

## CAPITULO 6

### MITIGACIÓN DE EFECTOS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN TEMPRANA

#### **Aspectos Generales.**

Aunque los incendios forestales tienen un papel importante en los procesos naturales de los bosques, la actividad humana los hace cada vez más peligrosos en la medida en que ocurra un cambio permanente en el uso de suelo; sin embargo, no todos los incendios en esta temporada son necesariamente malos desde el punto de vista de la conservación a largo plazo de las masas forestales. Ellos son limpiadores del bosque, pues eliminan el excedente de materia orgánica muerta acumulada en el sotobosque, reduciendo el riesgo de nuevos incendios. En el caso de algunos incendios, en donde se consumió el sotobosque sin matar a los árboles grandes, los bosques estarán mejor resguardados para la siguiente sequía o para las tormentas y huracanes que acumulen aún más materia orgánica muerta. En varias áreas incendiadas es notoria la regeneración del bosque con las primeras lluvias, aunque los incendios tienen un claro impacto negativo inmediato en la biodiversidad. En el sureste de Nuevo León se reportó la afectación por asfixia de aves y mamíferos, sobre todo arborícolas; además, junto con el humo forzaron el desplazamiento de la fauna de las áreas de bosque o selva a terrenos ocupados por el hombre, lo que incrementó la cacería y facilitó la captura de varias especies que son introducidas al mercado ilegal (Semarnap, 1998).

Adicionalmente, los incendios forestales ocasionan mayor fragmentación del hábitat, sobre todo en donde hay pérdida total o semitotal de la masa forestal, lo que pone en duda la capacidad de restauración natural de la vegetación por el uso del fuego en las

actividades agropecuarias (quemadas agrícolas), generando condiciones propicias para el cambio anárquico de uso del suelo. La degradación de los suelos es un proceso que generalmente inicia con la pérdida de la cubierta vegetal y la deforestación se acentúa en la medida en que se desarrollan actividades productivas que no contemplan un adecuado manejo de este importante recurso natural. El suelo es base fundamental de los procesos que permiten el funcionamiento de los ecosistemas; por ello, su conservación y restauración es una condicionante necesaria para la preservación de la riqueza biológica de cualquier región.

### **6.1 Análisis y Discusión de Resultados.**

La mejor manera de prevenir los incendios forestales es a través de un programa de prevención, que incluya una apropiada difusión entre la población de las zonas prioritarias donde se presentan. De ahí la importancia que reviste la detección temprana de incendios forestales ya que con esta nueva tecnología satelital se realiza la identificación y seguimiento de focos activos y tras su combate y extinción del incendio, este método puede emplearse para evaluar las superficies afectadas y hacer un seguimiento de la recuperación de la vegetación. Aquí se presentan los resultados obtenidos durante la temporada 1999 y 2000 en la detección de incendios forestales en el Estado de Nuevo León, utilizando el método multiespectral descrito en el capítulo 3.

Este trabajo da la pauta para establecer las bondades que tiene un sistema de detección en tiempo real, con los eventos detectados y procesados en el capítulo 5, a partir de la base de datos a escala nacional que se tiene en el CUICA y de la que se ha hecho un recorte para el Estado de Nuevo León; nos hemos dado cuenta de que podemos identificar las condiciones que prevalecen en áreas prioritarias que por sus características fisiográficas y climáticas son altamente vulnerables a la generación y propagación de incendios. Asimismo la zona crítica con los municipios prioritarios y la ubicación de focos calientes en el periodo de análisis se pueden observar en la siguiente figura 6.1.

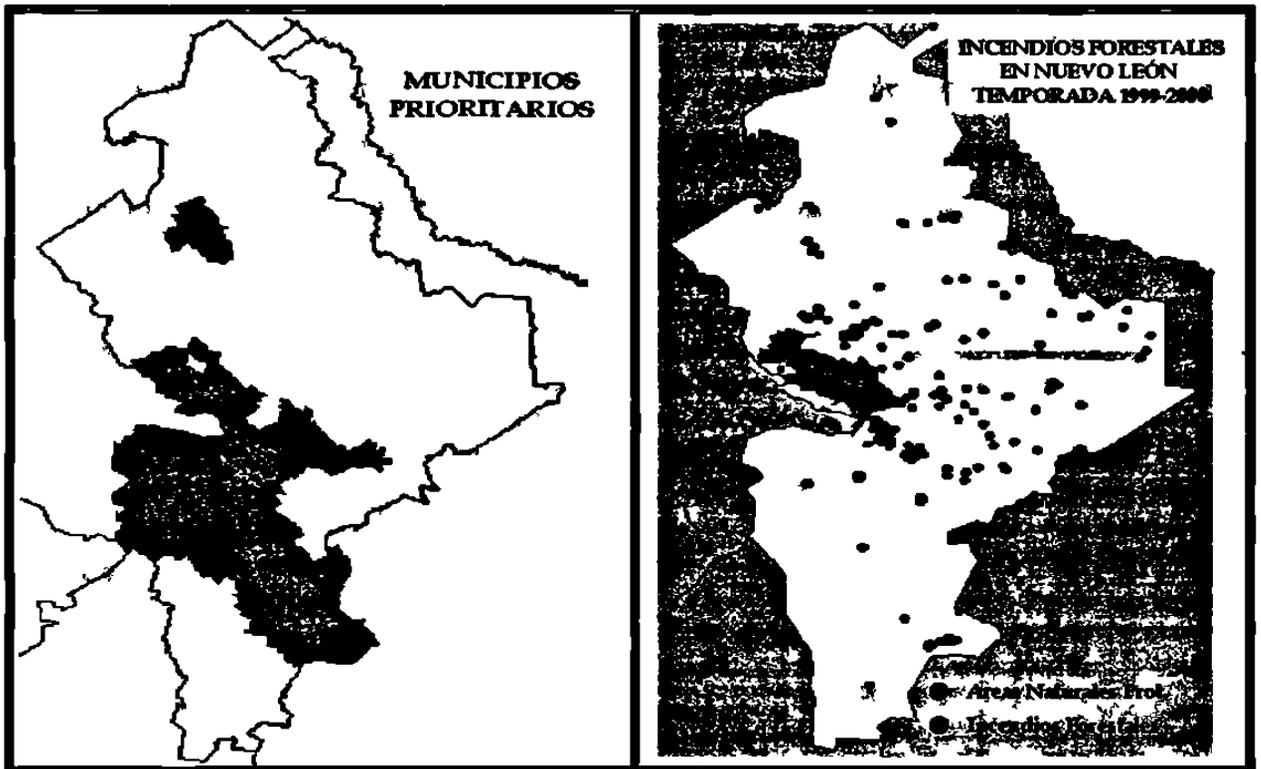


Figura 6.1 Zona crítica de generación y propagación de incendios forestales en el Estado de Nuevo León.

Fuente: Modificado con Arc-View (Guzmán, 2001)

La realización del presente trabajo, y la experiencia de casi tres años de detección de focos activos, permite asegurar que el mejor uso de este servicio satelital se ha logrado al identificar incendios forestales en lugares aislados y de difícil acceso, cuyos siniestros, de no haberse detectado oportunamente, hubieran tomado proporciones enormes. El ejemplo más demostrativo fue el incendio ocurrido en La Trinidad- El Colmillo, municipio de Montemorelos, Nuevo León el cual reportamos desde su inicio de manera insidiosa el 15 de abril de 1999 con seis píxeles, para el día 23 (Figura 6.2) había crecido a 20 píxeles (el píxel es proporcional al área del incendio), el 4, 5 y 6 de mayo detectamos 25, 26, 18 píxeles. El último registro ocurrió el día 12 de mayo, con un solo píxel.

Este incendio afectó una superficie de 800 ha de pino, encino y matorral. Para controlar el incendio trabajaron 301 elementos, 31 vehículos y se realizaron 62 vuelos de combate, los cuales descargaron 69,000 litros de agua y otras sustancias (Protección Civil de Nuevo León; 10 de mayo, 1999). En la Figura 6.3 se muestra la evolución de este gran incendio, en función de los focos activos detectados, el análisis de la evolución del incendio a través de los focos calientes muestra variaciones substanciales; tanto en su extensión

como en su intensidad. Sentimos que esto es función tanto de los vientos de escala sinóptica, como de los generados (por turbulencia) dentro del área de máxima emisión de calor y también por el combate sostenido tanto por aire como por tierra. Indudablemente que esta información requiere de análisis más detallados, pero esto es motivo de otras investigaciones sobre la dinámica del fuego.

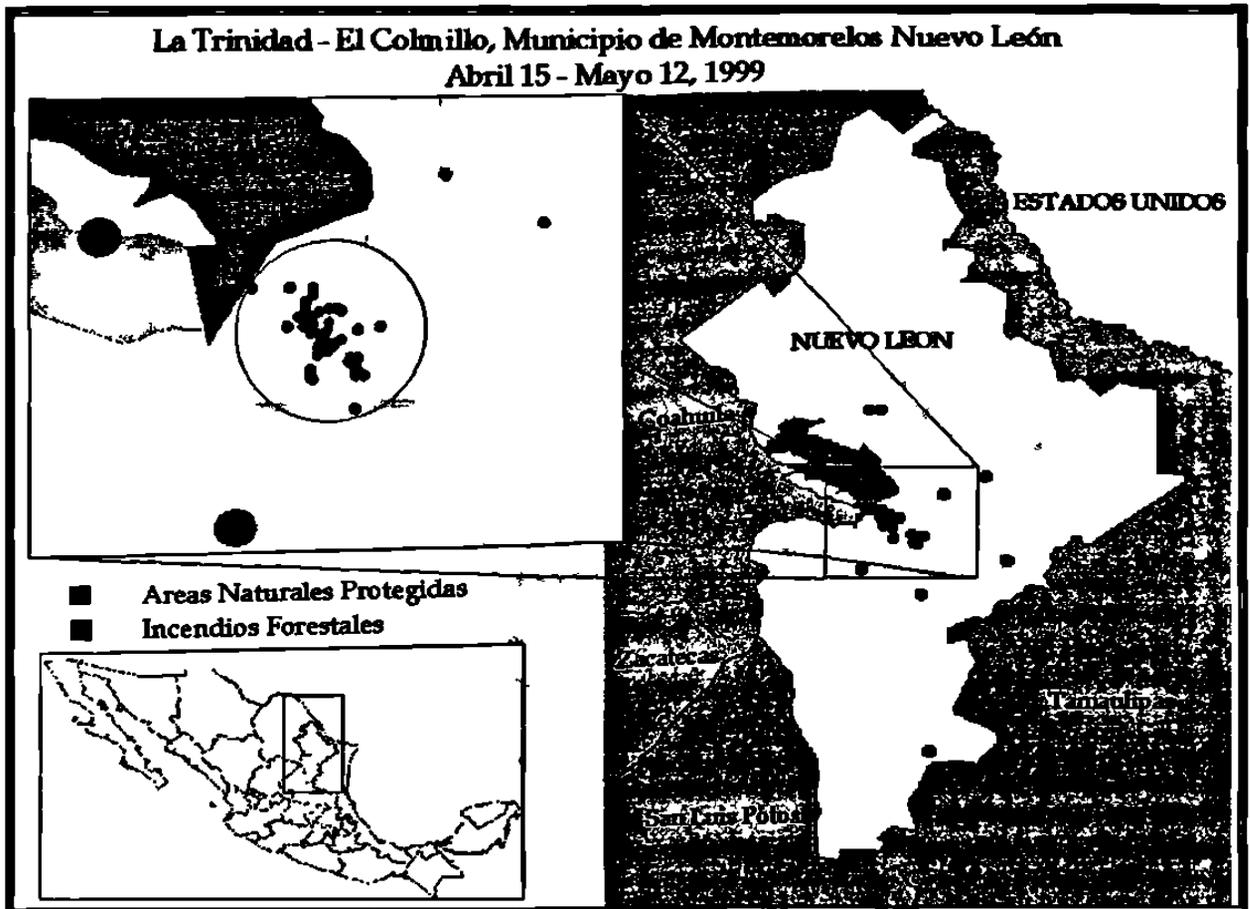


Figura 6.2. Incendio Forestal detectado en tiempo real con datos AVHRR en La Trinidad-El Colmillo, Montemorelos, N.L.

La gran ventaja de este método consiste en que se puede obtener información de los lugares más inaccesibles; la cobertura del satélite (aproximadamente 3000km) es tal que se tienen seis imágenes en tiempo real en las cuales se le puede dar seguimiento a un incendio desde su generación hasta su extinción y así evaluar las condiciones para una posible regeneración del evento.

Quizás al inicio se tuvieron fallas en el conteo de píxeles e incluso el estimar que dos o más píxeles separados geográficamente por unos cuantos minutos o segundos fuesen

dos incendios diferentes. Sin embargo, el método se ha ido perfeccionando de tal manera que hoy se puede establecer una clasificación de incendios forestales y discernir aquellos que sean quemas agrícolas y con ello evitar la movilización de brigadas de combate a zonas donde no sean requeridas. Otro detalle que vale la pena mencionar es que en el sistema de detección temprana hemos empleado, como ya se comentó con anterioridad, sólo las imágenes de la madrugada y puesta del sol, por lo que todos aquellos siniestros que se presenten después del pase de la madrugada y el vespertino y a su vez sean combatidos y extinguidos el método empleado no los detectará, tal y como sucedió con un evento registrado en el Estado de México, donde personal de protección civil detectó y extinguió un incendio entre las 9:00 y 14 horas. Esto viene a fortalecer la discrepancia de cifras entre lo que la autoridad correspondiente señala y lo que nosotros reportamos.

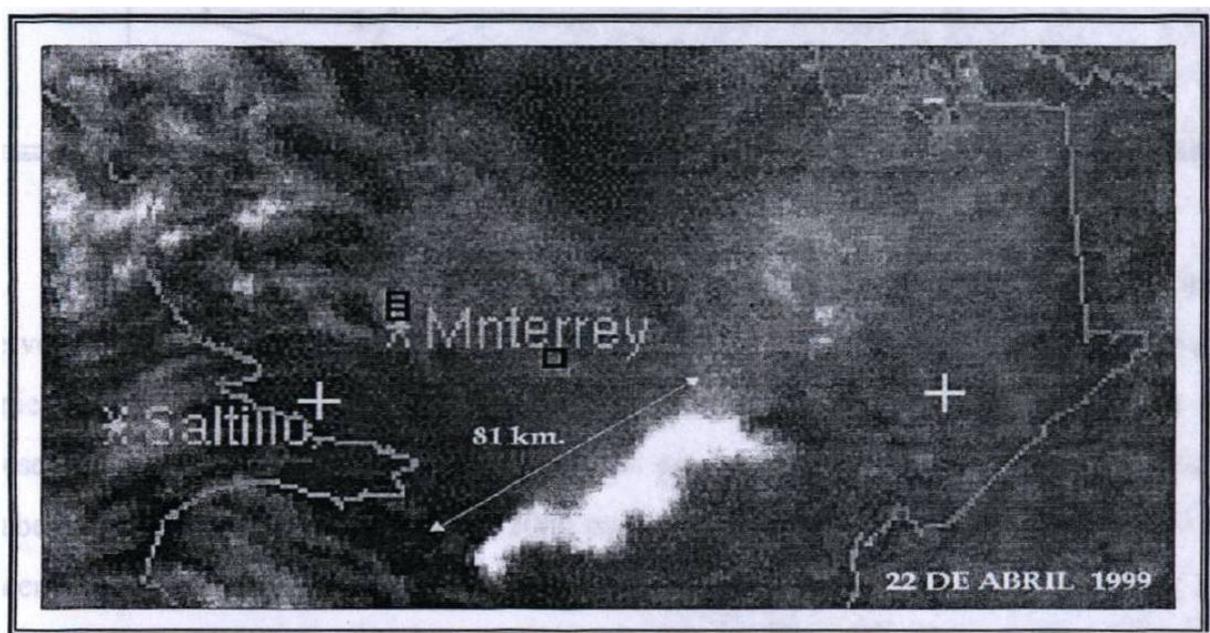


Figura 6.3. Imagen del Satélite NOAA-AVHRR, en La Trinidad- El Colmillo, Montemorelos, N.L., 22 de Abril de 1999 15:02 hr. (local)

Con el fin de visualizar la distribución estatal de los incendios ocurridos en los dos años de estudio, se han preparado las siguientes figuras donde se muestran el total de focos calientes, para los tres grupos áreas naturales protegidas (ANP), bosques fragmentados (BF) y quemas agrícolas (QA) en el periodo crítico de los meses de marzo, abril y mayo del periodo analizado. En el periodo analizado se puede observar que la mayor parte de los siniestros corresponden a BF. Aunque debe hacerse notar que dichos eventos detectados, muchos de ellos corresponden a quemas agrícolas.

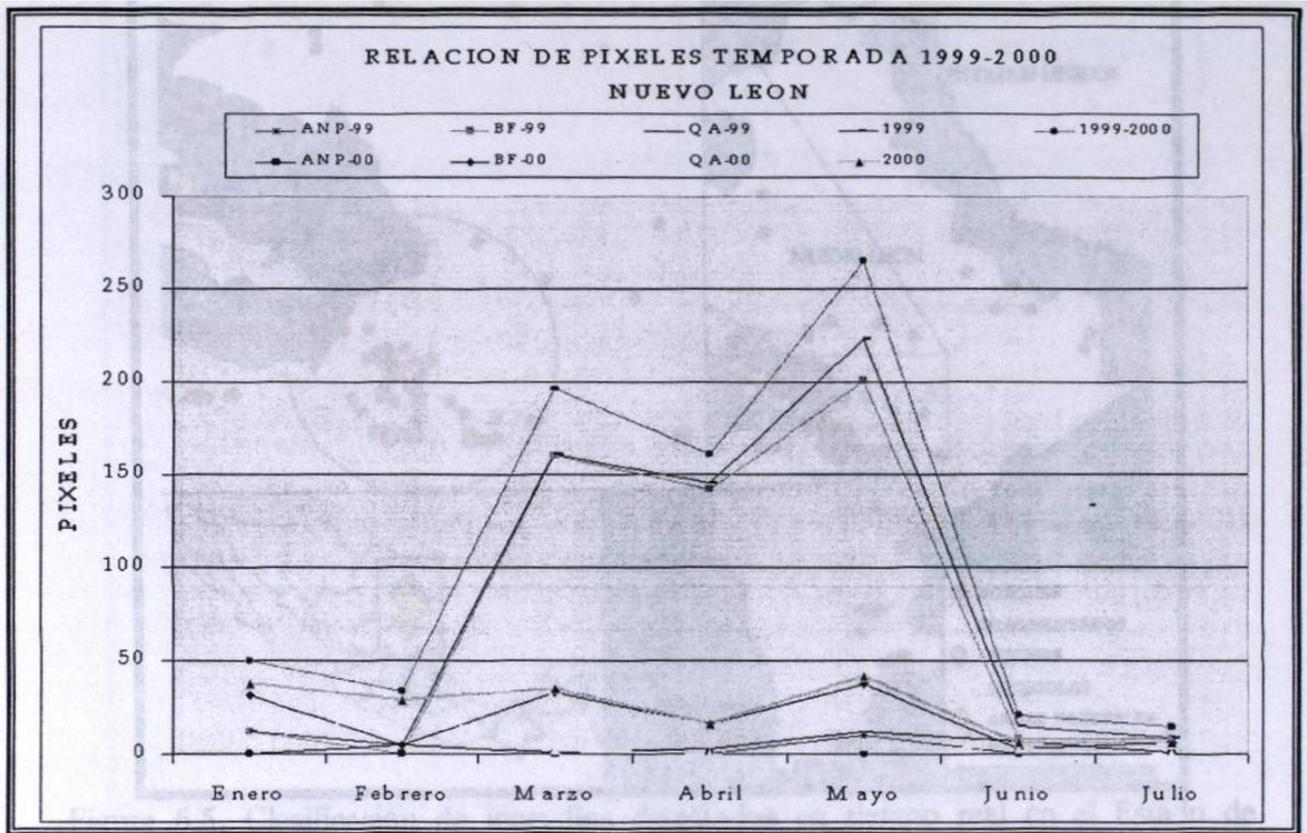


Figura 6.4 Relación de puntos de calor en Nuevo León Temporada 1999-2000

En la medida en que se cuenta con una mejor cartografía digitalizada con los tipos de vegetación del nuevo inventario nacional forestal, será mucho mejor la clasificación del siniestro. Así, de acuerdo con las figuras 5.18 y 5.19 nos podemos dar cuenta de que los meses de marzo, abril y mayo fueron donde se presentaron el mayor número de eventos; Cabe hacer mención que en enero de 2000 también se tuvo un repunte. La clasificación de incendios, entre otros aspectos, obedece a la especial atención que se ha puesto a los siniestros ocurridos en las áreas naturales protegidas (ANP) y aquellos incendios ocurridos en bosques fragmentados o discontinuos (BF), fuera de las ANP y el resto en quemas agrícolas (QA). La figura 6.4 se presenta la distribución global de píxeles con la clasificación hecha para cada mes durante el periodo de análisis. Asimismo se presentan en las figuras 6.5 y 6.6, la clasificación de los incendios detectados en el periodo más crítico durante el año 1999 y 2000; de igual forma, se presenta en la figura 6.7 la clasificación de incendios durante la temporada 1999-2000 en el periodo más crítico (marzo, abril y mayo).

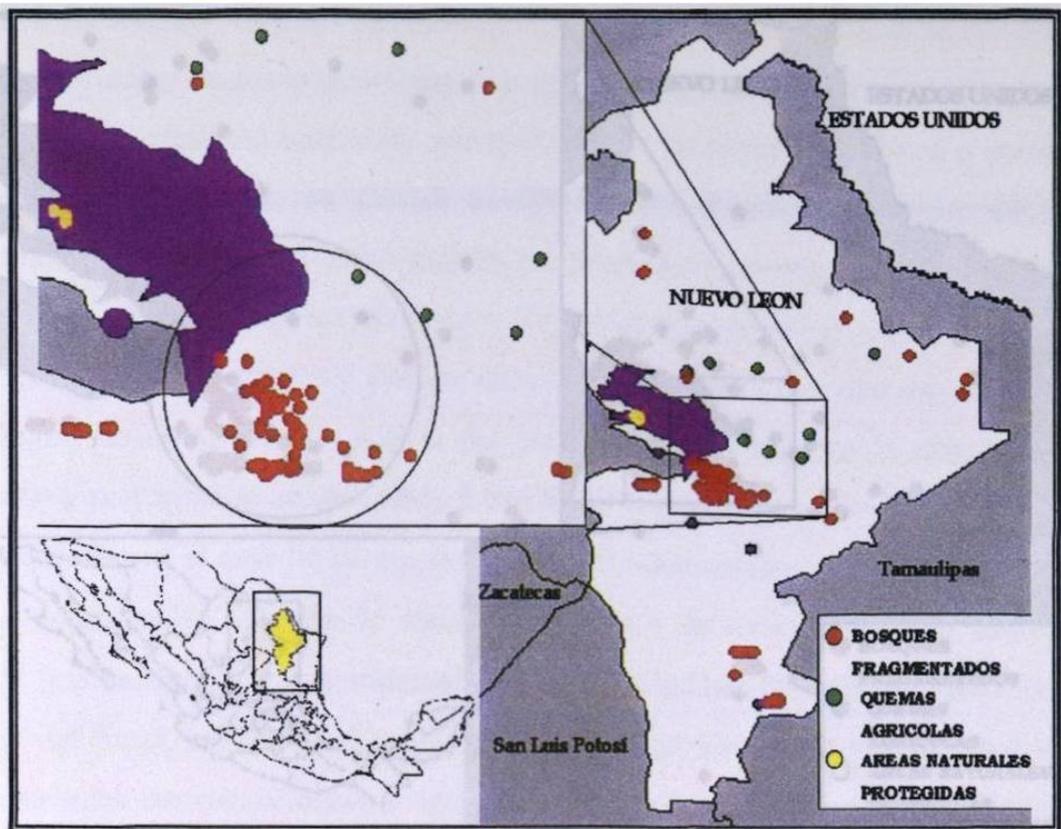


Figura 6.5. Clasificación de incendios detectados en tiempo real en el Estado de Nuevo León, durante el periodo más crítico de marzo-abril-mayo de 1999.

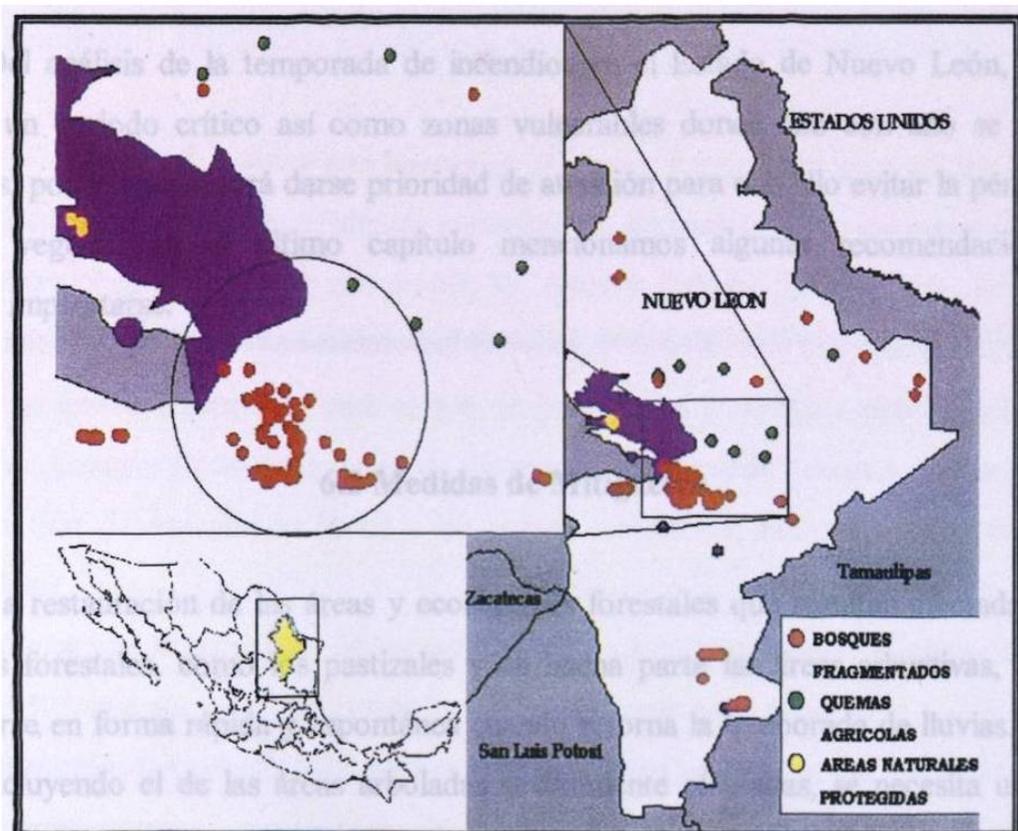
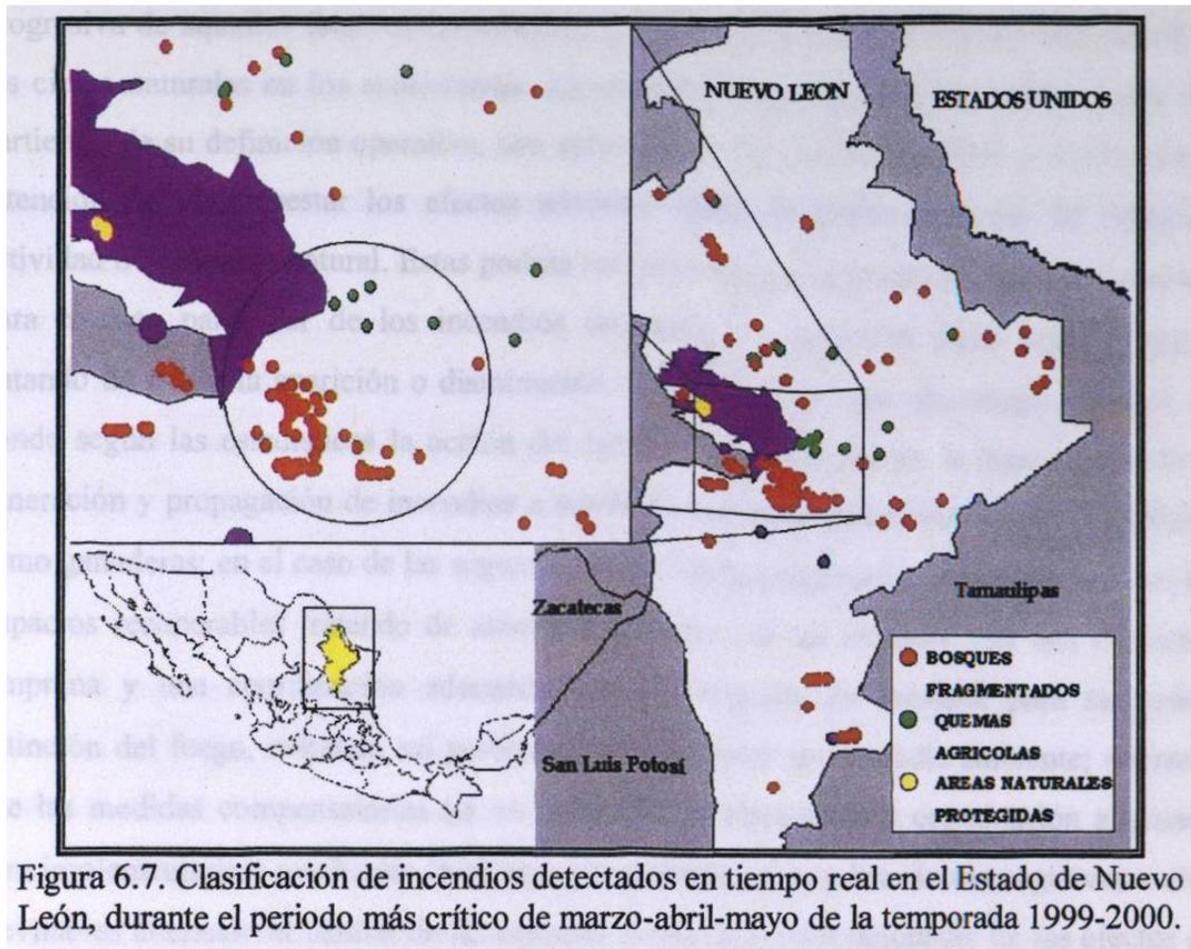


Figura 6.6. Clasificación de incendios detectados en tiempo real en el Estado de Nuevo León, durante el periodo más crítico de marzo-abril-mayo de 2000.



Del análisis de la temporada de incendios en el Estado de Nuevo León, podemos rescatar un periodo crítico así como zonas vulnerables donde año con año se presentan incendios, por lo que deberá darse prioridad de atención para con ello evitar la pérdida de la cubierta vegetal, en el último capítulo mencionamos algunas recomendaciones que pudieran implantarse.

## 6.2 Medidas de Mitigación

La restauración de las áreas y ecosistemas forestales que resultan afectadas por los incendios forestales, como los pastizales y en buena parte las áreas arbustivas, tienden a recuperarse en forma rápida y espontánea cuando retorna la temporada de lluvias. En otros casos, incluyendo el de las áreas arboladas severamente afectadas, se necesita una acción remedial humana para permitir la regeneración natural e incluso acelerarla. Con estas acciones se contribuye a la recuperación de la cubierta vegetal y a la reconstrucción

progresiva de aquellos factores estructurales y funcionales que permiten la continuidad de los ciclos naturales en los ecosistemas. Las medidas de mitigación son instrumentos que partiendo de su definición operativa, son aplicaciones de cualquier política o acción con la intención de contrarrestar los efectos adversos sobre el medio ambiente de cualquier actividad o fenómeno natural. Estas podrán ser *protectoras, correctoras o compensatorias*. Para el caso particular de los incendios forestales, las primeras deben implementarse tratando de evitar la aparición o disminución de las variables que dan origen al fuego, en donde según las estadísticas la acción del hombre está presente en la mayor parte de la generación y propagación de incendios a través de sus diversas actividades tanto agrícolas como ganaderas; en el caso de las segundas, éstas fundamentalmente tienen que ver con los impactos recuperables tratando de atenuar los efectos de un incendio con una detección temprana y una coordinación adecuada con las brigadas de combate para su pronta extinción del fuego, evitando así problemas subsecuentes en el medio ambiente; mientras que las medidas compensatorias (si no se tiene una planeación y organización adecuada para implementarlas) resultarían tardías o contraproducentes y los efectos negativos serían inevitables alterando el hábitat de las especies como un primer detonador de los efectos en el medio ambiente.

Los incendios forestales son apenas un factor de los muchos que pueden amenazar la estabilidad y salud de los ecosistemas naturales que aún nos quedan, sin embargo podrían desencadenar otros más, tales como: plagas, cacería fortuita, introducción de especies exóticas, contaminación y crecimiento poblacional, las cuales son amenazas a los sistemas naturales en donde se requiere una acción de prevención y combate oportuno (ver tabla 6.1). El desplazamiento de especies se da después de un incendio, éstos a su vez provocan la introducción de especies exóticas a un nuevo ecosistema, las cuales sólo tienen tres posibilidades:

1. *Adaptación*: la población de los sobrevivientes se adapta gradualmente a las nuevas condiciones por selección natural y quizá aparezcan otras especies.
2. *Migración*: las poblaciones sobrevivientes podrán emigrar y encontrar un área con las condiciones adecuadas o similares a las de origen.
3. *Extinción*: si fallan las dos posibilidades anteriores, la extinción es inevitable.

Sin embargo, los bajos incentivos para proteger los bosques y selvas aunado a los altos incentivos para convertirlos a otros usos, son el principal factor a vencer para reducir la incidencia de transformaciones radicales, como las ocasionadas por los incendios. Mientras los pobladores las vean económicamente como una carga y no como una oportunidad para mejorar su nivel de vida y no se diseñen mecanismos que traduzcan el valor social y ecológico de estas áreas, en actividades y ocupaciones económicamente viables para las comunidades rurales que habitan en zonas ecológicamente frágiles, las tareas de prevención no sólo de incendios, sino de la gran diversidad de amenazas que pesan sobre nuestro invaluable patrimonio natural, seguirán quedando para una lejana ocasión.

El crecimiento económico del Estado de Nuevo León ha causado efectos adversos sobre los recursos naturales y el ambiente. La falta de planeación de las actividades económicas y el crecimiento demográfico ha ocasionado que algunos recursos hayan sido sobreexplotados, otros más contaminados, degradados o puestos en riesgo de extinción. Aunque en Nuevo León no existen estudios que indiquen la aportación de contaminantes provenientes de los incendios forestales, en otros lugares del país como en la Ciudad de México se han detectado partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) provenientes de quemas agrícolas e incendios forestales, las cuales pudieran llegar a generar problemas en los alvéolos pulmonares. Para la conservación del medio ambiente, los esfuerzos realizados a través de diversos programas y organismos han resultado ser insuficientes y carentes de infraestructura. Se requiere diseñar programas que generen incentivos en los sectores económicos para el mejoramiento ambiental, así como estrategias de prevención en donde las primeras acciones a realizar sean la concientización, la comunicación y la información al público. Implantar un programa de prevención, combate y control de incendios forestales, así como la regeneración de zonas dañadas que contemple mecanismos para coordinar organismos estatales y federales, organizaciones civiles, instituciones públicas y privadas y a la ciudadanía en general tanto en trabajo de prevención como en situaciones de emergencias, no es sólo deseable sino imperativo.

**Tabla 6.1 Problemas que ocasionan los Incendios Forestales****1. Daños ambientales**

- Destrucción de flora y fauna y de su hábitat.
- Empobrecimiento y erosión de los suelos.
- Destrucción de los ciclos del agua y oxígeno.
- Pérdida de agua para el cultivo y la comunidad.
- Contaminación ambiental y destrucción de la belleza del paisaje.
- Destrucción de los ecosistemas.
- Recalentamiento de la atmósfera (cambio climático).

**2. Daños económicos**

- Posibilidad de muerte de animales domésticos e incluso de seres humanos.
- Destrucción de viviendas, maquinarias, infraestructura y equipos.
- Destrucción de cultivos agrícolas.
- Pérdida de la materia prima para la industria maderera, pulpa y papel.
- Daños sociales
- Destrucción de belleza escénica.
- Pérdida de áreas de recreación al aire libre.
- Inseguridad y riesgo para la población.
- Pérdida de la calidad de vida de la población.
- Desempleo.

**3. Daños culturales**

- Destrucción del hábitat natural.
- Pérdida de referencias culturales.
- Emigración de la población.
- Extinción cultural.

El uso de tecnología satelital es pues, una alternativa viable en la detección temprana de incendios forestales; hoy en día mediante los sistemas de comunicación se pueden llevar a cabo conversaciones y transferencia de datos en tiempo real con el uso de Internet (correo electrónico). De ahí la importancia del uso de este tipo de tecnología con la cual podemos llegar al lugar más inaccesible, detectar las condiciones desfavorables y con ello poner en marcha un programa de alerta temprana. Además, se puede llevar a cabo un monitoreo de aquellas áreas potencialmente agrícolas y pecuarias, dando seguimiento a las actividades de esa región en particular, para evitar que las quemas agrícolas salgan de control y puedan propagarse y generen quemas de pastizales o incendios forestales. Asimismo es posible realizar una mejor planeación de los sistemas de prevención, detección y combate de incendios forestales.

Sólo falta establecer convenios de colaboración para una pronta respuesta ante un evento entre los que estamos dedicados a la detección de incendios forestales a través de

imágenes de satélite y las autoridades, brigadas de combate y control de incendios, para abatir con ello los tiempos de respuesta y combate de dichos siniestros ya que en la actualidad la infraestructura de detección, combate y control de incendios, resulta insuficiente para la época definida como de mayor incidencia de incendios forestales plenamente identificada como los meses de marzo, abril y mayo de cada año. Conocer oportuna y lo más objetivamente posible los datos cuantitativos y cualitativos de un incendio permitirá diseñar su combate y control directo y elaborar planes estratégicos a largo plazo a niveles regionales.

## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES

En todo el país anualmente se presentan incendios forestales de diversas magnitudes, los cuales tienen lugar principalmente durante la estación seca del año, entre noviembre y mayo. En el Estado de Nuevo León la época más crítica se halla comprendida en los meses de marzo, abril y mayo. La ocurrencia temporal y espacial de este tipo de eventos es muy variable y es función de las condiciones físicas locales y regionales, de las presiones demográficas y de las formas de uso o manejo de los recursos naturales. Las condiciones climáticas de áreas prioritarias, aunadas a las meteorológicas atribuidas al fenómeno de "El Niño", las cuales se acentuaron durante la estación seca del ciclo 1997-1998 y, en particular, durante los primeros meses de cada año, han propiciado la ocurrencia de incendios forestales y causado severos daños en varias regiones de nuestro país.

Durante 1998, año en que los incendios forestales afectaron más de 190 mil hectáreas arboladas (Semarnap, 1999), la tarea de restaurar áreas afectadas adquirió una nueva dimensión acorde con la magnitud del problema. Por primera vez en el país se recurrió al instrumento jurídico de la declaratoria de "zona de restauración ecológica", contemplado en la LGEEPA, Art. 78 bis. La entonces Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), expidió un Acuerdo mediante el cual se establecieron los lineamientos a los que debería sujetarse el Programa de Restauración Ecológica, denominado "Campaña para evitar el cambio de uso de suelo por los incendios forestales 1998" (DOF, 22 de Junio 1998). En este acuerdo se señalaba que en los programas de restauración de cada entidad federativa habrían de distinguirse aquellas áreas

que representaran un interés ambiental prioritario, para efectos de que la Secretaría (SEMARNAP) promoviera ante el ejecutivo federal la expedición de las declaratorias correspondientes.

Los incendios causan degradación y deforestación de áreas forestales, afectando paulatinamente su capacidad de producción de servicios ambientales. La recuperación es complicada y requiere de grandes inversiones. Los incendios forestales tienen su origen principalmente en actividades humanas (97%) y aumentan su frecuencia y magnitud debido a las condiciones climatológicas de sequía y períodos largos de temperaturas elevadas. Se estima que el 51% de los incendios se originaron por causa de las actividades agropecuarias, tales como las quemas de pastizales y la práctica de la roza-tumba y quema. Los incendios contribuyen de manera negativa al medio ambiente por: la deforestación, la erosión, la pérdida de la biodiversidad, la generación de CO<sub>2</sub> y la disminución de la capacidad de producción de agua y de su calidad. Asimismo, afectan: el paisaje, las posibilidades de recreación y el ecoturismo y dañan el hábitat de la fauna silvestre. Socialmente, los incendios forestales afectan la calidad de vida de la población, ponen en riesgo sus propiedades, su empleo y en ocasiones hasta sus vidas.

La presencia de los fuegos sin control también es una dramática expresión de la urgente necesidad de tener mayor control y conducción de los procesos de producción encaminados al aprovechamiento adecuado de los recursos naturales por parte de la sociedad. La situación general del sector rural caracterizado por una fuerte crisis que no se ha logrado superar, constituye un factor estructural que se encuentra en la base de la fragilidad de la sociedad rural para evitar los procesos de destrucción generalizados y en particular los incendios forestales, dando como resultado:

- La insuficiente o inadecuada valoración de los servicios ambientales del sector forestal, en detrimento de las expectativas de ingreso de sus poseedores;
- Un estilo de desarrollo que tiende a estimular el sobreuso de los recursos naturales;
- La instrumentación de proyectos productivos de corto plazo, en lugar de su aprovechamiento sustentable, en particular el forestal;
- La insuficiente definición de los derechos de propiedad sobre este recurso;

- Las prácticas productivas que incluyen la quema descuidada de vegetación, y el propio entorno socioeconómico del medio rural, caracterizado por una pobreza que es extrema, en la mayoría de las zonas indígenas;

En general, los incendios forestales provocan serios deterioros a los ecosistemas forestales. La tecnología existe y podemos decir que somos privilegiados al contar con una estación terrena receptora de imágenes de satélites meteorológicos de la NOAA. Así, los datos del radiómetro AVHRR y el uso del método multispectral ha permitido la detección oportuna de incendios forestales en tiempo real. No debemos dejar pasar por desapercibida esta nueva tecnología, sobre todo si se sabe que las expectativas de rescatar con trabajo, las áreas afectadas por un incendio forestal son de 40 a 60 años, pero hasta 10 veces más si no hay un plan de manejo y la voluntad y trabajo para realizarlo como se indica enseguida:

- a) 400-600 años: una recuperación dejando actuar solas a las fuerzas naturales. El intervalo depende de la magnitud de los daños y de las condiciones climatológicas.
- b) 40-60 años: mediante reforestación y manejo especializado de la zona

### **La Recuperación Ecológica.**

Volver a tener un bosque o un matorral es la meta después de ocurrido un incendio forestal y eso puede tardar cientos de años si no se diseña y ejecuta un programa adecuado que conste de varias etapas, tales como:

- a) *Protección al suelo*: haciendo bordos con piedras, tierra o troncos para evitar que las lluvias o los vientos arrastren la capa del suelo que tardaría muchos años en recuperarse. No se recomienda talar los árboles muertos.
- b) *Revegetación*: aparecen las plantas herbáceas inmediatamente después de las primeras lluvias. Esta etapa naturalmente puede durar hasta 20 años, pero con ayuda podría concretarse en uno o dos años.
- c) *Reforestación*: este proceso se puede acelerar con la utilización de plantas de 30cm de alto de las mismas especies, protegiéndolas del ganado y del hombre mediante cercas.

- d) *Manejo*: la última etapa es un plan que incluya el control de plagas, la reposición, poda o tala de los árboles enfermos y la implementación de vigilancia continua para conservarlo.

Sin embargo, así como los incendios forestales traen consigo daños al medio ambiente, también aportan beneficios importantes como: favorecen la emisión de semillas, controlan ciertas plagas, contribuyen a la renovación del pastizal, abaten el material combustible reduciendo riesgos de incendios mayores permitiendo así la infiltración y recarga de mantos acuíferos, mejoran la disponibilidad de nutrientes favoreciendo la regeneración de ciertas especies y propician la reproducción de algunas otras especies. Asimismo, los problemas de gestión ambiental que amenazan a los recursos naturales y a la biodiversidad se deben principalmente a que no se ha considerado el rubro ambiental en las políticas de desarrollo del país. Se han desarrollado políticas de corto alcance para solucionar problemas políticos o socioeconómicos (deuda nacional, inestabilidad económica, salud, reforma agraria, tenencia de la tierra, entre otros), con graves consecuencias para la conservación de las especies, pues sus efectos son de amplio espectro y afectan poblaciones de muchas especies de manera simultánea.

La falta de integración de las políticas de los distintos sectores productivos del país ha tenido costos sociales elevados y ha creado una imagen distorsionada de la autoridad ambiental y de las políticas en este campo, restando credibilidad a las acciones del gobierno en este ámbito. En la figura 7.1 se puede observar la distribución de incendios en la temporada 1999-2000, de la cual se deduce la necesidad de colocar torres de observación al menos en las zonas más vulnerables.

Con el desarrollo de este trabajo, hemos comprendido que se requiere de medidas de mitigación más viables para disminuir el porcentaje de generación de incendios por causas atribuibles al hombre. De igual forma, para que un sistema de detección temprana de incendios forestales tenga éxito se requiere de una buena coordinación entre las etapas de *detección y combate*, para lo cual se propone lo siguiente:

- Establecer brigadas permanentes de detección tanto en torres de observación como en las estaciones de recepción de imágenes de satélite para la época más crítica durante marzo-abril-mayo de cada año.
- Aumentar el número de torres de observación y brigadas de combate en las zonas declaradas como prioritarias y de gran valor ambiental.
- Comunicación efectiva entre las brigadas de detección y combate, así como una retroalimentación de las zonas afectadas, desde la ubicación del incendio, etc.
- Establecer un programa de seguimiento de incendios para evitar la reactivación del fuego, controlar la afectación de flora y fauna y proceder a la determinación de daños económicos a fin de regenerar la zona siniestrada.

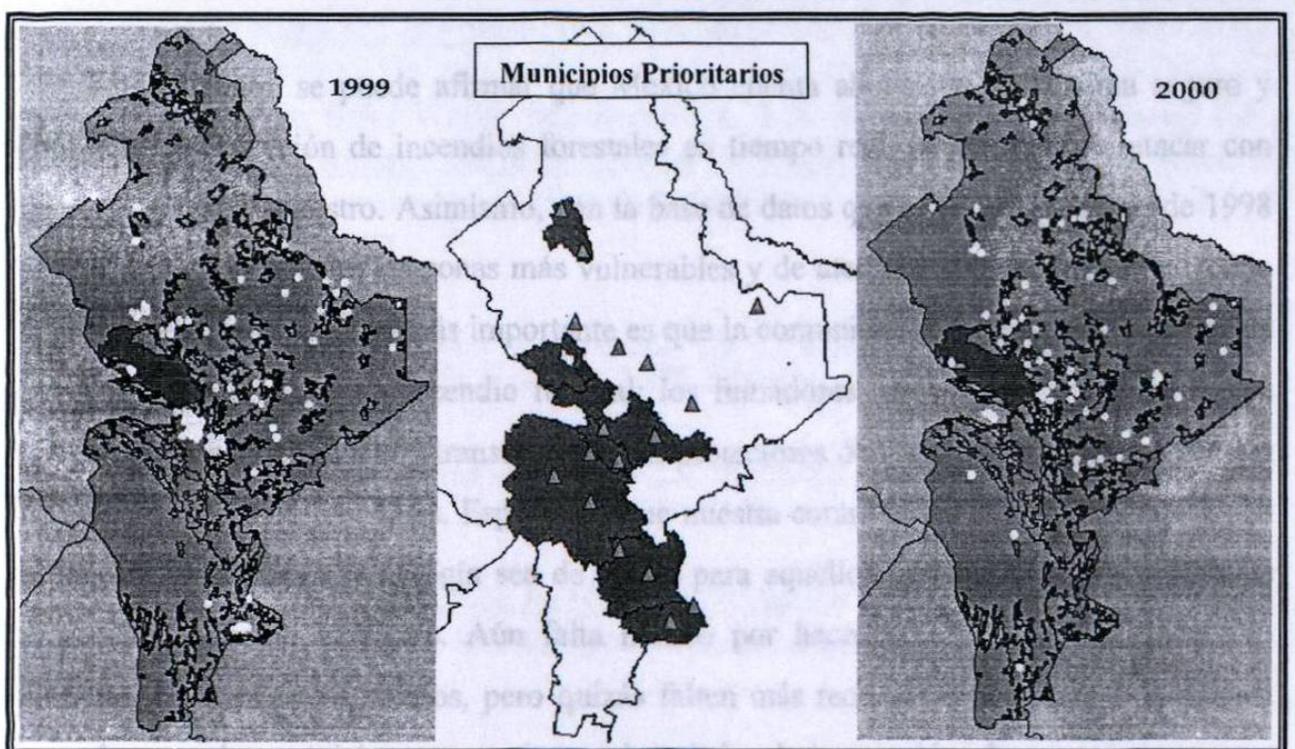


Figura 7.1. Resumen de la temporada 1999-2000 y propuesta de torres de observación (triángulos) y brigadas de combate en Nuevo León

Por tanto, para establecer un programa de control de incendios forestales este debe considerar cuatro puntos primordiales que son:

- a) **Prevención:** agrupa todas aquellas actividades tendientes a evitar que se produzcan incendios forestales y, si éstos ocurren, lograr un daño mínimo al medio ambiente. La educación es un pilar básico de la prevención así como las campañas por radio y televisión. Es posible considerar esta primera actividad como pasiva.

- b) *Detección*: comprende las actividades tendientes a localizar de la forma más rápida el origen de un incendio forestal, ya sea a través de torres de observación o como la propuesta de este trabajo que consiste en el uso de imágenes de satélite.
- c) *Combate*: esta etapa comprende las acciones que se ejecutan sobre el fuego, con las técnicas y métodos más adecuados según la vegetación afectada y la topografía del lugar. Para esta labor será necesario contar con brigadas de prevención y control de incendios forestales bien equipados y capacitados, ya que esta etapa es la de mayor riesgo y peligro para los grupos de trabajadores y voluntarios.
- d) *Mitigación de los daños*: consiste en desarrollar programas tendientes a recuperar los terrenos afectados por los incendios forestales, lo cual comprende acciones de reforestación, preservación y conservación de especies.

Finalmente, se puede afirmar que México cuenta ahora con un sistema seguro y confiable de detección de incendios forestales en tiempo real, lo que permite atacar con mayor rapidez al siniestro. Asimismo, con la base de datos que se ha integrado desde 1998 se han podido establecer las zonas más vulnerables y de atención prioritaria ante este tipo de eventos; sin embargo, lo más importante es que la comunidad tome conciencia acerca de los daños que produce un incendio forestal; los fumadores, los viajeros y excursionistas deben cambiar de conducta y transformarse en protectores de la naturaleza, del ambiente y de nuestros recursos forestales. Esperamos que nuestra contribución con este trabajo y con el uso de esta nueva tecnología sea de ayuda para aquellos que siguen en esta línea de protección y medio ambiente. Aún falta mucho por hacer pero estamos en el camino correcto. Existen ya los medios, pero quizás falten más recursos económicos y humanos, pero hay un buen inicio para mejorar el trabajo de protección de nuestros recursos forestales y de todo aquello que en esos recursos tiene su refugio.

## REFERENCIAS

- Arc-View Spatial Analyst Software & User Guide. Environmental Systems Research Institute, Inc. 1996. USA, 145 pág.
- Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos (1997), México 1998. ATLAS DE MEXICO, SEP Educación Primaria. 127 pág.
- Boyás Delgado, J. C.: Situación Actual de la Biodiversidad de México. North American Science Symposium. Guadalajara, Jal. November 1-6, 1998.
- Cahoon, D.R. Jr., Stocks, B. J., (1992): Evaluation of a Technique for Satellite-derived Area Estimation of Forest Fires. Journal of Geophys. Res. 97 D4, 3805-3814.
- Christopher, S.A., Wang, M., Berendes, T.A. Welch, R.A. and Yang, S.K. (1998): The 1985 Biomass Burning Season in South America: Satellite Remote Sensing of fires. Smoke and Regional Radiative Energy Budgets. J. Appl Meteorology, 37, 661-678
- Cracknell, A. P.: The Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), Taylor and Francis, London, 1997, 534 pp.
- CENAPRED. La prevención de los desastres en México. Secretaría de Gobernación/Serie de Fascículos México, D. F. Enero de 1990, 35.
- De Bauer, M. L.: Algunos Aspectos del Cambio Global desde la Perspectiva Mexicana. North American Science Symposium. Guadalajara, Jal. November 1-6, 1998.
- Dozier, J., (1981): A method for satellite identification of surface temperature fields of subpixel resolution. Remote Sensing of Environment 11, pp 221-229.
- Galindo, I., (1995) La Oscilación del Sur, El Niño. El caso de México Apéndice 1 de E. Florescano y S. Swan. "Breve historia de la sequía en México", Biblioteca Universidad Veracruzana. Pp. 133-148.
- Galindo, I., La bruma, los incendios forestales y la fase madura del evento Niño de 1997-1998, Revista LUMINA No. 1 Colima, México. 1998.

- Galindo, I. Cruz M.: Caracterización oceanográfica y meteorológica de los eventos ENOS en México. Memorias de la Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales III y IV sobre fenómenos adversos. Caracas Venezuela 12-14 de julio 1999.
- Galindo, I. Solano, R., López P., Cruz M. González M.: Aplicación de un método multiespectral con imágenes AVHRR para detección de incendios forestales en tiempo real en México. Memorias de la Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales III y IV sobre fenómenos adversos. Caracas Venezuela 12-14 de julio 1999.
- Galindo, I. and Solano R., 1999: Real time AVHRR detection of forest fires and smoke in Mexico between January and June 1998. North American Science Symposium. Guadalajara, Jal. November 1-6, 1999. USDA Proceedings RMRS-P-12, 68-75 pp.
- INEGI 1998: Anuario Estadístico del Estado de Nuevo León. Edición 1998, INEGI y Gobierno de estado de Nuevo León.
- INEGI 1986: Síntesis Geográfica del estado de Nuevo León., INEGI y Gobierno de estado de Nuevo León.
- Kaufman, Y. J., Kleidman, R. G., D. King, M. SCAR-B fires in the tropics: Properties and remote sensing from EOS-MODIS, Pub. American Geophysical Union, Washington, DC USA. 1999.
- Kerr, Y.H., Lagouarde, J.P. and Imbernon, J., 1992: Accurate land surface temperature retrieval from AVHRR data with use of an improved split window algorithm. Remote Sensing of Environment, 41, 197-207.
- Kidwell, K. B., 1995: NOAA polar orbiter data (TIROS-N, NOAA-6, NOAA-7, NOAA-8, NOAA-9, NOAA-10, NOAA-11, NOAA-12, NOAA-13 and NOAA-14) user's guide. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite Data, and Information Services, Washington, D. C.
- Kidder, S.Q., T. Vonder Haar, 1995: Satellite meteorology: an Introduction. Academic Press Inc. USA, 457 pp.
- Lobo, A. 1995: La observación remota de los ecosistemas. El Análisis de la variabilidad espacio-temporal y procesos caóticos en ciencias ambientales. Geoforma Ediciones, Logroño, España.

- Matson, M., Stephens, G. And J. Robinson, 1987: Fire detection using data from the NOAA-N satellites. Int. J. Remote Sensing, pp 961-970.
- Miura, T., A.R. Huete, W.J. D. van Leeuwen, and K. Didan, 1998 Vegetation detection through smoke-filled AVIRIS images: An assessment using MODIS band passes. Journal of Geophysical Research, Vol. 103 No. D24. Pág. 32001-32011.
- Mendieta A.A., 1991 Métodos de Investigación y Manual Académico. Editorial Porrúa. México, D.F. pp. 209.
- Mosiño, P. Y Garcia, E. 1966: Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana. Proc. Conf. Reg. Latinoamericana. Unión- Geográfica Internacional, 500-526.
- Odum, E.P.1989: Ecología, C.E.C.S.A., 295 pp.
- Organización Panamericana de la Salud. 1999 Fenómeno El Niño, 1997-1998. Washington, D.C. : OPS, 2000. 294 pp. – (Serie Crónicas de Desastres, 8).
- Rodríguez-Trejo, D.A., 1996: Incendios Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo- Mundi-Pren México, S.A. de C.V., 630 pp.
- Schneider, S.H. 1989: The Changing Climate. Scientific American, 38-47.
- Schreuder, H.T., Gregoire, T.G., Wood, G.B. 1993: Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory. Editorial John Wiley & Sons, Inc. USA, pp. 446.
- Schwela, D. 1998: Forest Fires and their Public Health Impacts Global Aspects III International Conference On Forest Fires Research. 14<sup>th</sup> Conference on Fire Forest Meteorology Vol. I, pp. 23-37, Luso, 16-20 November 1998.
- SEDESOL, 1994: México, Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994. México D.F. 376 pp.
- SEMARNAP, 1998: Los incendios forestales en México, 1986-1998, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 36 pp.
- Semarnap/INEGI, Estadísticas del Medio Ambiente, 1999: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1997-1998, INEGI, México 2000.

Solano, R., 2001: Curso de Introducción a los Sistemas de Información Geográfica: el ArcView. Facultad de Ingeniería Civil, U. de Colima.

Viedma, O. y Chuvieco, E. 1994: Cartografía y evaluación de daños causados por incendios forestales mediante técnicas de teledetección. AITIM Boletín de Información Técnica 167, 60-66 pp.

Walker, G. T. 1923: Correlation in seasonal variations of weather. VIII A preliminary world weather. Memory Indian Meteorological Dep. 24(4), 75-131.

#### Referencias Electrónicas:

[www. Cec.org](http://www.Cec.org)

[www. Chez.com/satellites](http://www.Chez.com/satellites)

[www. Conabio.gob.mx](http://www.Conabio.gob.mx)

[www. Esri.com](http://www.Esri.com)

[www. Icivilengineer.com](http://www.Icivilengineer.com)

[www. Inegi.gob.mx](http://www.Inegi.gob.mx)

[www. Infocarto.es](http://www.Infocarto.es)

[www. Nesdis.noaa.gov](http://www.Nesdis.noaa.gov)

[www. Noaa.gov](http://www.Noaa.gov)

[www. Rolac.unep.mx](http://www.Rolac.unep.mx)

[www. Semarnap.gob.mx](http://www.Semarnap.gob.mx)

[www. Semarnat.gob.mx](http://www.Semarnat.gob.mx)

## **A P E N D I C E S**

## **A P E N D I C E**

### **BASE GLOBAL DE DATOS EN LA DETECCIÓN DE FOCOS CALIENTES EN TIEMPO REAL, PARA EL ESTADO DE NUEVO LEÓN TEMPORADA 1999-2000**

#### **CLASIFICADOS EN:**

- **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**
- **BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS**
- **QUEMAS AGRÍCOLAS**

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR**

**EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999**

**AREAS NATURALES PROTEGIDAS**

Satélite	Pase	Año	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noac	991301158c	1999	10-may-99	6,58	25,474	-100,522	6	100	Bosque_de_conífera
noac	991310047c	1999	10-may-99	19,47	25,494	-100,544	3	100	Bosque_de_conífera
noac	991330003c	1999	12-may-99	19,03	25,484	-100,522	1	100	Bosque_de_conífera

INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR

EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999

BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS

1:06

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaac	990290009c	28-ene-99	2:09:36	25,361	-99,424	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990290009c	28-ene-99	2:09:36	25,364	-99,429	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990611228c	02-mar-99	6:43:12	25,085	-100,48	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	990621034e	03-mar-99	8:09:36	25,084	-100,49	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990621206c	03-mar-99	1:26:24	25,087	-100,518	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	990621034e	03-mar-99	8:09:36	25,085	-100,5	6	100	Bosque_de_conífera
noaae	990621034e	03-mar-99	8:09:36	25,087	-100,43	1	100	Bosque_de_conífera
noaac	990621206c	03-mar-99	1:26:24	25,090	-100,44	5	100	Bosque_de_conífera
noaae	990641012e	05-mar-99	2:52:48	24,096	-99,95	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990641302c	05-mar-99	0:28:48	25,084	-100,49	9	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990650011c	05-mar-99	2:38:24	24,096	-99,94	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	990641012e	05-mar-99	2:52:48	25,086	-100,51	5	100	Bosque_de_conífera
noaae	990641012e	05-mar-99	2:52:48	25,091	-100,44	3	100	Bosque_de_conífera
noaac	990641302c	05-mar-99	0:28:48	25,090	-100,43	5	100	Bosque_de_conífera
noaae	990651000e	06-mar-99	0:00:00	24,096	-99,94	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990651239c	06-mar-99	9:21:36	24,097	-99,93	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	990651000e	06-mar-99	0:00:00	25,086	-100,49	4	100	Bosque_de_conífera
noaae	990651000e	06-mar-99	0:00:00	25,090	-100,43	2	100	Bosque_de_conífera
noaae	990651000e	06-mar-99	0:00:00	25,000	-99,91	3	300	Bosque_lat
noaae	990651000e	06-mar-99	0:00:00	25,004	-99,89	2	300	Bosque_lat
noaae	990671156e	08-mar-99	13:26:24	24,099	-99,88	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990680045c	08-mar-99	10:48:00	24,098	-99,97	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990690022c	09-mar-99	5:16:48	24,096	-99,95	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales

INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR

EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999

BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS

2:06

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaac	990690022c	09-mar-99	5:16:48	25,005	-99,5	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990690022c	09-mar-99	5:16:48	25,011	-99,52	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990711207c	12-mar-99	1:40:48	24,099	-99,92	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990730034c	13-mar-99	18:34:00	24,099	-99,98	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990740011c	14-mar-99	18:11:00	24,099	-99,93	5	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990740011c	14-mar-99	18:11:00	25,037	-99,82	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990740011c	14-mar-99	18:11:00	25,075	-99,99	1	300	Bosque_lat
noaac	990741240c	15-mar-99	6:40:00	24,099	-99,94	7	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	990741000e	15-mar-99	4:00:00	25,000	-99,95	5	300	Bosque_lat
noaac	990742350c	15-mar-99	17:50:00	25,000	-99,91	1	300	Bosque_lat
noaae	990750949e	16-mar-99	3:49:00	24,099	-99,93	8	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990751218c	16-mar-99	6:18:00	25,000	-99,93	6	300	Bosque_lat
noaac	990761156c	17-mar-99	5:56:00	24,099	-99,87	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	990760938e	18-mar-99	3:38:00	25,001	-99,93	12	300	Bosque_lat
noaae	990770927e	19-mar-99	3:27:00	25,001	-99,93	10	300	Bosque_lat
noaac	990832350c	24-mar-99	12:00:00	23,954	-99,975	1	1000	Area_perturbada
noaac	990832350c	24-mar-99	12:00:00	25,723	-99,66	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990871252c	28-mar-99	12:28:48	25,056	-100,167	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	990941157c	04-abr-99	13:40:48	25,053	-99,959	2	300	Bosque_lat
noaac	990960024c	05-abr-99	5:45:36	25,013	-99,949	1	300	Bosque_lat
noaac	991010013c	10-abr-99	3:07:12	25,003	-99,927	1	300	Bosque_lat
noaae	991001011e	10-abr-99	2:38:24	25,043	-99,893	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991050024c	14-abr-99	5:45:36	25,035	-100,058	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR**

**EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999**

**BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS**

3:06

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaac	991050024c	14-abr-99	5:45:36	25,211	-100,206	5	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991100013c	19-abr-99	3:07:12	25,082	-100,187	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991111219c	21-abr-99	4:33:36	25,002	-100,119	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991112330c	21-abr-99	7:12:00	25,021	-100,119	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991120937e	22-abr-99	8:52:48	25,019	-100,13	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991130047c	22-abr-99	11:16:48	25,018	-100,13	12	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991121158c	22-abr-99	13:55:12	25,211	-100,152	14	200	Bosque_de_conifera_y_lat
noaae	991130926e	23-abr-99	6:14:24	25,017	-100,13	20	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991140024c	23-abr-99	5:45:36	25,018	-100,097	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991141055e	24-abr-99	13:12:00	25,166	-100,133	5	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991141253c	24-abr-99	12:43:12	25,013	-100,098	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991141253c	24-abr-99	12:43:12	25,145	-100,122	7	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991140915e	24-abr-99	3:36:00	25,154	-100,023	14	200	Bosque_de_conifera_y_lat
noaae	991161032e	26-abr-99	7:40:48	25,145	-100,111	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991161209c	26-abr-99	2:09:36	25,016	-100,119	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991171021e	27-abr-99	5:02:24	25,016	-100,097	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991171021e	27-abr-99	5:02:24	25,125	-100,112	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991171021e	27-abr-99	5:02:24	25,145	-100,111	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991181010e	28-abr-99	2:24:00	25,015	-100,12	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991181010e	28-abr-99	2:24:00	25,018	-100,086	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991181010e	28-abr-99	2:24:00	25,145	-100,101	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991181010e	28-abr-99	2:24:00	25,175	-100,078	2	200	Bosque_de_conifera_y_lat
noaae	991181010e	28-abr-99	2:24:00	25,125	-100,101	2	300	Bosque_lat

INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR

EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999

BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS

4:06

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaae	991190959e	29-abr-99	14:09:36	25,013	-100,109	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991190959e	29-abr-99	14:09:36	25,015	-100,119	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991190959e	29-abr-99	14:09:36	25,105	-100,068	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991191242c	29-abr-99	10:04:48	25,012	-100,098	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991191242c	29-abr-99	10:04:48	25,115	-100,112	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991192351c	29-abr-99	12:14:24	24,896	-99,435	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991190959e	29-abr-99	14:09:36	25,135	-100,079	1	300	Bosque_lat
noaac	991240002c	03-may-99	0:28:48	25,012	-100,098	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991240002c	03-may-99	0:28:48	23,801	-99,739	2	1000	Area_perturbada
noaac	991240002c	03-may-99	0:28:48	25,017	-100,119	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991240002c	03-may-99	0:28:48	25,105	-100,068	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991240002c	03-may-99	0:28:48	25,647	-98,692	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991241043e	04-may-99	10:19:12	23,792	-99,793	8	1000	Area_perturbada
noaae	991241043e	04-may-99	10:19:12	25,095	-100,123	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991241043e	04-may-99	10:19:12	25,156	-100,133	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991241231c	04-may-99	7:26:24	23,791	-99,771	3	1000	Area_perturbada
noaac	991241231c	04-may-99	7:26:24	25,013	-100,098	8	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991241231c	04-may-99	7:26:24	25,017	-100,13	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991242341c	04-may-99	9:50:24	23,811	-99,749	29	1000	Area_perturbada
noaac	991242341c	04-may-99	9:50:24	25,012	-100,098	25	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991252320c	05-may-99	4:48:00	23,811	-99,728	7	1000	Area_perturbada
noaac	991252320c	05-may-99	4:48:00	25,008	-100,12	26	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991252320c	05-may-99	4:48:00	26,625	-100,964	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR**

**EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999**

**BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS**

5.06

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	23,791	-99,728	2	1000	Area_perturbada
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	25,017	-100,141	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	25,175	-100,111	1	200	Bosque_de_confiera_y_lat
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	25,018	-100,097	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	25,085	-100,123	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	25,125	-100,09	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991261020e	06-may-99	4:48:00	25,156	-100,155	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991261147c	06-may-99	11:16:48	25,013	-100,087	18	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991271009e	07-may-99	2:09:36	25,095	-100,057	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991280014c	07-may-99	3:21:36	26,098	-99,355	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991282352c	08-may-99	12:28:48	25,011	-100,054	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991282352c	08-may-99	12:28:48	25,085	-100,057	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991300936e	10-may-99	8:38:24	25,085	-100,046	2	300	Bosque_lat
noaac	991301158c	10-may-99	13:55:12	25,011	-100,065	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991301158c	10-may-99	13:55:12	25,015	-100,098	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991320025c	11-may-99	6:00:00	26,352	-100,49	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991321253c	12-may-99	12:43:12	25,149	-100,054	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991330003c	12-may-99	0:43:12	25,001	-100,109	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991330003c	12-may-99	0:43:12	25,009	-100,066	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991330003c	12-may-99	0:43:12	25,075	-100,058	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991330003c	12-may-99	0:43:12	25,075	-100,101	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991330003c	12-may-99	0:43:12	26,342	-100,501	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991331231c	13-may-99	7:26:24	25,125	-100,046	1	300	Bosque_lat

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR**

**EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999**

**BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS**

6:06

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaac	991331231c	13-may-99	7:26:24	25,149	-100,054	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991351020e	15-may-99	4:48:00	25,055	-100,047	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	991361009e	16-may-99	2:09:36	25,075	-100,046	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991410025c	20-may-99	6:00:00	25,731	-100,255	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991462352c	26-may-99	12:28:48	25,736	-98,668	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991462352c	26-may-99	12:28:48	26,571	-100,488	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991512341c	31-may-99	9:50:24	25,736	-98,668	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991512341c	31-may-99	9:50:24	25,872	-98,996	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991690003c	17-jun-99	0:43:12	26,643	-100,786	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991701209c	19-jun-99	2:09:36	25,687	-99,253	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991732352c	22-jun-99	12:28:48	25,079	-100,243	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991742330c	23-jun-99	7:12:00	25,815	-99,813	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991742330c	23-jun-99	7:12:00	26,085	-99,157	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991822352c	01-jul-99	12:28:48	26,088	-99,748	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991910013c	09-jul-99	3:07:12	25,272	-99,279	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	991962340c	15-jul-99	9:36:00	25,795	-99,555	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	992050002c	23-jul-99	0:28:48	24,819	-99,66	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	992050002c	23-jul-99	0:28:48	25,408	-99,65	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR  
EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 1999**

**QUEMAS AGRÍCOLAS**

Satélite	Pase	Mes	Año	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo_forestal
noaac	990501312	Febrero	1999	19-feb-99	2:52:48	26,319	-99,45	5	No_clasificado
noac	991050024c	Abril	1999	14-abr-99	5:45:36	25,819	-100,121	1	No_clasificado
noac	991100013c	Abril	1999	19-abr-99	3:07:12	25,296	-99,788	1	No_clasificado
noac	991101241c	Abril	1999	20-abr-99	9:50:24	25,402	-99,555	1	No_clasificado
noac	991242341c	Mayo	1999	04-may-99	9:50:24	25,263	-99,602	2	No_clasificado
noac	991252320c	Mayo	1999	05-may-99	4:48:00	25,368	-99,93	5	No_clasificado
noac	991280014c	Mayo	1999	07-may-99	3:21:36	25,886	-99,194	2	No_clasificado
noac	991511231c	Mayo	1999	31-may-99	7:26:24	25,761	-100,254	2	No_clasificado
noac	991512341c	Mayo	1999	31-may-99	9:50:24	25,796	-99,846	1	No_clasificado
noae	991550956e	Junio	1999	04-jun-99	13:26:24	25,994	-99,081	2	No_clasificado
noae	991631007e	Junio	1999	12-jun-99	1:40:48	25,863	-99,029	1	No_clasificado
noac	991732352c	Junio	1999	22-jun-99	12:28:48	25,304	-99,656	1	No_clasificado
noac	991732352c	Junio	1999	22-jun-99	12:28:48	25,731	-100,31	1	No_clasificado
noac	991732352c	Junio	1999	22-jun-99	12:28:48	25,751	-100,31	2	No_clasificado
noac	992091241c	Julio	1999	28-jul-99	9:50:24	26,066	-99,02	1	No_clasificado
noac	992142340c	Agosto	1999	02-ago-99	9:36:00	24,096	-99,756	1	No_clasificado
noac	992230001c	Agosto	1999	10-ago-99	0:14:24	25,029	-99,827	2	No_clasificado

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR**

**EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 2000**

**BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS**

1:03

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo forestal
noaac	000052355c	05-ene-00	17:55:00	25,4	-99,782	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000052355c	05-ene-00	17:55:00	25,4	-99,782	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000052355c	05-ene-00	17:55:00	25,4	-99,782	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000052355c	05-ene-00	17:55:00	24,878	-99,648	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000052355c	05-ene-00	17:55:00	24,878	-99,648	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000052355c	05-ene-00	17:55:00	24,878	-99,648	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000102343c	10-ene-00	17:43:00	24,85	-99,747	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000112322c	11-ene-00	17:22:00	24,9	-99,746	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000140016c	13-ene-00	18:16:00	25,349	-99,749	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000140016c	13-ene-00	18:16:00	25,349	-99,749	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000140152f	13-ene-00	19:52:00	25,339	-99,75	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000190004c	18-ene-00	18:04:00	26,486	-99,707	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000190141f	18-ene-00	19:41:00	26,053	-100,113	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000190141f	18-ene-00	19:41:00	26,496	-99,707	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000190141f	18-ene-00	19:41:00	26,516	-99,696	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000242330c	24-ene-00	17:30:00	25,489	-99,791	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000242330c	24-ene-00	17:30:00	25,489	-99,791	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000300236f	29-ene-00	20:36:00	26,096	-99,659	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000370140c	05-feb-00	19:40:00	26,458	-99,852	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000412347c	10-feb-00	17:47:00	25,349	-99,749	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000450202f	13-feb-00	20:02:00	26,516	-99,696	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000460140f	14-feb-00	19:40:00	25,601	-99,954	0	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000551223c	24-feb-00	6:23:00	25,074	-99,393	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales

INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR

EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 2000

BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS

2:03

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaac	000552333c	24-feb-00	17:33:00	27,108	-100,052	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000670025c	06-mar-00	18:25:00	25,207	-100,377	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000670211f	06-mar-00	20:11:00	25,207	-100,399	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000670211f	06-mar-00	20:11:00	25,207	-100,377	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000671254c	07-mar-00	6:54:00	25,177	-100,344	7	100	Bosque_de_conifera
noaae	000671110e	07-mar-00	5:10:00	25,197	-100,366	6	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000680003c	07-mar-00	18:03:00	25,187	-100,366	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000682340c	08-mar-00	17:40:00	25,802	-98,816	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000722350c	12-mar-00	17:50:00	25,934	-100,247	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000722350c	12-mar-00	17:50:00	25,833	-100,138	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000740116f	13-mar-00	19:16:00	26,558	-100,759	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	000770148f	16-mar-00	19:48:00	26,074	-99,505	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000772338c	17-mar-00	17:38:00	25,804	-100,193	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	00077338c	17-mar-00	17:38:00	25,022	-99,262	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000781045e	18-mar-00	4:45:00	25,218	-99,686	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000812347c	21-mar-00	17:47:00	25,756	-99,555	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000901235c	30-mar-00	6:35:00	25,663	-100,096	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000902344c	30-mar-00	17:44:00	25,552	-100,01	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000902344c	30-mar-00	17:44:00	24,907	-99,582	2	200	Bosque_de_conifera_y_lat
noaaf	000950146f	03-abr-00	20:46:00	25,902	-98,792	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	000990004c	07-abr-00	19:04:00	25,611	-98,722	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001030013c	11-abr-00	19:13:00	24,915	-99,45	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	001061024e	15-abr-00	5:24:00	25,539	-100,637	4	100	Bosque_de_conifera

**INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR**

**EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 2000**

**BOSQUES FRAGMENTADOS O DISCONTINUOS**

3:03

Satélite	Pase	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo	Grupo_forestal
noaac	001070023c	15-abr-00	19:23:00	26,45	-99,974	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	001070217f	15-abr-00	21:17:00	26,46	-99,985	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001321146c	11-may-00	6:46:00	26,276	-100,474	2	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaae	001331014e	12-may-00	5:14:00	26,256	-100,43	19	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001331124c	12-may-00	6:24:00	26,306	-100,463	9	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001340012c	12-may-00	19:12:00	24,799	-100,491	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	001340213f	12-may-00	21:13:00	24,799	-100,502	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	001370108f	15-may-00	20:08:00	23,527	-100,159	3	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001482332c	27-may-00	18:32:00	25,846	-100,391	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001740004c	21-jun-00	19:04:00	25,187	-99,555	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	001800141f	27-jun-00	20:41:00	25,307	-99,037	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	001810120f	28-jun-00	20:20:00	27,259	-100,128	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001872346c	05-jul-00	18:46:00	24,406	-100,201	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaac	001872346c	05-jul-00	18:46:00	25,43	-99,166	4	500	Matorrales_y_otros_vegetales
noaaf	001880201f	05-jul-00	21:01:00	25,45	-99,187	1	500	Matorrales_y_otros_vegetales

INCENDIOS FORESTALES DETECTADOS EN TIEMPO REAL CON DATOS NOAA-AVHRR  
EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN DURANTE 2000

QUEMAS AGRÍCOLAS

Satélite	Pase	Mes	Año	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Píxeles	Grupo_forestal
noac	000052355c	Enero	2000	05-ene-00	17:55:00	25,4	-99,2	1	No clasificado
noac	000052355c	Enero	2000	05-ene-00	17:55:00	25,4	-99,2	1	No clasificado
noac	000052355c	Enero	2000	05-ene-00	17:55:00	25,4	-99,2	1	No clasificado
noaf	000090204f	Enero	2000	08-ene-00	20:04:00	25,359	-99,771	1	No clasificado
noac	000280002c	Enero	2000	27-ene-00	18:02:00	26,487	-99,774	2	No clasificado
noac	000370140c	Febrero	2000	05-feb-00	19:40:00	25,391	-99,924	1	No clasificado
noac	000450020c	Febrero	2000	13-feb-00	18:20:00	25,533	-100,098	4	No clasificado
noaf	000460140f	Febrero	2000	14-feb-00	19:40:00	25,765	-100,26	1	No clasificado
noac	000471203c	Febrero	2000	16-feb-00	6:03:00	25,754	-100,227	2	No clasificado
noaf	000500150f	Febrero	2000	18-feb-00	19:50:00	25,752	-100,04	2	No clasificado
noac	000580028c	Febrero	2000	26-feb-00	18:28:00	27,704	-99,82	12	No clasificado
noac	000592343c	Febrero	2000	28-feb-00	17:43:00	25,312	-99,992	2	No clasificado
noaf	000740116f	Marzo	2000	13-mar-00	19:16:00	26,545	-100,46	1	No clasificado
noac	000771228c	Marzo	2000	17-mar-00	6:28:00	25,755	-100,26	1	No clasificado
noae	001391044e	Mayo	2000	18-may-00	5:44:00	25,333	-100,013	1	No clasificado
noac	001391227c	Mayo	2000	18-may-00	7:27:00	25,352	-99,969	1	No clasificado

noae	001741040e	Junio	2000	22-jun-00	5:40:00	25,745	-100,238	1	No clasificado
noaf	001800141f	Junio	2000	27-jun-00	20:41:00	25,3	-99,794	1	No clasificado

## **RESUMEN AUTOBIOGRAFICO**

**Francisco Javier Guzmán Nava**

Candidato para el Grado de

Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental

**Tesis: DETECCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN TIEMPO REAL MEDIANTE IMÁGENES NOAA-AVHRR EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN.**

Campo de Estudio: Ingeniería Ambiental

### **Biografía:**

Datos Personales: Nacido en Comala, Colima el 24 de Marzo de 1971, hijo de Apolinar Guzmán Ruiz y Piedad Nava Rodríguez.

**Educación:** Egresado de la Universidad de Colima, grado obtenido Ingeniero Civil en 1995 Premio Peña Colorada, Premio a la Excelencia Académica por la ANFEI, medalla y diploma Diario de México por haber obtenido el primer lugar en la generación.

**Experiencia Profesional:** Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la Universidad de Colima desde 1999, asistente de investigación en el Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente de la Universidad de Colima desde 1999. Responsable del Area de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería Civil y coordinador de la Línea General de Aplicación del Conocimiento (LGAC) "Optimización y Control de los procesos de tratamiento de agua residual"



