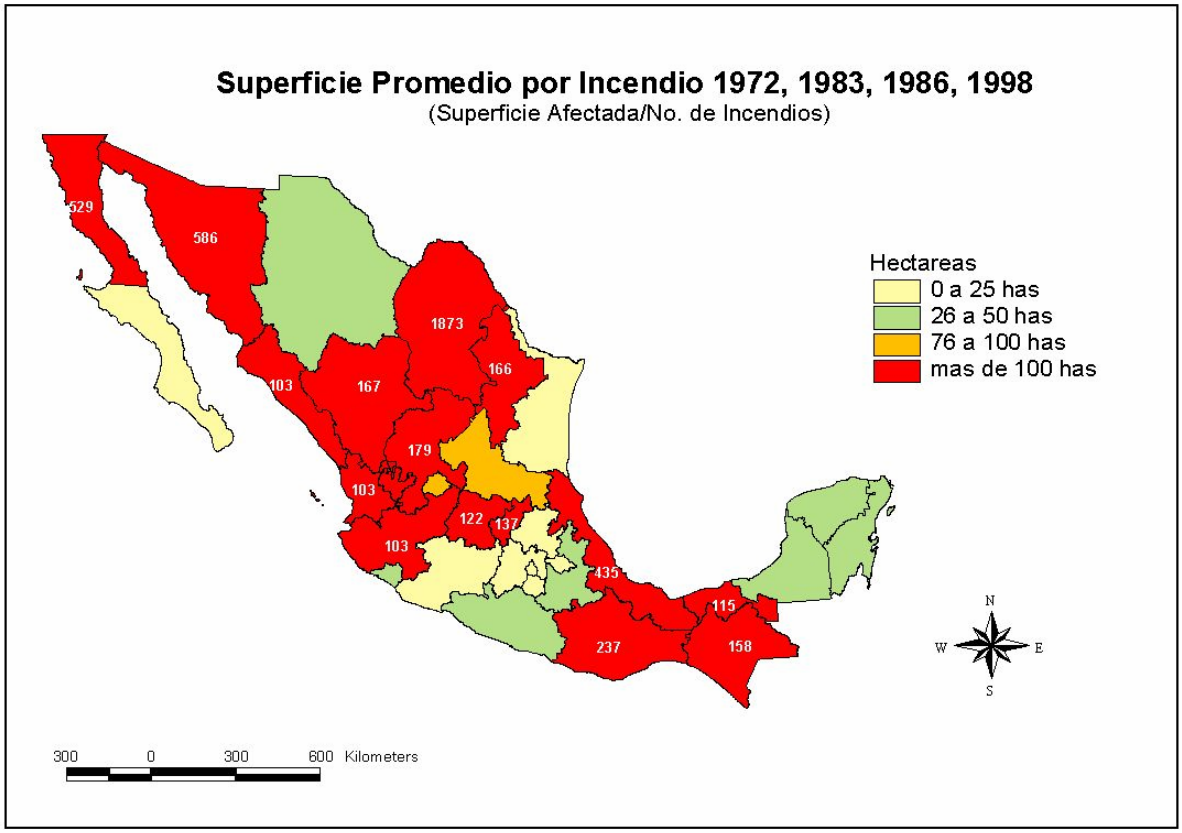

Figura 2. Superficie promedio siniestrada durante años de El Niño

En años donde se presentó el fenómeno de El Niño, fueron 8 entidades las que presentaron incendios menores de 25 ha en promedio por incendio y se incrementó a 15 entidades las que presentaron superficies siniestradas mayores de 100 ha llegando hasta un máximo para el estado de Coahuila de 1863 ha promedio por incendio. Las superficies promedio anuales por entidad federativa y su desviación estándar (D. E.) se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Superficie promedio por incendio por entidad federativa, período 1970-2004.

AÑOS SIN "NIÑOS". (1970-2004)			AÑOS CON "NIÑOS". (1972,1983,1986,1998)		
ENTIDAD FEDERATIVA	MEDIA	D.E.*	ENTIDAD FEDERATIVA	MEDIA	D.E.*
Distrito Federal	4	2	Baja California Sur	1	1
Morelos	4	2	Distrito Federal	8	6
México	5	3	Morelos	8	5
Veracruz	9	6	México	9	5
Tlaxcala	9	8	Michoacán	15	7
Puebla	10	5	Tlaxcala	18	12
Hidalgo	10	7	Veracruz	18	11
Michoacán	12	6	Hidalgo	21	15
Querétaro	21	25	Puebla	25	20
Baja California Sur	22	40	Quintana Roo	30	39
Chihuahua	35	30	Chihuahua	42	15
Guerrero	35	22	Colima	42	28
Colima	40	27	Campeche	43	45
Campeche	40	76	Yucatán	46	57
Yucatán	49	65	Guerrero	47	26
Jalisco	50	36	Aguascalientes	82	39
Sinaloa	51	46	San Luis Potosí	99	75
Durango	55	32	Jalisco	103	65
Oaxaca	69	49	Sinaloa	103	67
Aguascalientes	77	115	Nayarit	103	79
Guanajuato	80	225	Tabasco	115	169
San Luis Potosí	86	96	Guanajuato	122	184
Nayarit	86	77	Querétaro	137	116
Chiapas	92	58	Chiapas	158	224
Nuevo León	99	126	Nuevo León	166	117
Zacatecas	126	128	Durango	167	99
Quintana Roo	181	475	Zacatecas	179	166
Sonora	275	264	Oaxaca	237	238
Baja California	280	739	Tamaulipas	435	400
Coahuila	398	708	Baja California	529	570
Tabasco	530	2549	Sonora	586	633
Tamaulipas	681	2211	Coahuila	1873	2773

*D.E. = Desviación Estándar.

Comparando por entidad federativa entre los años Niño de aquellos en los que no se presentó el fenómeno, se observa que para más de la mitad de las entidades, 18 de ellas, el incremento del número de incendios es de más del 150% y en especial 12 de

ellas: Coahuila, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora y Veracruz, el incremento es del 200% o más.

Indicadores de Gravedad y Riesgo a Incendios

En la Tabla 2 se muestra por entidad federativa el número total de incendios reportados y superficie total afectada para los años de 1993 a 2004. Asimismo se reporta la superficie promedio anual afectada y los indicadores de Gravedad y Riesgo.

El indicador de Riesgo (No incendios por cada10 mil ha de superficie forestal) nos señala que en el área forestal del Distrito Federal presenta un alto riesgo a ser incendiada ya que en sus 38 mil 190 ha forestales existieron hasta 322 incendios por cada 10 mil hectáreas. Por la misma razón esta entidad tiene el porcentaje de Gravedad más alto (superficie total afectada sobre la superficie forestal base). Durante el período evaluado fueron reportados para el Distrito Federal 1,230 incendios superado apenas por el Estado de México que tiene el tercer lugar en riesgo y el segundo lo obtuvo Tlaxcala.

Tabla 2. Superficie forestal afectada. Indicador de Gravedad y Riesgo a incendios para el período 1993-2004.

Estados	Incendios (Número)	Sup. Afectada (ha)	Prom/año (ha)	Sup.Forestal 1993	Sup.Forest / Diez Mil ha	Indicador Gravedad	Indicador Riesgo
AGUASCALIENTES	12	4691	391	183660	18.37	2.55	0.63
BAJA CALIFORNIA	112	113352	9446	3419872	341.99	3.31	0.33
BAJA CALIFORNIA SUR	5	990	83	5554682	555.47	0.02	0.01
CAMPECHE	43	40004	3334	4877975	487.80	0.82	0.09
COAHUILA	47	117136	9761	3624086	362.41	3.23	0.13
COLIMA	58	23792	1983	271964	27.20	8.75	2.14
CHIAPAS	280	494722	41227	4628661	462.87	10.69	0.60
CHIHUAHUA	763	234013	19501	8066654	806.67	2.90	0.95
DISTRITO FEDERAL	1,230	27738	2311	38190	3.82	72.63	322.05
DURANGO	271	293759	24480	6606594	660.66	4.45	0.41
GUANAJUATO	38	16861	1405	918741	91.87	1.84	0.41
GUERRERO	304	160884	13407	4854088	485.41	3.31	0.63
HIDALGO	145	27405	2284	861759	86.18	3.18	1.68
JALISCO	452	173834	14486	4109145	410.91	4.23	1.10
MEXICO	1,880	113508	9459	751923	75.19	15.10	25.00
MICHOACAN	923	105636	8803	3696391	369.64	2.86	2.50
MORELOS	249	9014	751	172135	17.21	5.24	14.47
NAYARIT	77	44521	3710	1959677	195.97	2.27	0.39
NUEVO LEON	44	43323	3610	2032677	203.27	2.13	0.22

OAXACA	230	444352	37029	6634281	663.43	6.70	0.35
PUEBLA	277	59959	4997	1352625	135.26	4.43	2.05
QUERETARO	57	33125	2760	697804	69.78	4.75	0.81
QUINTANA ROO	123	97576	8131	4094815	409.48	2.38	0.30
SAN LUIS POTOSI	87	65364	5447	1775919	177.59	3.68	0.49
SINALOA	98	46309	3859	3282878	328.29	1.41	0.30
SONORA	47	67934	5661	8847311	884.73	0.77	0.05
TABASCO	22	27230	2269	671071	67.11	4.06	0.32
TAMAULIPAS	30	39884	3324	3661792	366.18	1.09	0.08
TLAXCALA	194	20089	1674	43430	4.34	46.26	44.65
VERACRUZ	159	20967	1747	1565880	156.59	1.34	1.02
YUCATAN	33	32290	2691	3213951	321.40	1.00	0.10
ZACATECAS	77	104787	8732	2028882	202.89	5.16	0.38

En la Tabla 3 se muestran los mismos indicadores que en el cuadro anterior pero para el año 1998 exclusivamente. En este año se mantienen como altamente vulnerables los estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal. Los únicos estados que no reportaron incremento de número de incendios para este año con respecto a la media de los 12 años analizados fueron: Aguascalientes, Coahuila, Jalisco, Nayarit y Sonora.

Tabla 3. Superficie forestal afectada. Indicador de Gravedad y Riesgo a incendios para 1998.

Estados	Incendios (Número)	Sup. Afectada (ha)	Sup.Forestal 1993	Sup.Forest / Diez Mil ha	Indicador Gravedad	Indicador Riesgo
AGUASCALIENTES	5	167	183660	18.37	0.09	0.27
BAJA CALIFORNIA	233	5494	3419872	341.99	0.16	0.68
BAJA CALIFORNIA SUR	12	29	5554682	555.47	0.00	0.02
CAMPECHE	76	5253	4877975	487.80	0.11	0.16
COAHUILA	41	14602	3624086	362.41	0.40	0.11
COLIMA	64	1191	271964	27.20	0.44	2.35
CHIAPAS	405	198808	4628661	462.87	4.30	0.87
CHIHUAHUA	921	27502	8066654	806.67	0.34	1.14
DISTRITO FEDERAL	1,932	5735	38190	3.82	15.02	505.89
DURANGO	436	68960	6606594	660.66	1.04	0.66
GUANAJUATO	61	2811	918741	91.87	0.31	0.66
GUERRERO	496	19203	4854088	485.41	0.40	1.02
HIDALGO	420	14557	861759	86.18	1.69	4.87
JALISCO	428	18196	4109145	410.91	0.44	1.04
MEXICO	3,649	25847	751923	75.19	3.44	48.53
MICHOACAN	1,793	25790	3696391	369.64	0.70	4.85
MORELOS	330	2360	172135	17.21	1.37	19.17
NAYARIT	71	2284	1959677	195.97	0.12	0.36
NUEVO LEON	96	28155	2032677	203.27	1.39	0.47
OAXACA	419	241708	6634281	663.43	3.64	0.63

PUEBLA	544	19835	1352625	135.26	1.47	4.02
QUERETARO	96	17524	697804	69.78	2.51	1.38
QUINTANA ROO	234	6209	4094815	409.48	0.15	0.57
SAN LUIS POTOSI	249	27181	1775919	177.59	1.53	1.40
SINALOA	129	8211	3282878	328.29	0.25	0.39
SONORA	26	1667	8847311	884.73	0.02	0.03
TABASCO	67	13938	671071	67.11	2.08	1.00
TAMAULIPAS	91	17826	3661792	366.18	0.49	0.25
TLAXCALA	439	8832	43430	4.34	20.34	101.08
VERACRUZ	539	9690	1565880	156.59	0.62	3.44
YUCATAN	41	5397	3213951	321.40	0.17	0.13
ZACATECAS	102	4670	2028882	202.89	0.23	0.50

En el mapa de la Figura 3 se presenta el Indicador de Gravedad (porcentaje de superficie afectada con respecto a la total de vegetación forestal) y los estratos de vegetación afectados para el período de 1999-2001. En la Figura 4 se presenta el mismo indicador y estratos afectados para el año 1998.

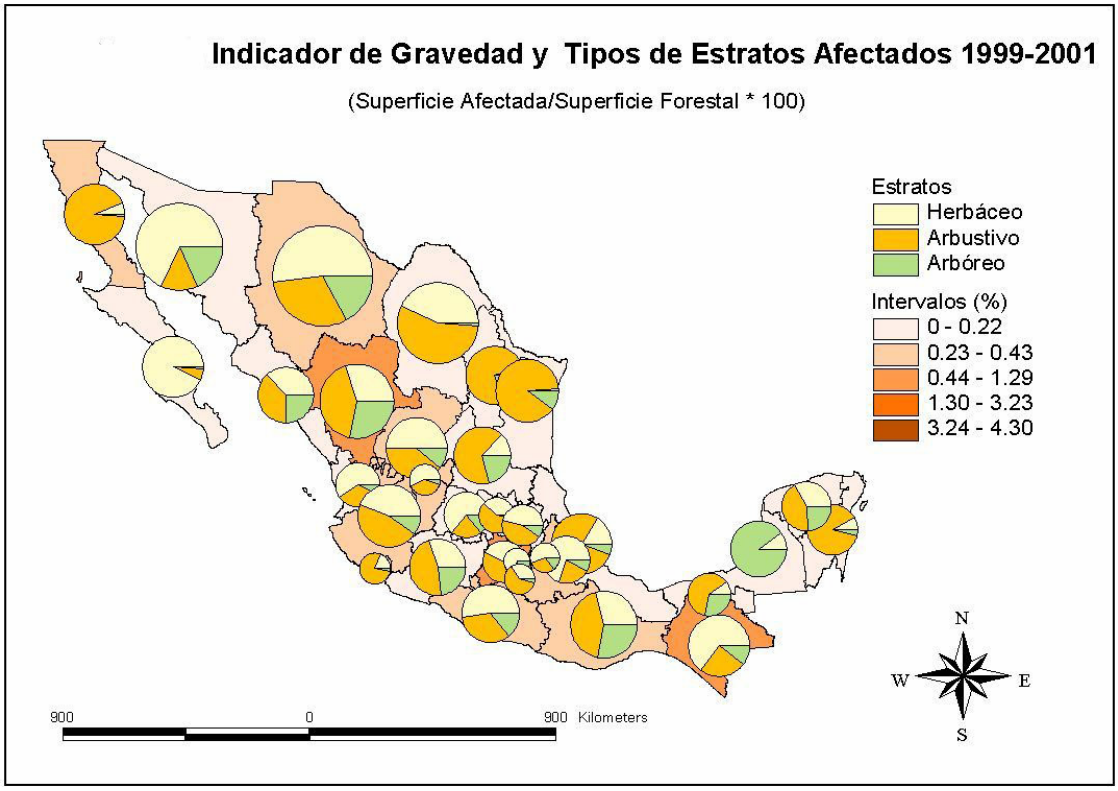

Figura 3. Indicador de Gravedad de los Incendios y estratos más afectados por entidad federativa para el período 1999-2001.

Los más altos porcentajes de superficie afectada en relación a su vegetación natural se presentaron en los estados de Tlaxcala, Distrito Federal, México, Chiapas, pero los estados en donde el estrato arbóreo (incendios de copa) resultó más afectado fueron Durango, Chihuahua, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Campeche

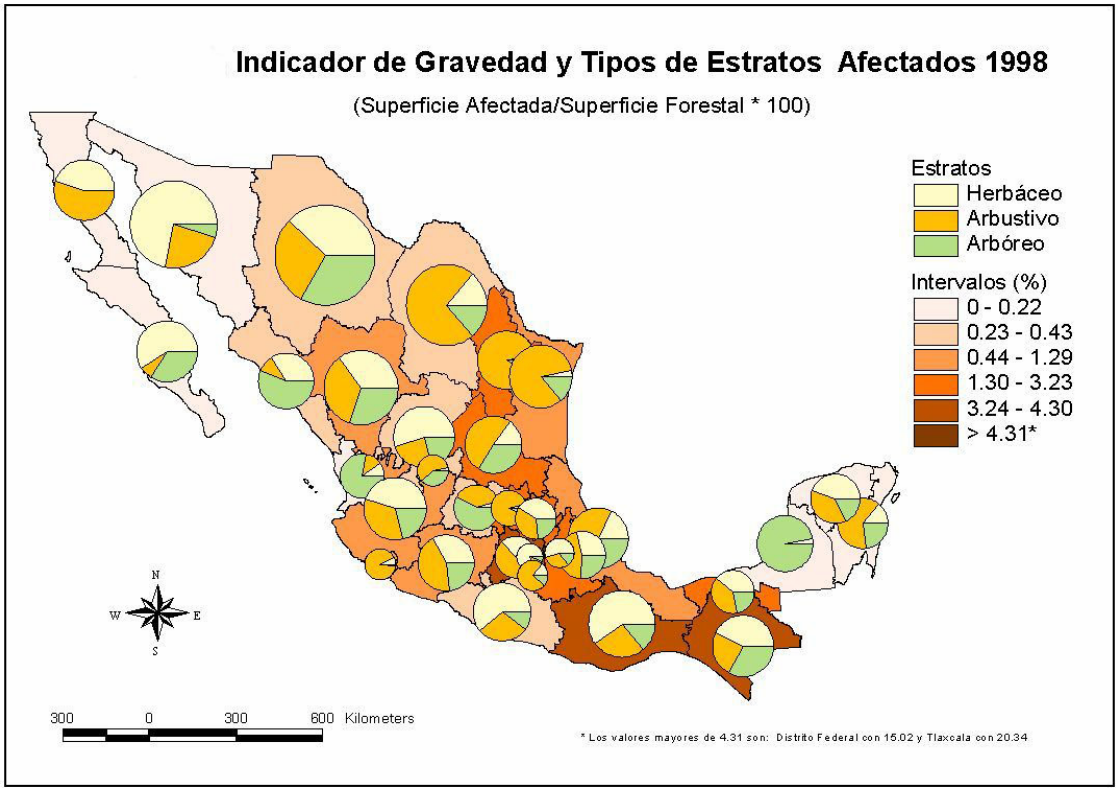

Figura 4. Indicador de Gravedad de Incendios y estratos más afectados por entidad federativa para el año 1998.

En el caso de 1998 (Figura 4) los estados más gravemente afectados fueron Chiapas, Distrito Federal, Tlaxcala, Oaxaca. En este año los incendios más severos, en donde el estrato arbóreo resultó dañado fueron en los estados de Chiapas, Oaxaca, Durango, San Luis Potosí, Chihuahua y Michoacán.

Discusión y Conclusiones

Como se constata con los datos señaladas en el presente trabajo un aspecto importante que incrementa el daño ocasionado por los incendios forestales es la

presencia de eventos como el fenómeno de El Niño, Se señalan entidades federativas con más frecuencia de incendios y los impactos en cuanto a estratos de la vegetación que más se dañan. Ahora bien, independientemente de este fenómeno meteorológico, se señalan estándares de pérdidas forestales por entidad federativa que podrían seguirse perdiendo si no se hacen seguimiento de las superficies que año con año se queman en temporada de estiaje y se proponen algunas acciones para su prevención.

En este sentido se considera indispensable incluir en los Ordenamientos el monitoreo tanto el régimen de incendios, como los resultados de las aproximaciones meteorológicas, como pueden ser ciertas anomalías climáticas y presencia de eventos extremos que podrían desencadenar en incrementos en la severidad y frecuencia de incendios. Los programas de Ordenamiento Estatal y Municipal deben de tener una sección dedicada a estos posibles desastres.

Estados de la República Mexicana de importancia forestales como Durango, Chihuahua, Michoacán entre otros, deben de tener las brigadas necesarias para combatir los incendios. Es deseable promover acciones de aviso ciudadano, así como semáforos de riesgo a incendios en determinadas épocas del año.

Los aspectos jurídicos y normas para el uso del fuego existentes tienen que ser llevadas con todo rigor. En 1997 se creó la NOM-015-SEMARNAP/SAGAR (DOF 1997), que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.

Referencias

CONAFOR. 2005a. *Incendios Forestales Generalidades*, México. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/incendios/index.html#inicio

_____. 2005b. *Estadística Anual de Incendios Forestales* 1970-2004. Coordinación General de Conservación y Restauración Forestal. Gerencia Nacional de Incendios Forestales.

DOF. 1997. *Diario Oficial de la Federación.* Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997, Que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.

INEGI. 1993. *Carta Uso del suelo y vegetación*. Serie II escala 1:250,000.

Martin, M.P., Chuvieco, E. y Aguado, I. 1998. La incidencia de los incendios forestales en España. *Serie Geográfica* Vol. 7 : 23-36 ISSN: 1136-5277.

NOAA-CPC. 2005. *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Climate Prediction Center. Cold and Warm Episodes by Season. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

Trejo, I. y J. Hernández. 2005. *I.9. Vegetación y uso del suelo. Informe técnico del proyecto.* Diagnóstico funcional del territorio nacional. SEDESOL - Instituto de Geografía, UNAM. 100 -109pp

Villers, L., Peña del Valle A. y Arellano, A. 2002. *Recurrencia de los incendios forestales en el volcán La Malinche y la presencia del fenómeno de El Niño 1998*. En: Sánchez-Crispin A. (ed.) México en su unidad y diversidad territorial. Tomo I, 162-175.