

UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA”

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN FORESTAL

BASES METODOLÓGICAS PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LA  
PREVENCIÓN CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES.

Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales.

Ing. Marcos Pedro Ramos Rodríguez

Tutor: Dr. C. Fernando Hernández Martínez

Pinar del Río

1999

## **CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN RECTORAL No. 17/98**

Los resultados que se exponen en la presente Tesis, se han alcanzado como consecuencia del trabajo realizado por el autor y asesorado y/o respaldado por la Universidad de Pinar del Río, por tanto los resultados en cuestión son propiedad del autor y de la Universidad, respectivamente, y sólo ellos podrán hacer uso de los mismos de forma conjunta y recibir los beneficios que se deriven de su utilización.

---

Autor Ing. Marcos Pedro Ramos Rodríguez

## **AGRADECIMIENTOS**

Permítanme expresar en este acto de presentación de mi Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, mis agradecimientos a las personas e instituciones que han hecho posible su realización.

Al Dr.C. Fernando Hernández Martínez, profesor de la Universidad de Pinar del Río y tutor de esta tesis.

A la Dra. Enna Maritza Hernández Domínguez por la extraordinaria y decisiva ayuda prestada en la conformación metodológica del trabajo.

A mis compañeros del Departamento de Producción Forestal por su apoyo y preocupación durante el cumplimiento de cada etapa.

A los compañeros de los departamentos de Matemáticas e Idiomas de la Universidad de Pinar del Río, por las reiteradas ayudas prestadas.

Al compañero M.Sc. Francisco Cejas del Instituto de Ecología y Sistemática y al estudiante de la Universidad de la Habana Armando Urquiola por la ayuda prestada con el sistema estadístico NTSYS.

Al Ing. Gregorio Vega de la Subdelegación Forestal en Pinar del Río.

A los compañeros del Cuerpo de Guardabosques en sus Jefaturas Nacional y de la provincia de Pinar del Río por las facilidades brindadas para la toma de la información y por la atención que han prestado a cada resultado obtenido.

A los compañeros del Centro Meteorológico Provincial en Pinar del Río.

A los Ingenieros Pedro Gilberto Rodríguez y Luis Enríquez León del Instituto Politécnico Agropecuario "Invasión de Occidente" y de la Universidad de Pinar del Río respectivamente por la colaboración prestada durante la elaboración de la base de datos computarizada sobre los incendios forestales ocurridos en la provincia de Pinar del Río y el sistema para su manejo.

A la Universidad de Pinar del Río por todo el apoyo material y espiritual dispensado.

A mi esposa, mis hijos y mis padres, por la comprensión y el apoyo prestado.

A todos los que de una forma u otra han hecho posible la realización de este trabajo.

A la Revolución Cubana.

El futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente  
un futuro de hombres de ciencia,  
un futuro de hombres de pensamientos.  
Fidel Castro.

Dedico este trabajo  
A mis hijos Marquitos y Cristinita.  
A mi esposa.  
A mis padres y hermano.  
A mi familia.  
A la memoria de mis abuelos y tíos.

A los hombres y mujeres que en Cuba o en otros lugares del mundo  
dedican sus esfuerzos a la protección de los bosques  
contra los incendios forestales.

## SÍNTESIS

Esta investigación tiene por objetivo establecer las bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales, a partir de la evaluación de su comportamiento histórico como elemento fundamental para su materialización. En el desarrollo del trabajo queda fundamentada teóricamente la importancia que tienen estas evaluaciones y se valoran los elementos que deben caracterizarlas.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta la experiencia acumulada en el mundo y en el país en cuanto a la prevención de los incendios, se establecen las bases metodológicas, estructuradas en tres etapas fundamentales:

- Obtención y procesamiento de la información estadística.
- Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales.
- Formulación de las medidas preventivas.

Las principales conclusiones a las que se arriban son las siguientes:

- Se establecen las bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales, demostrándose la factibilidad de su aplicación en la provincia de Pinar del Río al obtenerse un efecto económico positivo derivado de la posibilidad de evitar la pérdida cada año de \$ 46 040,00 pesos, además de contribuirse al logro del manejo forestal sostenible y a la protección del medio ambiente.
- Se utilizaron distintas pruebas estadísticas que confieren a los análisis un adecuado rigor científico y se automatizó el diseño y manejo de bases de datos sobre incendios forestales, lo que no se había desarrollado hasta el momento en el país, lo cual posibilita disminuir el tiempo y el costo de las evaluaciones sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales y aumenta su precisión.

# ÍNDICE

	Páginas
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	
1	
<b>1. EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES</b> .....	
7	
1.1.Incendios Forestales. Generalidades.....	
7	
1.1.1.Comportamiento del fuego. Su predicción.....	
8	
1.2. Efectos de los incendios forestales.....	
14	
1.3. Prevención de incendios forestales.....	
20	
1.4. Extinción de incendios forestales.....	
23	
1.5. Comportamiento histórico de los incendios forestales .....	
26	
<b>2. BASES METODOLÓGICAS PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LA EFECTIVIDAD DE LA PREVENCIÓN</b> .....	
30	
2.1. Obtención y procesamiento de la información estadística (Primera Etapa).....	
30	
2.1.1. La base de datos.....	
31	
2.1.2. Software para el manejo de las bases de datos sobre incendios forestales.....	
35	
2.2. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios	

	forestales (Segunda Etapa).....	
36		
	2.2.1. Distribución temporal del número de incendios y sus afectaciones.....	
37		
	2.2.2. Distribución espacial de los incendios forestales y sus afectaciones.....	
42		
	2.2.3. Distribución espacio - temporal de los incendios forestales y sus afectaciones.....	
46		
	2.2.4. Distribución de los incendios y sus afectaciones según las causas.....	
46		
	2.2.5. Riesgo de incendios forestales.....	
48		
	2.2.6. Evaluación de la efectividad del servicio de protección contra los incendios forestales.....	
51		
	2.3. Formulación de las medidas de prevención (Tercera Etapa) .....	
54		

### **3. PERFECCIONAMIENTO DE LA PREVENCIÓN CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PROVINCIA DE PINAR DEL RÍO...**

55		
	3.1. Caracterización del área de estudio.....	
55		
	3.1.1. Ubicación.....	
55		
	3.1.2. Factores que determinan el comportamiento del fuego.....	
56		
	3.1.2.1. El combustible forestal.....	
56		
	3.1.2.2. El clima.....	
56		

3.1.2.3. La topografía.....	59
3.2. Obtención y procesamiento de la información estadística (Primera Etapa).....	61
3.3. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales (Segunda Etapa).....	62
3.3.1. Distribución temporal del número de incendios y sus afectaciones.....	62
3.3.2. Distribución espacial del número de incendios y sus afectaciones.....	66
3.3.3. Distribución espacio - temporal de los incendios forestales y sus afectaciones.....	71
3.3.4. Distribución de los incendios y sus afectaciones según las causas.....	72
3.3.5. Riesgo de incendios forestales.....	75
3.3.6. Evaluación de la efectividad del servicio de protección contra los incendios forestales.....	75
3.4. Formulación de las medidas de prevención (Tercera Etapa) .....	77
3.5. Determinación del efecto económico.....	78
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍAS.....	85

ANEXOS.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques, complejos ecosistemas terrestres, son parte integrante de los sistemas sustentadores de vida de la Tierra y desempeñan un importante papel en la regulación de la atmósfera y el clima, destacándose en este sentido su capacidad como sumideros de carbono, calculándose que contienen (Dixon et al., 1994) más del 80 % del carbono presente sobre la superficie terrestre y aproximadamente el 40 % de todo el carbono existente en el subsuelo terrestre. Son además, un recurso natural insustituible que ofrecen al hombre una gran cantidad de recursos y servicios.

A pesar de lo anterior y de alrededor del 40 % de la superficie mundial de tierras se encuentra todavía bajo algún tipo de cubierta arbórea (FAO, 1994), es creciente el ritmo de desaparición de los bosques en el mundo, alcanzando, por ejemplo, la media de deforestación tropical durante la década de 1981 a 1990 los 15,4 millones de hectáreas (FAO, 1993).

Tanto alarma esta situación al hombre de hoy que el asunto ha sido tenido en cuenta en diferentes reuniones nacionales e internacionales, constituyendo una de las más significativas por su connotación internacional la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Brasil en 1992 donde fue adoptada una declaración autorizada, sin fuerza jurídica obligatoria llamada "Principios para un Consenso Mundial respecto de la Ordenación, la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Bosques de todo tipo". Estos principios y el Programa 21, programa medio ambiental para el Siglo XXI, también aprobado en dicha reunión, proponen medidas de conservación forestal para conservar los depósitos de carbono y para aumentar la seguridad de los mismos.

En este contexto, es Cuba uno de los pocos países con una tasa positiva de reforestación/deforestación, resultado de una acertada política seguida por la

dirección del país desde 1959 hasta la fecha, encontrándose enmarcado en la actualidad el desarrollo forestal en Programa de Desarrollo Económico Forestal hasta el año 2015, el cual (MINAG, 1996) contempla satisfacer los requerimientos del mercado interno, sustituir importaciones y generar los ingresos necesarios para su propio desarrollo y convertirse en un rubro importante de ingresos de divisas al país, acrecentando al mismo tiempo el importante papel de protección que desempeña el bosque. Como resultado de este plan el país elevará su cubierta de bosques hasta cerca del 27 % de su territorio, llegando a sobrepasar las plantaciones el millón de hectáreas.

A nivel internacional uno de los agentes que favorece la deforestación son los incendios forestales, los que afectan (Calabri, 1991) más de 10 millones de hectáreas de montes y otras superficies boscosas cada año, lo que representa el 0,2 ó el 0,3 por ciento de la superficie total cubierta de vegetación boscosa, observándose un fuerte aumento en el número de incendios y de hectáreas afectadas. Estos porcentajes representan entre 12 y 13 millones de hectáreas de bosques y otras tierras arboladas (Calabri y Ciesla, 1992; citados por Ciesla, 1996).

El mal uso o el uso descontrolado del fuego causa estragos en la sociedad y en el medio, destruyendo la propiedad y el capital natural, agotando las fuentes de nutrientes, contaminando las aguas, reduciendo la biodiversidad, aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero, produciendo trastornos en la comunicaciones, diezmando el ganado e incluso matando a las personas (Sarre, et al., 1996).

En Cuba los incendios forestales contribuyen en distinto grado a acentuar los cinco principales problemas ambientales identificados para el mismo según la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA, 1997) consistentes en la degradación de los suelos, deterioro del saneamiento y de las condiciones ambientales en asentamientos humanos, contaminación de las aguas terrestres y marinas, la deforestación y la pérdida de la diversidad biológica.

Los incendios forestales constituyen un fenómeno global, motivo por el cual se han emitido estrategias, principios y proyectos de investigación a este nivel. Ciesla (1996) señala que algunas de las estrategias y tácticas que hay que considerar en

la integración del cambio climático en el desarrollo de los programas de ordenación de los fuegos forestales son aumentar la capacidad de los países en desarrollo de ejercer liderazgo en los programas de ordenación de los fuegos forestales, incluyendo la planificación de la prevención y de las medidas previas de supresión y de supresión en sí y disminuir la dependencia de una o dos especies en los programas de forestación y de reforestación.

También la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) (1996) elaboró las Directrices de la OIMT sobre el Manejo de Incendios en los Bosques Tropicales con el fin de ayudar a los países productores y consumidores de la OITM a elaborar programas para reducir los daños causados por los incendios y ayudar a los administradores de los bosques tropicales y a los pobladores rurales a utilizar y aprovechar de forma segura los efectos beneficiosos de los incendios en los sistemas de uso de tierra.

Por otra parte la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su resolución 44/236 de 1989 declara a los años noventa como el “Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales”, siendo uno de sus objetivos reducir los daños, la distorsión económica y la pérdida de vida causados por los incendios forestales mediante esfuerzos coordinados internacionales, especialmente en los países en desarrollo.

En cuanto a la investigaciones puede decirse que (Goldammer, 1996) uno de los proyectos centrales del Programa Internacional Geosfera - Biosfera, es el Proyecto Internacional de Estudio de la Química Atmosférica mundial, que está investigando el impacto del incendio de biomasa en la atmósfera y la biosfera.

En el país durante los últimos años ha ocurrido una media anual de unos 298 incendios que han afectado como promedio unas 4 208,26 ha, lo que representa pérdidas por unos \$ 8 837 346,00 pesos sólo en valores directos. La provincia de Pinar del Río, lugar donde se ha realizado la presente investigación, ocupa el primer lugar en la nación en cuanto al número de incendios con el 21,48 % del total y el segundo lugar en cuanto a afectaciones con el 14,13 % del total al analizar la información estadística correspondiente al periodo 1981 - 1996.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se aprecia la necesidad de incrementar la efectividad de la prevención de los incendios forestales, máxime cuando a pesar de los avances experimentados en las últimas décadas, todavía se presentan en esta actividad las deficiencias que se señalan a continuación:

- La fundamentación científica de los planes de prevención contra los incendios forestales no alcanzan un alto nivel, pues no se consideran todos los elementos metodológicos necesarios que debe contemplar una evaluación del comportamiento histórico de los mismos.
- El empleo de métodos estadísticos en los análisis relacionados con el comportamiento histórico de los incendios forestales está ausente, trabajándose sólo de forma descriptiva.
- La no automatización del diseño y manejo de bases de datos sobre los incendios forestales, dificulta la realización de evaluaciones del comportamiento histórico de los mismos, debido a que se elevan sus costos, pues la complejidad de estos requiere del empleo de mucho tiempo si se quiere obtener buena precisión.

A partir del conocimiento existente en el mundo y de las potencialidades existentes en el país sobre las formas de solucionar las deficiencias planteadas anteriormente, y en correspondencia con el objetivo central de la política económica del país, trazada en el V Congreso del Partido Comunista de Cuba (1997) y de lo dispuesto en la Ley 85, Ley Forestal, se desarrolla la presente investigación que parte de la hipótesis siguiente:

“Será posible perfeccionar la prevención contra los incendios en un territorio forestal, si se elaboran planes de prevención basados en los aspectos metodológicos de las evaluaciones del comportamiento histórico de los mismos, donde se utilice la estadística y se automatice la información y su procesamiento”.

Según esta hipótesis, la Tesis que se presenta a continuación tiene como objetivo general establecer las bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales, a partir de la evaluación de su comportamiento histórico como elemento fundamental para su materialización, siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Fundamentar teóricamente la importancia de la utilización de las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales para dotar de un basamento científico a los planes de prevención.
- Determinar las etapas para el establecimiento de las bases metodológicas con vistas al perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales.
- Demostrar la factibilidad de la aplicación de las bases metodológicas propuestas en la provincia de Pinar del Río.

Para cumplimentar los objetivos anteriores, la tesis se estructuró en tres capítulos.

Capítulo 1. El comportamiento histórico de los incendios forestales.

En este capítulo se fundamenta teóricamente la idoneidad de utilizar las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales en los distintos territorios, como base fundamental para garantizar el rigor científico necesario de los planes de prevención contra los incendios forestales. Se abordan también distintos aspectos relacionados con los incendios forestales dentro de los que se destacan los efectos que provocan sobre el medio ambiente y el comportamiento del fuego en los ecosistemas forestales.

Capítulo 2. Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención.

Con el desarrollo de este capítulo quedan establecidas las bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales, a partir de la evaluación del comportamiento histórico de los mismos. Se consideró la experiencia acumulada en el mundo y en Cuba y las deficiencias detectadas en este sentido en el país, referentes a la poca fundamentación científica de los planes de prevención a partir de evaluaciones del comportamiento histórico de dichos incendios, en los que se emplee adecuadamente la estadística, así como la no automatización del diseño y manejo de bases de datos sobre incendios forestales. Las bases metodológicas establecidas parten de la obtención y procesamiento de la información estadística necesaria, de la evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales y de la formulación de un conjunto de medidas preventivas.

Capítulo 3. Perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río.

Este capítulo se desarrolla con el objetivo de demostrar la factibilidad de la aplicación de las bases metodológicas propuestas, obteniéndose un conjunto de medidas preventivas que permitirán perfeccionar esta actividad, al quedar establecida la distribución temporal, espacial, espacio - temporal y de acuerdo a las causas de los incendios, el riesgo de incendios, la zonificación del territorio de la provincia de acuerdo a la similitud que presenta el comportamiento histórico de los incendios forestales en sus distintas unidades geográficas y los niveles de prioridad para la protección contra los mismos.

La información analizada en el cuerpo de la tesis se ilustra con un gran número de tablas y figuras, lo que facilita la comprensión de los contenidos tratados.

La novedad científica de la investigación radica en:

- Por primera vez se aborda en una Tesis en el país la problemática de los incendios forestales, realizándose una estructuración lógica de los aspectos fundamentales que permiten establecer las bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los mismos, utilizando como fundamento la evaluación de su comportamiento histórico. Quedaron enunciadas un conjunto de medidas preventivas para la provincia de Pinar del Río, se automatizó la base de datos sobre los incendios forestales ocurridos en la misma y se utilizaron en los análisis, distintas pruebas estadísticas que confieren al trabajo, un alto rigor científico.

## **1. EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES**

La fundamentación teórica de la idoneidad que tiene utilizar la evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales como elemento esencial para incrementar la efectividad de los planes de prevención contra los mismos al aportarles una base científica, se desarrolla en este capítulo, en el que se tratan también, distintos aspectos generales relacionados con los incendios forestales, tales como los efectos que provocan al medio ambiente, el comportamiento del fuego, la prevención y la extinción.

### **1.1. Incendios Forestales. Generalidades.**

Al abordar el tema de los incendios forestales lo primero es definir claramente su concepto, pues no siempre este término es entendido por todos por igual. La FAO (1986) lo define como aquel fuego que ocurre sobre vegetación silvestre excepto los fuegos bajo prescripción. Esta definición es utilizada, en esencia, con frecuencia por distintos autores aunque en ocasiones traten de ampliar la definición, especificando por ejemplo que son fuegos que queman incontroladamente tierras cubiertas total o en parte por árboles, arbustos, pastos, gramíneas, u otra vegetación inflamable.

De acuerdo con lo anterior sería difícil precisar, al revisar las actas de los incendios ocurridos, cuándo el fuego afectó a vegetación forestal, por lo que se puede incurrir en errores involuntarios, al considerar en los análisis posteriores áreas que en realidad no corresponden a bosques independientemente de que resulte interesante analizar la estadística de los incendios ocurridos sobre otros tipos de vegetación.

Si se tiene en cuenta que ya varios países han considerado conveniente no incluir en sus estadísticas de incendios forestales a los fuegos que afecten menos de 1 ha de bosque, no sería comprensible el considerar como tales a los que afecten

otro tipo de vegetación, por eso en esta tesis se considera como incendio forestal aquellos casos en que el fuego afecte de forma incontrolada un área de bosque, considerándose como bosque a todo ecosistema que tenga como mínimo un 10 % de copa formada por árboles y bambúes, generalmente asociada a flora y fauna silvestres y a condiciones naturales de suelo y donde no se practiquen actividades agrícolas (FAO, 1995), además de ocupar un terreno que tenga al menos 100 metros en su parte más estrecha (Álvarez, et al. 1988).

La primera etapa en el desarrollo de un incendio forestal es la ignición o principio de fuego, lo que ocurre cuando coinciden en el espacio y en el tiempo la existencia de material combustible, la presencia de oxígeno unido a condiciones meteorológicas favorables y alguna fuente de calor que suministre la energía suficiente para desecar primero e inflamar después, al combustible. Se llega así al conocido triángulo del fuego (combustible + oxígeno + calor) definido por varios autores, representado en ocasiones según Ramírez (1996) como un tetraedro , para lo que se agrega un cuarto componente adyacente a los otros tres, conocido como “reacción en cadena” sin impedimento.

El fuego al desencadenarse, consume la materia orgánica en un proceso de oxidación rápida que representa el reverso de la fotosíntesis. Durante el desarrollo de la combustión se suceden tres fases bien diferenciadas: fase de precalentamiento, fase de combustión de los gases y fase de combustión del carbón producido en la fase anterior.

La segunda etapa en el desarrollo de un incendio forestal es su propagación, la cual es determinada por el material combustible existente, las condiciones meteorológicas y la topografía (Batista, 1998; Heikkilä, et al., 1993; ICONA, 1972; Ramos, 1990; Rico, 1981; Salas, et al., 1995; Soares, 1985; Solorzano, 1958). Estos factores van a determinar, durante el desarrollo del incendio, sus formas, sus tipos, su intensidad, su velocidad de propagación, y el largo de las llamas.

### **1.1.1. Comportamiento del fuego. Su predicción.**

Las dos etapas mencionadas anteriormente, es decir, la ignición y la propagación, constituyen los dos momentos fundamentales en el desarrollo de un incendio y

sus componentes determinan el comportamiento de los mismos por lo que es un aspecto importante a tener en cuenta durante la planificación de las actividades de prevención y extinción de estos, lo cual han abordado diferentes autores, según se apunta a continuación:

El comportamiento del fuego ha sido definido como la manera según la cual el fuego reacciona a las variables combustible, clima y topografía (FAO, 1986). Coincidiendo con lo anterior Heikkilä, et al. (1993) plantean que estos son los tres factores principales que determinan el comportamiento del fuego.

El comportamiento del fuego es un aspecto de gran trascendencia en el análisis de la iniciación y propagación de los incendios forestales y de las quemadas controladas y conceptualmente está referido (Brown and Davis, 1973) al conjunto de efectos, principalmente de carácter físico - mecánicos y químicos que se observan en un ambiente afectado por la propagación del fuego, en los momentos en que se está verificando el proceso de la combustión (Julio, 1996).

Este concepto en términos simples está referido a lo que hace el fuego cuando está presente en un estrato vegetal, es decir, en qué forma se propaga, a qué velocidad avanzan sus diferentes frentes, los estratos de expansión del fuego, las características de las llamas, el dinamismo que observa la columna de convección, la cantidad y forma de transferencia al ambiente de la energía que se libera con la combustión, la forma, compacticidad y color de la columna de humo, entre otros aspectos (Julio, 1996).

Por su parte Soares (1985) plantea que comportamiento del fuego es un término general usado para indicar lo que el fuego hace, o sea, para describir las principales características de un incendio forestal.

Las variables del comportamiento del fuego han sido usadas por varios investigadores para describir las condiciones adecuadas para realizar quemadas controladas en plantaciones forestales (McArthur & Cheney, 1966 citados por Batista et al., 1995).

También para la creación de índices de peligro de incendios los factores más

comunes tenidos en cuenta han sido las condiciones climatológicas, los combustibles y la topografía (Deeming et al., 1978 y Delabraze, 1982; citados por Salas, et al., 1994).

Según Ciesla (1995) los incendios dependen de los combustibles más que de cualquier otro elemento. También factores climáticos como la temperatura, la humedad y la estabilidad atmosférica influyen en la probabilidad de que prenda un fuego y en la velocidad con que se propague. Agrega dicho autor que la topografía puede influir considerablemente en el comportamiento de los incendios.

También Batista, et al. (1997) plantean que el material combustible es fundamental para la ocurrencia y propagación del fuego porque es uno de los componentes del triángulo del fuego. No hay posibilidad de ocurrencia de fuego si no hay combustible para quemar. La cantidad de combustible existente en un área indica si el fuego se va a propagar o no y determina la cantidad de calor que será liberada en la quema. Esa cantidad es generalmente expresada en toneladas por hectárea o kilogramos por m<sup>2</sup>. Conforme a investigaciones experimentales, debe existir un mínimo de 1,23 ton.ha<sup>-1</sup> de material combustible fino, seco, disperso en un área para que un incendio superficial pueda propagarse. La intensidad del fuego es directamente proporcional a la cantidad de combustible que quema. En la práctica el combustible disponible es la cantidad de material combustible disponible que normalmente es consumida en un incendio forestal. Corresponde aproximadamente al 70 u 85 % de la cantidad total del material combustible menor de 2,5 cm de diámetro.

Los mismos autores destacan que el contenido de humedad es la propiedad más importante que controla la inflamabilidad de los combustibles vivos y muertos. La humedad del material combustible es el reflejo del clima y de las condiciones atmosféricas y puede variar rápidamente. Los organismos vivos o muertos tienen diferentes mecanismos de retención de agua y diferentes respuestas a las variaciones del clima. El contenido de humedad del material vivo es más estable y mayor que el del material muerto. De este modo, el material muerto es más seco y responde más rápidamente a las variaciones meteorológicas, siendo por tanto el principal responsable de la propagación de los incendios. El contenido de humedad del material muerto puede presentar una gran variación, raramente

descendiendo por debajo del 2 %, pudiendo exceder el 200 % después de largos periodos de precipitación.

Cianciulli (1981) plantea que la facilidad de ignición y propagación del fuego es determinada por el grado de temperatura, la presencia del oxígeno y el tipo de combustible. La temperatura a la que se inicia la combustión, denominada “punto de ignición” o “punto de inflamabilidad”, oscila entre los 260 y 298 °C, variando con las características de los distintos combustibles y la época del año. La posibilidad de ignición depende del tiempo en que el material combustible queda expuesto a la temperatura. El oxígeno está en una proporción del 21 % en el volumen de la composición de la atmósfera, cuando el contenido de aire se reduce a menos del 15 %, muchos materiales no entran en combustión. El mismo autor clasifica al material combustible en peligrosos, semipeligrosos y verdes.

García, et al. (1996) encontraron que las series de números de incendios diarios de la Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra (provincias de la Comunidad Autónoma de Galicia) presentan un alto coeficiente de correlación (mayor de 0,70), concluyendo que la actividad del fuego parece sincrónica para una zona de 200 por 200 Km., por lo que se debe pensar que:

- Si las causas son distintas para cada provincia, dichas causas deben tener un catalizador común.
- La tal actividad del fuego no depende del tipo de especie arbórea: Los días que más pinos se queman son, así mismo, los que más abedules, castaños, etc., se queman.

Los autores indican que el agente catalizador o potenciador común son las condiciones meteorológicas. Pero además: Las condiciones meteorológicas que regulan la actividad de fuegos no deben ser microclimáticas, sino aquellas que describan comúnmente una escala espacial mayor.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, es posible predecir el comportamiento de los incendios forestales. Van Wagner (1985) citado por McAlpine (1995) destaca que la predicción del comportamiento del fuego es una combinación de arte y ciencia. El lado de la ciencia incluye un complejo sistema dedicado a integrar el combustible, el terreno y factores climáticos par

proporcionar estimados cuantitativos de comportamiento del fuego en términos de velocidad de propagación, intensidad, consumo de combustible y apariencia general. El lado del arte de la predicción del comportamiento del fuego depende del conocimiento y experiencia del personal de campo para interpretar la relevancia de la información científica para condiciones locales de un sitio. Los modelos de comportamiento del fuego usados hoy cuentan con muchos factores que afectan el comportamiento del fuego y son continuamente mejorados.

Según Potter (1996) durante el Siglo XX muchos investigadores han estudiado la relación entre la atmósfera de la tierra y grandes incendios, asociando una variedad de variables meteorológicas con el desarrollo de grandes fuegos (inicio y/o propagación), y agrega que en este contexto Lansing (1939), Davis (1969), y Simard et al. (1987) discuten la sequedad del aire, midiendo la humedad relativa. Fahnestok (1965) encontró que el logaritmo de la humedad relativa muestra una correlación con grandes fuegos o ocurrencias. Byram (1954), Davis (1969), Brotak y Reifsnyder (1977) y Haines (1988) todos mencionan la importancia de la estabilidad atmosférica en o cerca de la superficie de la tierra. Vientos fuertes son frecuentemente citados (por ej. Byram, 1954; Fahnestock, 1965; Brotak y Reifsnyder, 1977; Simard et al. 1987) como los que conducen el desarrollo de grandes incendios. Rothermel (1991) nota el rol que juega el viento con frecuencia en la propagación de incendios de copa. Byram (1954) concluye que ciertos tipos de vientos superficiales pueden contribuir al desarrollo de grandes incendios y que una corriente de vientos en niveles bajos puede ser un factor en el desarrollo de un incendio grande. Brotak y Reifsnyder (1977) difieren con Byram sobre la importancia de los vientos superficiales pero concuerdan en la contribución de corrientes de vientos a bajos niveles. El Sistema Nacional de Grados de Peligro de Incendios (U.S.A.) descrito por Deeming et al. (1977) considera la temperatura, la humedad relativa del aire, la temperatura del punto de rocío, o la temperatura del bulbo húmedo y recientemente la precipitación como factores que determinan el peligro de incendios.

Para Schroeder y Buck (1970), citados por Mirnada, et al., (1996) los incendios forestales ocurren y son afectados por las condiciones de los niveles bajos de la atmósfera en un momento y por sus cambios de un momento a otro. A la vez, el fuego puede ser afectado solamente por los cambios en una pequeña área

próxima a la superficie, y otras veces, la región de influencia puede abarcar muchos kilómetros cuadrados horizontalmente y varios kilómetros verticalmente en la atmósfera.

Los elementos atmosféricos mas comúnmente citados como importantes en el desarrollo de grandes incendios son la humedad y temperatura del aire de superficie, la velocidad del viento superficial, la estabilidad de los niveles bajos de la atmósfera, y las precipitaciones.

Diversos modelos teóricos han sido desarrollados para predecir la velocidad de propagación de los incendios. Uno de los más acertados y frecuentemente usado es el modelo de Rothermel. Este modelo requiere datos sobre el viento, la topografía del terreno, la humedad, el tipo de vegetación y su estructura, y las propiedades del lecho de combustibles. Como regla, aquí el lecho de combustibles es asumido como homogéneo y continuo. Modelos para combustibles heterogéneos han sido desarrollados por Frandsen y Andrews (1979) (Von Niessen, et al., 1988).

El comportamiento del fuego en un incendio forestal es indudablemente un problema complejo y dinámico y constituye un sistema, en donde los efectos de la combustión están regulados por factores conocidos (topográficos, atmosféricos y vegetacionales) por lo tanto, susceptibles de ser modelado y simulado. Entonces, la simulación en este caso, consiste simplemente en experimentar el modelo de comportamiento del fuego en una situación dada de condiciones ambientales , con el objeto de proyectar la potencial expansión del incendio y evaluar la efectividad de las decisiones que se determinan.

De acuerdo con lo anterior , en algunos países se han llevado a efecto importantes esfuerzos tendientes a la construcción de simuladores de incendios, dada la necesidad de disponer indicadores confiables sobre la conflictividad que eventualmente pueda alcanzar el fuego en el transcurso de su propagación y, consecuentemente, sobre el esfuerzo que se requerirá desplegar para lograr un efectivo y oportuno control. Los ejemplos más conocidos corresponden al Sistema BEHAVE, elaborado por el Servicio Forestal de Estados Unidos, y el Sistema FBP (Fire Behavior Prediction) construido por el Servicio Forestal de Canadá (Julio,

1996).

Un desarrollo interesante en simulación de incendios es el Sistema CARDIN, creado por la Universidad Politécnica de Madrid con su versión inicial en 1990 (Martínez Millán et al., 1990).

También es importante destacar la construcción del Sistema KITRAL, desarrollado entre 1992 y 1996 en Chile por un consorcio de organizaciones de investigación (Universidad de Chile, Instituto de Investigaciones Tecnológicas e Instituto Forestal) (Julio, 1996).

Según todo lo anterior es evidente que los factores que determinan el comportamiento del fuego durante el desarrollo de los incendios forestales, confieren a este fenómeno un marcado carácter espacio - temporal, por eso siguen ciertas regularidades impuestas por estos factores, las cuáles son posibles evaluar a lo largo de un periodo de tiempo, si se dispone de la información necesaria, lográndose precisar cuál ha sido el comportamiento histórico de los incendios forestales durante el mismo, lo cual debe seguir ocurriendo en el futuro, al menos en corto y mediano plazos.

## **1.2. Efectos de los incendios forestales.**

Los incendios forestales provocan una gran cantidad y diversidad de impactos o efectos en los ámbitos económico, ecológico, político, social, operativo y legal. Tales impactos varían según el sector de la sociedad afectada (urbana o rural), el tipo de impacto (negativo o positivo), su intensidad (alta, media o baja), la duración del efecto (plazos corto, mediano y largo), sus características (efecto directo, indirecto, tangible, intangible) y en función de la cuantía, frecuencia, extensión y ubicación de los siniestros, así como del ecosistema en cuestión (Rodríguez, 1996).

El tipo de impacto es la forma más comúnmente tratada por diferentes autores. Rico (1981) cita como efectos positivos la abundancia de pastos en la etapa subsiguiente al siniestro, en que las hierbas disfrutan en exclusiva del suelo y de la humedad que contiene y los efectos positivos de la quema de matorral por

eliminación de competencias.

Según Chandler (1983) el fuego, cuando se usa adecuadamente, puede ser muy efectivo y la herramienta menos costosa en el mantenimiento de la sanidad y la economía de los bosques productores, y agrega que exceptuando a los bosques lluviosos tropicales, el fuego ha jugado un rol natural importante en el desarrollo de virtualmente todos los bosques, tierras arboladas y ecosistemas de sabanas.

El fuego devuelve al suelo de manera violenta la mayoría de los nutrientes que estaban presentes en la vegetación y si estos no son arrastrados por el agua de la lluvia o por el viento, el suelo puede aumentar, al menos temporalmente, su fertilidad y dar origen a una nueva vegetación de saludable apariencia (Ramírez, 1996).

Brown, et al. (1996) coincide con Chandler et al. (1983) al plantear que el fuego fue una clave para los procesos ecológicos que determinó la composición y estructura de muchas comunidades de plantas en el Oeste de Norte América antes de esparcirse la colonización por América y agregan que según Savage y Swetnam, (1990) desde la colonización, el ganado de pastoreo y la supresión del fuego han reducido o completamente excluido el fuego de muchos ecosistemas.

Teniendo en cuenta lo anterior es importante citar a Arno (1996) quien señala que durante los últimos años los especialistas en recursos naturales han comenzado a sostener el concepto de la reintroducción del fuego en algunas de sus formas en ecosistemas dependientes del fuego, en los que el fuego juega un rol vital en la determinación de su composición, estructura y el paisaje.

Saveland et al. (1990) plantean que el fuego es un importante elemento del medio ambiente para el *Pinus ponderosa* y provee a los gestores de la tierra con la oportunidad de usar la quema controlada para una variedad de objetivos de manejo, y agregan que la quema controlada en *P. ponderosa* ha sido usada principalmente para reducir el peligro de incendios forestales (Weaver, 1957; Knorr, 1963; Kallander, 1969; Truesdell, 1969; Sackett, 1990; Harrington, 1981). También puede ser utilizada la quema para preparar el lecho de semillas para la regeneración natural (Schubert, 1974; Barrett, 1979; Sackett, 1984; Hease, 1986).

El fuego ha jugado un papel principal en la disposición de los bosques y sabanas del mundo. Los esfuerzos para eliminarlo han introducido problemas tan serios como los creados por conflagraciones accidentales (Cooper, 1961).

Según Batista et al. (1997) el fuego controlado es el más práctico método de manejo a ser usado cuando peligrosas concentraciones de combustibles se acumulan bajo plantaciones.

En los Estados Unidos y en países de América Central se utiliza la quema controlada en las plantaciones de diversas especies de pinos buscando principalmente reducir los riesgos de incendios y favorecer la regeneración natural. En Australia se utiliza en las plantaciones de *Eucalyptus* spp. a fin de reducir la acumulación de combustibles sobre extensas áreas y facilitar el control de incendios. En la India se recomienda la quema controlada para las plantaciones de *Tectona grandis* (Batista, et al., 1997).

Este último autor reconoce, al igual que muchos otros, los efectos negativos de los incendios forestales, planteando que el fuego es la mayor fuente de daños a los bosques de todo el mundo, excepto en algunas áreas tropicales lluviosas. Además de quemar y destruir el bosque y otras formas de vegetación, los incendios pueden también afectar negativamente otros elementos del ecosistema como el suelo, la fauna silvestre y el aire atmosférico.

Cianciulli (1981) se refiere al tema planteando que los incendios forestales ocupan el primer lugar en las estadísticas de los agentes destructores de los bosques, razón por la que son denominados y tratados como “enemigo número uno de los bosques”. Este autor recomienda considerar los daños producidos en una superficie o región sobre los siguientes conceptos propuestos por Illick:

- Destrucción o daño en ,árboles jóvenes, maduros o supermaduros, indispensables para el desarrollo y progreso de la industria maderera;
- Destrucción de semillas (futura regeneración) y rebrotes (futuro bosque);
- Destrucción de la cobertura muerta y empobrecimiento del suelo, reduciendo la capacidad reproductiva y preparándolo para la erosión;
- Destrucción de los bosques de protección de la fauna y eliminación de las

bellezas escénicas naturales;

- Aumento del número de insectos y enfermedades que luego actuarán infestando los bosques limítrofes;
- Destrucción de viviendas, cultivos agrícolas, explotaciones pecuarias, y muchas veces, pérdida de vidas humanas;
- Destrucción, en una palabra, de todos aquellos beneficios, directos ecosistema indirectos que el bosque suministra a la humanidad, peligrando con eso la preservación del medio ambiente.

Un estudio realizado en masas de *Pinus pinaster* y *P. radiata* por Bará, et al. (1982) arrojó que después de un incendio los contenidos de fósforo utilizable y potasio, calcio y magnesio cambiables entre 0 - 5 cm aumentan considerablemente. El pH experimenta un incremento alrededor de una unidad. El contenido de materia orgánica disminuye sobre un 40 % y la relación C/N bajó a 12. Entre 5 y 30 cm no se observaron cambios significativos. A los 2 años entre 0 y 5 cm el calcio y el magnesio conservan niveles análogos a los del testigo. El potasio disminuye en 30 % y el fósforo presenta un nivel 4 veces mayor que el testigo. El pH solo supera al testigo en una décima, el limo y la arcilla disminuye en un 15 % como consecuencia de los arrastres. Entre 5 y 30 cm no se observan cambios significativos.

Grasso, et al. (1996) plantean que la quema altera las características microbiológicas del suelo en varias formas, dependiendo del tipo de suelo, intensidad del fuego y los cambios inducidos por el fuego en el substrato.

Por su parte Andreu, et al. (1996) destacan que el efecto del fuego en el suelo depende en gran medida de su intensidad. En un estudio realizado por estos autores en un área de 9 498 ha afectadas por el fuego en bosques de pinos y matorral en Sierra Calderona, Valencia, España; se observó que la incidencia de las altas temperaturas produce un aumento en el pH y la conductividad eléctrica, principalmente por la acumulación de cenizas y nutrientes desprendidos. En la misma forma, el contenido de nitrógeno mineral y el fósforo disponible también se incrementó, mientras que la materia orgánica y el nitrógeno total decreció. Después del fuego, los niveles de materia orgánica y nitrógeno total se incrementaron progresivamente con el tiempo, mientras que una disminución fue observada en el fósforo disponible y las sales solubles.

El fuego puede tener un marcado efecto en el ciclo y el balance de los nutrientes en un ecosistema (O'Connell, et al., 1981; Rundell, 1981; Woodmansee y Wallach, 1981; Walker et al., 1981; citados por Raison, 1985).

Según Heikkilä, et al. (1993) cuando se produce la quema, ésta trae un número de efectos negativos sobre el ambiente tales como: estabilidad de los nutrientes, flora y fauna, textura del suelo, estabilidad ecológica y temperatura global.

Refiriéndose también a los efectos negativos de los incendios forestales, Ramírez (1996) apunta que estos destruyen no sólo los árboles y la vegetación en general, sino también animales silvestres; exponen los suelos a la erosión, acortan la vida útil de las represas de agua por la sedimentación que produce el arrastre que los ríos toman de los suelos desnudos, provocan inundaciones, agravan las sequías, contaminan el aire, causan enfermedades a las poblaciones vegetales y animales, incluyendo al hombre, afean el paisaje y afectan a la sociedad humana porque desequilibran el ambiente que le es favorable, contribuyen a la pérdida de biodiversidad y al incremento del efecto invernadero del CO<sub>2</sub>. El fuego cambia las propiedades físicas del suelo al disminuir su porosidad y su capacidad de infiltración y de retención del agua, como consecuencia de la destrucción de la cubierta vegetal y de la materia orgánica en descomposición que forma el humus, fuente de nutrientes para el bosque.

El fuego introduce una serie de cambios físicos, biológicos y químicos en el bosque cuyos efectos se manifiestan sobre las plantas, la salud de la población vegetal, las masas forestales, el microclima, el suelo, la fauna y los valores recreativos (Rico, 1981).

Los efectos del fuego dependen de la interacción del comportamiento del fuego y las características del sitio específico, tales como las especies, la edad de la vegetación y el tipo de suelo (De Ronde et al., 1990).

En los últimos años se ha hecho hincapié en el impacto de los incendios a escala regional o mundial por sus efectos sobre el medio ambiente.

Según Andreae y Gildammer (1992) citados por Goldammer et al. (1996) se ha calculado que la liberación bruta de carbono a la atmósfera producida por la quema de biomasa vegetal en los trópicos para la agricultura migratoria, la deforestación permanente, u otros incendios de bosques y sabana, puede oscilar entre mil y cuatro mil millones de toneladas por año.

El humo de los incendios contiene diversos contaminantes, como son  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}$  y otros, produciendo  $\text{CO}_2$ , que contribuye al cambio climático global (Rodríguez, 1994).

Según García (1998) por cada tonelada de biomasa que se quema van a la atmósfera 34 Kg de  $\text{CO}_2$ , el cual es muy estable pues se mantiene por 140 ó 150 años.

Un estudio realizado en el que utilizaron los datos procedentes de los Modelos Globales de Cálculo, para determinar la frecuencia de los relámpagos en un régimen climático con doble cantidad de  $\text{CO}_2$ . Este estudio pronosticó un incremento de la frecuencia de rayos en todas las latitudes, con un aumento medio global de un 26 % (Fosberg et al., 1990; citados por Ciesla, 1996).

Lo anterior tendría gran significación en regiones donde los rayos son la causa principal de los incendios.

Después de la quema de combustibles fósiles, la quema de la vegetación forestal es la segunda fuente de gases de efecto invernadero y actualmente representa un 20 - 30 % de las emisiones anuales de estos gases (IPCC, 1990; citado por Ciesla, 1995).

Las emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ) producto del fuego contribuyen al efecto invernadero atmosférico (Crutzen et al., 1979 citado por Beringer, et al., 1995).

El humo emitido por la quema de biomasa puede también afectar la cantidad de radiación por el incremento de la reflexión y absorción de la radiación solar (Beringer, et al., 1995).

Concluyendo con los efectos producidos por los incendios forestales se citan a Atzet, et al. (1988) quienes plantean que los efectos del fuego dependen de su variabilidad en el tiempo y en el espacio. La frecuencia, intensidad y duración varía en el tiempo; la extensión y distribución varían en el espacio. Estas variables definen el régimen de fuego que es dependiente del ambiente de este, siendo los tres factores más importantes en el mismo las condiciones climatológicas, los combustibles y la topografía. La fuente de ignición puede ser importante.

El análisis anterior fundamenta la necesidad de evitar la ocurrencia de los incendios forestales, o al menos disminuir las superficies por ellos afectadas, una de cuyas alternativas, según se presenta en esta tesis, es dotar a los planes de prevención de una base científica a partir de evaluaciones del comportamiento histórico de los mismos en los distintos territorios.

### **1.3. Prevención de incendios forestales.**

La prevención de los incendios forestales es la fase más importante de la protección de los bosques contra estos. Es (Soares, 1985) la mejor arma contra el fuego, pues un incendio prevenido no necesita ser combatido y no causa daños.

La prevención puede consistir (Wilson, 1979) en reducir el peligro, eliminar o reducir el riesgo, o ambas cosas.

El peligro de incendio forestal es el producido por la conjunción del combustible vegetal existente en el monte, la probabilidad de que se presente alguna de las causas típicas de incendio y las condiciones meteorológicas. Si los tres factores tienen una intensidad baja, el peligro también lo es (Vélez, 1981), mientras que el riesgo según la FAO (1986) es la probabilidad de que se inicie un fuego, igualmente determinada por la naturaleza y por la incidencia de agentes causales; es un elemento del peligro de incendio en un área.

La prevención puede definirse como todas las actividades comprometidas con la minimización de la incidencia de fuegos destructivos (FAO, 1986).

Cienciulli (1981) plantea que la prevención puede definirse como aquella parte del

trabajo de protección contra incendios forestales que tiende a educar al pueblo sobre las causas y los efectos del fuego y las formas posibles para evitarlo. Salvo aquellos incendios originados por causas naturales, los restantes pueden y deben ser considerados como perfectamente evitables.

Según Vélez (1981) la prevención tiene como objetivo fundamental impedir que se originen aquellos incendios que son debidos a causas evitables. A este objetivo según el propio autor se le pueden añadir otros dos objetivos básicos: la preparación de los montes para obstaculizar la expansión del fuego cuando se ha producido el incendio y la instalación de un sistema de detección y comunicaciones que permita acudir rápidamente a extinguir el fuego.

Estos objetivos están muy bien concebidos, tal es así que si se ponen en práctica en un territorio, permitirían el ordenamiento del mismo contra los incendios forestales de forma satisfactoria. El referido autor plantea para materializarlos acciones tales como la educación, la divulgación y el cumplimiento de la legislación para el primero, y para el segundo modificar los combustibles a través de la plantación de vegetación resistente al fuego, que nos permita aprovechar el suelo y se defienda si llega el incendio y reducir la cantidad de combustible forestal para que el fuego no se pueda iniciar o se propague con dificultad.

Con respecto a lo anterior Heikkilä et al. (1993) indican que la mejor forma para reducir las causas de incendios es la educación del público, eliminar el peligro de incendio, y hacer cumplir las leyes. Consideran que cuando el público entiende los valores de los bosques y las pérdidas que traen los incendios forestales, ellos pueden prestar un poco más de cuidado cuando encienden fuegos deliberadamente. Para el logro de lo anterior recomiendan contactos personales, creación de asociaciones y grupos, uso de los medios masivos de advertencia, posters, y otros métodos de prevención tales como cartas preventivas, pronósticos del peligro de incendio, construcción de cortafuegos y cortacombustibles, uso de fajas verdes, aplicación de leyes y regulaciones y reducción del peligro.

Según Cianciulli (1981) el éxito de toda organización destinada a la prevención y lucha contra los incendios forestales se logra en la rapidez de su localización, y

agrega que para estar en condiciones de actuar con eficacia, es indispensable que el personal de defensa conozca los factores y agentes que facilitan el inicio de la propagación del fuego.

Refiriéndose también a la prevención Molina (1982) nos dice que las medidas a tomar para paliar el fenómeno del fuego se pueden agrupar en tres órdenes de categorías principales: medidas para la extinción de los fuegos declarados, medidas preventivas y medidas contra la proliferación de los incendios de naturaleza socioeconómica.

La prevención de los incendios de bosques y otras áreas silvestres abarca una amplia diversidad de medidas encaminadas a modificar la carga de combustibles y el comportamiento humano dentro del área de los recursos amenazados por el fuego o en zonas aledañas, con el fin de reducir la incidencia, la propagación y la intensidad de los incendios al punto en que puedan controlarse con los medios técnicos existentes (OIMT, 1997).

Para desarrollar las campañas de concienciación que en el campo de la prevención son realizadas es preciso contar con antecedentes históricos del comportamiento de los incendios forestales, pues de lo contrario no tendrán efectos importantes, serían formales y ciegas. Para desarrollar las distintas actividades que incluye el manejo de los combustibles, es preciso también, tener información sobre los combustibles más afectados, los cuales tienen una determinada distribución en el espacio. Por esto el desarrollo de un sólido programa de prevención sólo es posible si se cuenta con un análisis bien detallado del comportamiento histórico de los incendios forestales en el espacio y en el tiempo.

#### **1.4. Extinción de incendios forestales.**

La extinción de los incendios forestales incluye todos los trabajos y actividades relacionadas con las operaciones de extinción del fuego, comenzando con su descubrimiento y continuando hasta que el fuego es completamente extinguido (FAO, 1986).

Distintos autores relacionan tres métodos para conseguir la extinción de los incendios forestales: ataque directo en el borde en llamas, ataque paralelo por construcción de una línea de defensa a lo largo y paralelamente al borde del fuego, y ataque indirecto por localización de líneas de control o de defensa a distancias considerables del borde del fuego, eliminado el material combustible existente entre ambos frentes utilizando la contracandela.

Según Chandler et al. (1983) el ataque directo incluye extinción de las llamas por enfriamiento del combustible con agua, productos químicos o tierra y raspando una línea completamente alrededor del borde del fuego. El ataque directo es normalmente usado en fuegos muy pequeños que pueden ser extinguidos y completamente liquidados como una unidad, en fuegos de baja intensidad donde el calor y el humo no impidan las operaciones de los trabajadores en el borde del fuego, y en la cola de fuegos más intensos donde el humo esté hacia dentro del área quemada. El ataque paralelo es usado siempre que el fuego sea intenso para el ataque directo o cuando el borde del fuego es tan irregular que el ataque directo puede resultar en una línea excesivamente larga. En el ataque paralelo una línea de defensa es construida tan cerca como sea posible del borde del incendio mientras todavía permita a las cuadrillas o brigadas confort y asegurando que dicha línea pueda ser completada antes de que llegue el fuego. Esta forma de ataque es frecuentemente usada en los flancos de intensos fuegos, pero es potencialmente peligroso en esta situación cuando un inesperado cambio del viento puede convertir un flanco en la cabeza del fuego con no suficiente distancia entre el fuego y la línea para permitir a la cuadrilla una ordenada retirada. El ataque indirecto es usado cuando por la intensidad del fuego se hace inseguro el uso de otro método o cuando los valores a proteger son insuficientes para justificar un gran gasto en el combate. Durante este tipo de ataque las fuerzas son retiradas a carreteras, caminos, cortacombustibles o barreras naturales. Un exitoso ataque indirecto requiere personal experimentado y un conocimiento continuo sobre las condiciones climáticas y el comportamiento del fuego en combustibles y situaciones topográficas similares.

La selección de cualquier método de combate dependerá entre otros elementos del carácter del incendio, las variaciones en su desarrollo, la topografía, las barreras naturales existentes, el número de combatientes disponibles y la

disponibilidad de agua.

El objetivo de la extinción será eliminar alguno de los tres componentes del triángulo del fuego utilizando herramientas manuales o medios mecanizados.

Según Ramírez (1996) el éxito en el combate de los incendios forestales tiene implícito varios pasos que son necesarios cumplir a objeto de garantizar mayor efectividad en las operaciones:

- Se deben mantener en alerta y disponibles los recursos humanos y materiales.
- Una vez recibido el aviso de un incendio, se debe proceder a movilizar de manera ordenada y en el menor tiempo posible las cuadrillas de combate y los recursos necesarios para este fin.
- Ejecutar la táctica y estrategia más adecuadas dependiendo del comportamiento del incendio y de las facilidades del sitio (cortafuegos naturales o realizados, áreas quemadas, etc.), a fin de evitar su avance.
- El responsable del combate debe verificar que las instrucciones que se impartieron para el combate del incendio, fueron entendidas por el personal que participa en esta labor.
- Seguir la secuencia de confinar y extinguir el incendio.
- Garantizar la continuidad de las acciones de combate de incendio.
- Inspeccionar el perímetro del incendio, evitando posible reinicio del mismo.
- Evaluar la superficie afectada.
- Proceder a la desmovilización.
- Registro de información.

Para extinguir rápidamente y con eficiencia un incendio, es imprescindible una coordinación adecuada entre los vigías de las torres de observación, a través de comunicaciones por teléfonos portátiles y radios, estableciendo contactos con los puntos de acceso a los bosques y poniendo en acción los equipos de lucha contra el fuego, así como su cuerpo de combate (Cianciulli, 1981).

Según Martínez (1998) las etapas del combate son: reconocimiento y evaluación, ataque, control, liquidación y vigilancia activa postincendio.

En varios países y regiones la filosofía de la extinción del fuego se basa en el éxito del ataque inicial, por lo que cada día se hace más popular el empleo de vehículos pequeños de potencia adecuada, con el fin de llegar lo antes posible al foco del incendio, portando una pequeña brigada de hombres bien entrenados, un depósito de agua con retardantes de la combustión y los equipos y herramientas necesarios. Un ejemplo importante en este sentido son los Vehículos de Vigilancia y Primer Ataque utilizados en España, los que según Martínez (1998), deben estar repartidos proporcionalmente en las provincias según riesgo y peligro de cada comarca, siendo imprescindibles en áreas con alto número y frecuencia de incendios intencionados, pues los mismos son vehículos todo terreno en los que la manguera va enrollada, por lo que se hace el tendido con rapidez, el kit de primer ataque dispone de un depósito con agua suficiente para una extinción rápida, sobre todo si se mezcla con retardantes o espumógenos, si no se puede acceder con la manguera del vehículo al foco de fuego, se actúa con las herramientas que porta o con extintores de explosión, la dotación debe ser de tres personas formadas y adiestradas en las investigaciones de causas. Estos medios de acción rápida se relevarán lo antes posible para que continúen con su cometido de vigilancia.

Las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales durante un periodo determinado de tiempo, permiten evaluar cuál ha sido la efectividad del servicio de extinción de incendios dando la posibilidad de analizar cuáles han sido las deficiencias y cuáles los aciertos, a la vez que suministran informaciones sobre las posibilidades de propagación del fuego en los distintos tipos o modelos de combustibles y cuáles deben ser los periodos del día y del año en los cuáles debe activarse el sistema de extinción de incendio.

### **1.5. Comportamiento histórico de los incendios forestales.**

Al ser los incendios forestales un fenómeno que dependen de distintas variaciones en el espacio y en el tiempo caracterizadas en el primero de los casos por su permanencia en el tiempo y en el segundo caso por sus variaciones cíclicas, debe esperarse un comportamiento del fuego similar para cada espacio y para cada periodo de tiempo, motivo por el cual para que un análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministre la información

necesaria para planificar su prevención, debe realizarse en un contexto espacio - temporal, lográndose de esta forma una estructuración lógica de cada uno de los aspectos que aportan resultados importantes.

Para llegar a planificar la prevención, es preciso según Soares (1985) conocer el perfil de los incendios forestales, esto es, saber dónde, cuándo y porqué ocurren los incendios. El conocimiento de las estadísticas referentes a los incendios es fundamental en la planificación de su prevención. La falta de información sobre los incendios forestales debe llevar a dos extremos: gastos muy altos en protección, por encima del potencial de daños, o por otro lado, gastos muy pequeños, colocando en riesgo la supervivencia de los bosques.

Un efectivo control de las fuentes de riesgo requiere el conocimiento de como ella operan localmente y cuándo y dónde los incendios ocurren.

Para obtener tales informaciones es necesario un análisis de las experiencias pasadas con respecto a los incendios ocurridos.

Los datos más frecuentes usados como guías para los programas de prevención son: las causas de los incendios que ocurren, la época y el lugar de la ocurrencia y la extensión del área quemada. Es importante saber dónde ocurren incendios para definir las regiones de mayor riesgo y establecer prioritariamente para las mismas programas más intensivos de prevención de incendios. La distribución de los incendios a través de los meses del año es una información importante en la planificación de la prevención, pues implica las épocas de mayor riesgo de ocurrencia de incendios. El conocimiento de la extensión del área quemada durante un incendio puede ser útil para analizar la eficiencia en el combate. Cuanto mejor fue la eficiencia del equipo de combate, menor es la extensión del área quemada (Batista, et al., 1997).

Por su parte Heikkilä et al. (1993) plantean que una base para la prevención es una buena estadística de las causas de los incendios y agrega que un plan de prevención de incendios es necesario para organizar las operaciones de prevención tan efectivamente como sea posible. La parte escrita de estos planes debe incluir mapas, tablas y gráficos requeridos por el servicio de incendios. El

material debe ser actualizado por lo menos una vez al año.

Según estos autores el primer paso en la planificación es coleccionar todos los factores básicos y datos de la ocurrencia de incendios. Esta información puede ser compilada, por ejemplo, a partir de datos obtenidos de los últimos cinco años sobre:

- ¿Cómo y por qué surgieron los incendios?.
- ¿Cuándo ellos se iniciaron? (mes, día y hora del día).
- ¿Cuándo ocurren más frecuentemente? (tiempo, peligro)
- ¿Cuántos fuegos se iniciaron por las distintas causas?.
- ¿Dónde ellos ocurren? (localizarlos en mapa, tipo de bosque)

Este análisis determinará las metas reales y lógicas de un plan de prevención de incendio. Esto también ayudará por ejemplo, a resumir los principales problemas:

- ¿Cuáles son las principales causas de los incendios?.
- Localización de áreas con alto grado de riesgo.
- Localización de áreas que deben ser protegidas.
- ¿Cuáles son los principales objetivos y métodos de la protección contra incendios?.

Es importante que en los planes de prevención de incendios se estimen los recursos monetarios y los requerimientos de equipamientos.

Para mayor eficacia de la prevención de incendios forestales, planes regionales o locales, especificando las técnicas mas adecuadas y viables, pueden ser establecidas. Para esto son necesarias algunas informaciones y estadísticas sobre la ocurrencia anterior del fuego y aspectos generales del área con el fin de establecer con mas eficiencia los métodos y objetivos de la prevención. Siendo estas informaciones básicamente las siguientes: región de ocurrencia, causa de los incendios, duración del periodo de ocurrencias y zonas prioritarias (Soares, 1985).

Según Martínez (1990) citado por Rodríguez (1995) para el planteamiento de un programa de prevención deben identificarse las zonas de ocurrencias de

incendios y su frecuencia, la determinación de las causas que los originan y la época en que ocurren, realizarse una clasificación de los combustibles, la definición del valor de los recursos forestales y de las zonas que prioritariamente requieren protección, además de la priorización de las actividades de protección, su naturaleza e intensidad.

Sobre la base del análisis anterior puede resumirse que:

- El fuego en los ecosistemas forestales provoca gran cantidad de efectos sobre el medio ambiente, los que por su magnitud deben ser minimizados a través de un adecuado manejo de incendios, el cual según la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), (1997), consiste en todas las actividades necesarias para la protección de los valores del bosque susceptibles al fuego, y el uso del fuego con el fin de satisfacer los objetivos del manejo de tierras, el que según Chandrasekharan (1998) se puede tratar en tres etapas: (a) planificación previa y prevención de incendios; (b) extinción de los incendios; y (c) rehabilitación y manejo forestal posterior a los incendios.
- El comportamiento del fuego en los ecosistemas forestales está determinado por una fuente de calor que suministre la energía necesaria para desencadenar la combustión, por la topografía, el combustible y la presencia de oxígeno unido a condiciones meteorológicas favorables. Tanto la topografía como el combustible son factores relacionados con el espacio, mientras que las condiciones meteorológicas se manifiestan en determinado espacio de forma diferente a través del tiempo, de esta forma queda claro el carácter espacio - temporal de los incendios forestales, el cual es posible predecir utilizando modelos teóricos.
- Las estadísticas sobre las ocurrencias en el espacio y en el tiempo de los incendios forestales permiten evaluar el comportamiento histórico de los mismos, obteniéndose informaciones valiosas que permiten dotar a los planes de prevención de una base científica, lo que garantiza el incremento de su efectividad.

## **2. BASES METODOLÓGICAS PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LA PREVENCIÓN**

La prevención contra los incendios forestales necesita, al igual que otras actividades, ir alcanzando niveles de efectividad cada vez mayores, por lo que resulta necesario estudiar alternativas que permitan su perfeccionamiento, una de las cuales es la utilización de las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales en un territorio determinado, con el fin de dotar a los planes de prevención contra los mismos de una fundamentación científica.

En este capítulo se aborda el establecimiento de las bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales, para lo que se definieron tres etapas fundamentales:

1. Obtención y procesamiento de la información estadística.
2. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales.
3. Formulación de las medidas preventivas.

### **2.1. Obtención y procesamiento de la información estadística (Primera Etapa).**

La estadística de los incendios forestales es una herramienta de gran importancia en la planificación de la lucha contra los incendios. A partir de los resultados que proporciona se ponen de manifiesto situaciones o hechos difíciles de observar y cuantificar en el día a día, pero que exigen actuaciones para su gestión (CLIF, 1997a).

Para la obtención y procesamiento de la información estadística sobre los incendios forestales ocurridos en un territorio se tuvieron en cuenta dos elementos: (a) la base de datos, y (b) el software para su manejo.

#### **2.1.1. La base de datos.**

1. Para poder hacer una evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales (Segunda Etapa) es fundamental contar con una base de datos caracterizada por: (a) abarcar un periodo de años adecuado; (b) poseer confiabilidad y (c) estar automatizada.

En cuanto al primer punto puede señalarse que diferentes periodos de años han sido utilizados por distintos autores, con el fin de lograr resultados precisos.

Según Heikkilä et al. (1993) deben colectarse datos de los últimos 5 años. También Oharriz, et al. (1990) analizaron informaciones de 5 años para su trabajo "Estadísticas de los incendios forestales en Cuba durante el periodo 1981 - 1985". Otros autores han utilizado mayores cantidades de años, tales son los casos siguientes: El Comité de Lucha contra Incendios Forestales (CLIF) (1997b) en su obra "Libro Rojo de la prevención de los incendios forestales" utilizaron indistintamente 6, 7 y 10 años y en la obra "Libro Rojo de la coordinación contra los incendios forestales" (CLIF, 1997c) 7 años. La Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN) hace referencia en el trabajo "Los incendios forestales en España durante 1996" a 10 años (DGCN, 1996a). Çanakçioğlu (1990) utilizó 29 y 51 años en el trabajo "Incendios forestales en Turquía". García (1985) empleó para el trabajo "Chiguagua y los incendios forestales", los datos de 12 años. En la Metodología para la realización de los Estudios Tácticos Operativos Territoriales del Sistema de Enfrentamiento de Protección contra Incendios Forestales, elaborada en 1995 por la Dirección General del Cuerpo de Guardabosques se recomienda utilizar 10 ó más años para el análisis estadístico del comportamiento histórico de los incendios forestales (CGB, 1995). Martínez (1994) en su trabajo "El problema de los incendios forestales en España, análisis de los últimos cincuenta años, previsiones de cara al Siglo XXI", utilizó estadísticas de 33 y 50 años en sus análisis. En trabajos realizados en las Empresas Forestales Integrales "Villa Clara" (Delgado, 1987), "Guantánamo" (Riviaux, 1988), "Macurijes" (Fonseca, 1988), "Ciénaga de Zapata" (Cobas et al., 1989), "La Palma" (Pérez, 1991) y "Sancti Spiritus" (Díaz, et al., 1989) se utilizaron 8, 10, 10, 9, 7 y 10 años respectivamente y en trabajos realizados para la provincia de Pinar del Río por Rosales, et al. (1994), Valdivia, et al. (1994), Ramos (1996) y Ramos (1998a) se utilizaron

periodos de 10, 10, 20 y 22 años respectivamente.

De acuerdo con lo anterior y las distintas consultas personales realizadas, nunca deben emplearse menos de 5 años, siendo más usual utilizar 10 años, a partir de cuya cantidad se emplearán más o menos años en dependencia de la finalidad del trabajo que se realice.

La confiabilidad de la base de datos debe estar garantizada, lo que depende de la fuente que los recogió y del momento histórico del desarrollo técnico de la actividad. Estos elementos, básicos para la obtención de resultados precisos pueden ser eficazmente obtenidos si se utiliza una metodología bien concebida y abarcadora como la “Metodología para la obtención y reporte de la información estadística sobre los incendios forestales” (Ramos, 1998b) (anexo 1).

El desarrollo alcanzado por las técnicas de computación en cuanto al manejo de bases de datos en microcomputadoras, propiciado por el diseño de sistemas como el dBASE II, dBASE III PLUS, FoxBASE ó el Microsoft Acces, entre otros, ha significado una contribución fundamental al logro de resultados precisos y en poco tiempo del análisis de datos.

Teniendo en cuenta los elementos necesarios para el correcto desarrollo de evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales en un territorio, de su aparición en las actas de los incendios forestales y de las facilidades que brinda el Sistema Gestor de Bases de Datos FoxBASE, se presenta la estructura de una base de datos sobre incendios forestales (tabla 1) la que utiliza datos numéricos y es de tipo relacional, con dos partes fundamentales, una que define la estructura de los registros de datos y otras que contiene los datos. En esta base de datos, al igual que en los ficheros de bases de datos, las filas se llaman registros y las columnas se llaman campos, por lo que los datos correspondientes a cada incendio (columnas) serán los campos y cada incendio (fila) será un registro.

El significado de los campos definidos en la tabla 1, es el siguiente:

- Campo EMPR

Se corresponde con un número arábico que se utilizará como código, el que se

asignará a cada una de las Empresas Forestales Integrales (EFI) del territorio que será objeto de estudio.

- Campo AÑO.

Se refiere al año en que ocurrió el incendio y se anotan sólo las dos últimas cifras.

- Campo MES.

Es el mes en que ocurrió el incendio, correspondiendo a enero el 01 y a diciembre el 12.

- Campo FECHA.

Se escribirá según la forma mes/día/año.

- Campo DIASEN.

Este campo se refiere al día de la semana según la tabla 2.

Tabla 2. Código de los días de la semana.

Códigos	Días de la semana
1	Domingo
2	Lunes
3	Martes
4	Miércoles
5	Jueves
6	Viernes
7	Sábado

- Campo HORA.

Se corresponde con la hora en que fue detectado el incendio y se anota según la hora militar.

- Campos TIPO.

Se utilizan los códigos de la tabla 3.

Tabla 3. Código del tipo de incendio.

Códigos	Tipo de incendio
1	De copa
2	Subterráneo
3	Superficial

- Campos CAUS1.

Se utilizarán los códigos de la tabla 4.

Tabla 4. Códigos de las causas.

Códigos	Causas
1	Desconocidas
2	Intencionales

3	Negligencias
4	Rayos

- Campo CAUS2.

Se utilizarán los códigos de la tabla 5.

Tabla 5. Códigos de las negligencias.

Códigos	Tipo de negligencia
1	Carboneros
2	Castradores de colmenas
3	Cazadores
4	Estudiantes
5	Fumadores
6	Motosierras
7	Pescadores
8	Combinada cañera sin matachispa
9	Prácticas militares
10	Quema controlada
11	Quema de basureros
12	Quema de caña
13	Quema de desechos
14	Quema de potreros
15	Quema de tumbas
16	Quema incontrolada
17	Sembradores de arroz
18	Tendido eléctrico
19	Trabajador forestal
20	Tractor sin matachispa
21	Vehículo sin matachispa

- Campos FORMA1, FORMA2 y FORMA3.

Estos campos responden a la posibilidad real de que un mismo incendio afecte hasta 3 tipos diferentes de vegetación. El código a utilizar se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Código de los grupos de especies.

Códigos	Tipo de vegetación
1	Casuarinas
2	Eucaliptos
3	Otras latifolias
4	Pinos

- Campos TBOSQ1, TBOSQ2, TBOS1, TBOS2, TB1 y TB2.

Estos campos responden a la finalidad de precisar para cada grupo de especie afectada por el incendio (hasta 3 posibilidades), la clase de bosque según su origen, utilizando los códigos de la tabla 7.

Tabla 7. Código de las clases de bosques.

Códigos	Tipo de vegetación
1	Natural
2	Artificial

- Campos AFECTAC1, AFECTAC2, AFECTAC3, AFECTAC4, AFECTAC5 y AFECTAC6.

Estos campos permiten precisar para cada tipo de bosque y dentro de cada tipo de vegetación afectada, la superficie en hectáreas que corresponda a esas afectaciones.

- Campos EDAD1, EDAD2, EDAD3, EDAD4, EDAD5 y EDAD6.

Estos campos permiten precisar para cada tipo de bosque y dentro de cada tipo de vegetación afectada, la edad correspondiente.

- Campo AFECTOTAL.

Este campo expresa la sumatoria de los valores de cada indicador de las afectaciones.

- Campos PERA, PERB, PERC y PERD.

Estos campos expresan los valores de las pérdidas económicas provocadas por el incendio, correspondiendo a ellos los indicadores pérdidas por reforestación, pérdidas por los metros cúbicos de madera afectada, pérdidas por limpieza del área y pérdidas por las acciones de lucha.

La base de datos sigue la estructura de la figura 1, en la que los campos son indicados por su correspondiente código de la tabla 1.

### **2.1.2. Software para el manejo de bases de datos sobre incendios forestales.**

Después de contar con una base de datos automatizada es fundamental poder acceder a la misma de una forma fácil, rápida y logrando la mayor precisión posible. Varios países ya han logrado automatizar todo este proceso, uno de los cuales es España, país que según el CLIF (1997a) cuenta con la mejor Estadística de incendios forestales de todos los países europeos, que ha desarrollado un nuevo programa, utilizado a partir de enero de 1998, el EGIF (Estadística General sobre Incendios Forestales), realizado en CLIPPER 5,2 y

que utiliza bases de datos tipo \*.DBF.

Para acceder a bases de datos sobre incendios forestales se ha diseñado el Sistema Integrado para el Manejo de Bases de Datos sobre Incendios Forestales (SIMBDIF), Ramos, et al. (1998) sobre FoxBASE, el cuál utiliza bases de datos de tipo \*.DBF, y está integrado por 39 ficheros .PRG que ocupan 446 695 bytes, según muestra la tabla 8. El sistema puede ser usado en un ordenador personal IBM PC, PC XT, PC AT ó superiores con un RAM mínimo de 640 Kbytes.

En la figura 2 se representa el mapa integrador del sistema, donde se observa que el programa SIMBDIF accede a un menú de 6 opciones, en cada una de las cuales se accede a través de sus respectivos programas a submenús con diferentes opciones.

Para el empleo del SIMBDIF deben seguirse las instrucciones presentadas en el manual "Sistema Integrado Para el Manejo de Bases de Datos sobre Incendios Forestales: SIMBDIF, Guía del Usuario" (Ramos, et al., 1998).

Como resumen de esta primera etapa se presentan los pasos siguientes:

1. Recopilar la información estadística contenida en las actas de los incendios ocurridos al menos durante los últimos 10 años.
2. Aplicar el diseño desarrollado o actualizar la base de datos correspondiente al territorio sobre el que se hace el estudio.
3. Acceder a la base de datos utilizando el SIMBDIF.

## **2.2. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales (Segunda Etapa).**

Después de haber brindado las informaciones necesarias sobre la obtención y procesamiento de la información, en la etapa anterior, se demuestra a continuación la importancia de cada uno de los aspectos que deben tenerse en cuenta para la correcta realización de la evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales, como elemento indispensable que permite formular las medidas de prevención que se presentan en la tercera etapa y que dan a los planes de prevención una fundamentación científica. También se abordan los

aspectos metodológicos necesarios para obtener cada resultado, siguiendo una estructuración lógica que responde al carácter espacio - temporal de los incendios forestales, aspecto abordado en el capítulo anterior.

### **2.2.1. Distribución temporal del número de incendios y de sus afectaciones.**

Como ya se ha señalado, los incendios forestales son un fenómeno temporal, en correspondencia con lo cual se manifiesta. El análisis de este indicador permite encontrar la respuesta a la pregunta. ¿Cuándo ocurren los incendios forestales y cuándo producen sus mayores afectaciones?. De esta forma es posible establecer durante qué periodos debe activarse el servicio de protección contra los mismos, o cuándo deben iniciarse las campañas de concientización y cuándo los trabajos de manejo de combustibles. Para encontrar estas respuestas el análisis debe tener en cuenta la distribución de los incendios y sus afectaciones a través del periodo de años seleccionado, del año, de la semana y del día.

- **A través del periodo de años seleccionado.**

El total de incendios y de las hectáreas por ellos afectadas varían de un año a otro. Encontrar una explicación a estas variaciones sería muy útil para la prevención, pues se establecerían las condiciones que las propiciaron, lo cual no siempre se alcanza desde el punto de vista de un análisis del comportamiento histórico de los incendios, por no contarse con las informaciones necesarias, siendo posible determinar con los datos sobre estas dos variables, si sus tendencias han sido al aumento o a la disminución, lo que permite arribar a conclusiones importantes. Si en los dos casos la tendencia es al aumento, resulta evidente que todavía no se han alcanzado los niveles deseados en cuanto a la prevención y a la extinción de los incendios, por lo que es necesario continuar trabajando por incrementar la efectividad de ambas actividades. Si la tendencia del número de incendios es la aumento y la de las afectaciones a la disminución, puede concluirse que ya el servicio de extinción ha alcanzado niveles de efectividad adecuados, lo cual no ha ocurrido todavía para la prevención. La determinación de la tendencia permite trazar estrategias para los próximos años.

El método propuesto para obtener dicha tendencia es la utilización de un análisis de regresión lineal simple, a través del cuál se obtendrá la ecuación

correspondiente, a partir de considerar a los años como la variable independiente y a los valores del número de incendios o de hectáreas afectadas como la variable dependiente. Este método ha sido utilizado por Vélez (1994) y la DGCN (1996b).

- **A través del año.**

Las épocas de mayor ocurrencias de incendios durante el año pueden variar bastante entre las regiones, especialmente en países de grandes dimensiones territoriales. Esas variaciones son causadas principalmente por el clima, aunque puede ser influenciadas por los tipos de vegetación (Soares, 1985).

Para esto tradicionalmente se obtiene una tabla donde se muestran los porcentajes correspondientes a cada mes con respecto al total de incendios ocurridos y de las hectáreas afectadas en los 12 meses del año. Esto, además, se plotea en un gráfico, pudiéndose definir descriptivamente los meses durante los cuáles a través del periodo de años han ocurrido la mayor cantidad de incendios y las mayores afectaciones. Debido a que en algunos territorios los meses de mayores valores para cada variable no coinciden, se presentan dificultades para indicar, entonces, el periodo que debe adoptarse como el de mayores probabilidades de surgimiento y propagación de los incendios forestales (época de incendios), motivo por el cual se ha encontrado conveniente utilizar el método de análisis multivariado conocido como análisis de conglomerados (Cluster Analysis), cuya utilización con este propósito no ha sido reportada en la literatura. Este análisis consiste según González (1997) en el empleo de algoritmos que tienen por objeto la búsqueda de grupos similares de variables o de observaciones, por tanto a partir de una serie de variables de las que se posee un conjunto de observaciones, el análisis de conglomerado agrupa (tanto variables como observaciones) en grupos los más homogéneos posible, por lo que las características de todos los componentes de un grupo serán similares.

De esta forma será posible obtener un agrupamiento de los meses en los que el comportamiento histórico de los incendios forestales ha sido similar, lo que unido a la descripción estadística a que se hizo referencia, permite establecer el periodo de meses de mayor peligrosidad, para lo que se deben seguir los pasos siguientes:

### **a) Selección de variables.**

Las variables que se seleccionen deben expresar en su conjunto el comportamiento de los incendios forestales cada mes del año. En este trabajo se alcanzaron buenos resultados con la utilización de las variables siguientes:

Se definieron las variables siguientes:

- *Densidad de incendios (DI)*: Es un indicador descrito en la Norma Ramal de la Agricultura 555 (MINAG, 1982). En este caso expresa el número medio de los incendios ocurridos por 1 000 ha cubiertas de bosques, cada mes de cada uno de los años del periodo analizado.
- *Media del área quemada por incendio (AQI)*: Es la media de las hectáreas quemadas por incendio cada uno de los meses del periodo que se analiza.
- *Mediana del área quemada por incendio (MAQI)*: Esta variable define el tamaño del incendio típico ocurrido cada mes, no estando afectado por los valores extremos de la distribución, como ocurre en el caso del área quemada media por incendio.
- *Densidad de afectaciones (DA)*: Variable definida también en la Norma Ramal de la Agricultura 555 (MINAG, 1982). En este caso es la media aritmética del área quemada por 1 000 ha de superficie cubierta de bosque por año, para cada mes.
- *Número de “grandes incendios” que han ocurrido en cada mes por 1 000 ha, por año (GI)*: Aquí se limita el número de los incendios ocurridos por 1 000 ha cubiertas de bosque en cada mes a aquellos que por su tamaño han resultado menos frecuentes en el territorio, resultando interesante expresar las magnitudes con que estos han ocurrido en los distintos meses.
- *Número de años en los cuales, en cada mes, ocurrieron más de “x” incendios expresado como un porcentaje del total de años de la serie histórica (NAI)*. El número “x” de incendios se establece de acuerdo a los datos, despreciando los números mas frecuentes.
- *Máxima área quemada por un incendio (MXAQ)*: Se refiere al mayor incendio ocurrido cada mes del periodo analizado. Indica la máxima severidad que el fuego desarrolló cada mes.
- *Número de horas en las cuáles ocurrieron más de “x” incendios, expresado como un porcentaje del número de horas del día (NHI)*. El número “x” de incendios se establece de acuerdo a los datos, despreciando los números mas frecuentes.

### **b) Elección de la medida de similitud.**

Medir la similitud o disimilitud entre los casos, entidades, objetos u OTUs (Operational Taxonomic Unit) a partir de las variables, atributos o características que los identifican es fundamental para el proceso de clasificación.

Según Aldenderfer, et al. (1987) Sneath y Sokal (1973) subdividieron al coeficiente de similitud en cuatro grupos: coeficiente de correlación, medición de las distancias, coeficiente de asociación y medición probabilística de la similitud.

Para los propósitos del trabajo que se recomienda utilizar alguno de los métodos del segundo grupo, es decir, de la medición de distancias, siendo los más comunes la distancia Euclídea y la Manhattan.

### **c) Método de agregación (agrupamiento).**

La primera razón para el uso del análisis de conglomerados es encontrar grupos de entidades similares en una muestra de datos (Aldenderfer, et al., 1987).

Se utilizará en este trabajo el método de agrupamiento o clasificación jerárquica en el cual (Cuadras, 1991) los grupos se van fusionando progresivamente, mientras decrece la homogeneidad entre los grupos, cada vez más amplios, que se van formando.

Según Aldenderfer, et al. (1987) en una revisión de todos los artículos publicados y que usaron el análisis de conglomerado durante 1973, Blashfield y Aldenderfer (1978) encontraron que dos tercios de esos artículos presentaba algún método de agrupamiento jerárquico.

Debe probarse con alguno de los métodos propios de este tipo de agrupamiento, siendo los más comunes el método del vecino más cercano o de ligamiento simple (Single Linkage), el del vecino más lejano o de ligamiento completo (Complete Linkage), el del ligamiento promedio no ponderado (Unweighted Pair - Group Average) (UPGA) y el de Ward o del error de la suma de cuadrados.

### **d) Validación estadística del agrupamiento.**

Se utilizó el coeficiente de correlación cofenética, introducido según Cuadras

(1991) por Sokal y Rohlf en 1962 como medida del grado de buena clasificación.

Este coeficiente es usado (Aldenderfer, et al., 1987) para determinar cómo el árbol o dendograma resultado de un método jerárquico representa el modelo de similitud / disimilitud entre las entidades. Cuando el coeficiente es próximo a 1, existe una clara estructura entre los objetos. Valores bajos del coeficiente indican una distorsión notable entre las disimilitudes iniciales y las que resultan del dendograma.

#### **e) Definición de los grupos.**

Se utilizará el procedimiento heurístico, el cual según Aldenderfer, et al. (1987) ha sido por mucho tiempo el más comúnmente usado. Con este método el dendograma es cortado a través de una inspección subjetiva a diferentes niveles. Es un procedimiento muy satisfactorio porque generalmente se basa en las necesidades y opiniones del investigador.

#### **f) Análisis de componente principal.**

Con este análisis se trata de explorar el aporte de cada variable a cada componente principal, con lo que es posible explicar el agrupamiento de las entidades, teniendo en cuenta, además, sus posiciones con respecto a estos componentes.

- **A través de la semana.**

En este caso se diseña una tabla donde se reflejan los porcentajes correspondientes a los incendios ocurridos cada uno de los días de la semana, siendo posible establecer los días más afectados. Para demostrar la existencia o no de diferencias significativas entre los resultados obtenidos para cada día se utilizará en dependencia de la normalidad o no de los datos un análisis de varianza o un método no paramétrico.

Este análisis permite precisar los días en los que debido a la gran cantidad de incendios ocurridos históricamente es preciso limitar el acceso a las áreas boscosas o tomar alguna otra medida.

- **A través del día.**

Se ha comprobado reiteradamente que el surgimiento de los incendios durante el día está asociado a las variaciones que ocurren en cuanto a los valores de la humedad relativa y la temperatura, variables que inciden directamente sobre el contenido de humedad de los combustibles.

Mostrar el porcentaje de incendios ocurridos a cada una de las horas del día durante un período de tiempo, es importante para precisar el horario en que debe reforzarse el sistema de vigilancia y detección de incendios, y además, el periodo del día donde el combate se hará más difícil.

De acuerdo con lo planteado en los tres epígrafes anteriores, queda demostrada la necesidad de precisar la distribución temporal del surgimiento de los incendios forestales y sus afectaciones para contribuir al incremento de la efectividad de la prevención.

### **2.2.2. Distribución espacial de los incendios forestales y sus afectaciones.**

Los incendios forestales además de ser un fenómeno temporal según se ha analizado con anterioridad, son un fenómeno espacial, pues afectan a unos espacios con más frecuencia que a otros, determinado fundamentalmente por el modelo de combustible existente adicionándosele las condiciones climatológicas cuando el análisis se hace a gran escala. Aquí se responde la pregunta. ¿Dónde ocurren con mayor frecuencia los incendios forestales?. Para lo que es necesario analizar el comportamiento histórico de los mismos según las unidades geográficas, el tipo de bosque de acuerdo a su origen y los grupos de especies.

- **Según las unidades geográficas de manejo.**

Las unidades geográficas de manejo son unidades territoriales utilizadas por la administración forestal para el desarrollo de sus funciones, sobre las que se cuenta con informaciones sobre los incendios forestales. Estas unidades pueden ser las provincias de un país, los municipios de una provincia, las Empresas Forestales de un país o provincia, los lotes de una empresa, los rodales de un lote o simplemente, según Chou (1992) citado por Bovio, et al. (1997) las unidades pueden ser definidas como una rejilla de celdas de un modelo raster o como polígonos.

Es importante obtener el porcentaje de incendios ocurridos y de sus afectaciones en cada unidad geográfica, de esta forma es posible identificar posibles diferencias en cuanto al comportamiento de estas dos variables en las mismas. De esta forma es posible prestar mayor atención a las unidades más afectadas, facilitándose el trabajo de planificación.

Este análisis se completa con la zonificación del territorio a partir de agrupar a las distintas unidades geográficas de acuerdo a la similitud en las mismas del comportamiento histórico de los incendios forestales, lo cual es necesario realizar en un contexto multivariado, utilizando el análisis de conglomerados (Cluster Analysis) procediendo para el mismo según se indica en el epígrafe 2.2.1.

De acuerdo con los valores obtenidos para los incendios y las afectaciones en cada unidad geográfica y el análisis del componente principal que debe realizarse para explicar el agrupamiento, es posible establecer niveles de prioridad para la protección contra los incendios para cada zona, lo que puede representarse en un mapa. de esta forma se facilita el trabajo de planificación de la protección contra los incendios al nivel del territorio en el que se ubican las unidades geográficas.

A continuación se presenta el análisis de conglomerados.

#### **a) Selección de las variables.**

Para el desarrollo de este análisis pueden utilizarse las variables siguientes:

- *Densidad de incendios (DI)*: Indicador descrito en la Norma Ramal de la Agricultura 555 (MINAG, 1982). En este caso expresa el número medio de incendios ocurridos por 1 000 ha cubiertas de bosques por año.
- *Número de “grandes incendios” que han ocurrido en las unidades geográficas por 1 000 ha por años (GI)*: Aquí se limita el número de los incendios ocurridos por 1 000 ha por año en cada unidad geográfica a aquellos que por su tamaño han resultado menos frecuentes en la provincia, resultando interesante expresar las magnitudes con que estos han ocurrido en las distintas unidades geográficas.
- *Número de años en los cuáles ocurrieron incendios, expresado como un porcentaje del total del número de años de la serie histórica (NAI)*: Esta característica expresa cuánto es de continuo el fenómeno de los incendios forestales en el tiempo. Puede ser considerada una medida de la frecuencia de los incendios forestales. Así se pueden diferenciar las unidades geográficas

donde los incendios ocurren esporádicamente de las que ocurren regularmente.

- *Densidad de afectaciones (DA)*: Indicador descrito en la Norma Ramal de la Agricultura 555 (MINAG, 1982). Se hace el cálculo para cada unidad geográfica.

- *Media del área quemada por incendio (AQI)*: Esta variable constituye un indicador importante de la combustibilidad de los bosques en cada unidad geográfica. Expresa la media aritmética del área quemada por incendio durante el periodo analizado.

- *Mediana del área quemada por incendio (MAQI)*: Esta variable define el tamaño del incendio típico en cada unidad básica, no estando afectado por los valores extremos de la distribución, como ocurre en el caso de la variable anterior.

- *Máxima área quemada por incendio (MXQI)*: El mayor incendio ocurrido en el periodo de tiempo analizado indica la máxima severidad que el fuego desarrolló en una unidad geográfica particular.

- *Número de meses en los cuáles ocurrieron incendios durante el periodo analizado, expresado como un porcentaje del número de meses del año (NMI)*: Esta variable expresa la continuidad temporal durante el año de la ocurrencia de los incendios forestales en las distintas unidades geográficas.

- *Número de horas en las cuales ocurrieron incendios durante el periodo analizado, expresado como un porcentaje del número de horas del día (NHI)*: Esta variable también expresa la continuidad temporal durante el día de la ocurrencia de los incendios forestales en las distintas unidades geográficas.

El procedimiento anterior no ha sido utilizado en Cuba. Las primeras seis variables fueron utilizadas por Bovio, et al. (1997) en el trabajo "Land Zoning Based on Fire History", y las dos últimas son el resultado de análisis realizados durante el desarrollo de esta investigación.

- **Según las clases de bosques de acuerdo a su origen.**

Se maneja con frecuencia el criterio de que los bosques naturales son menos vulnerables a la acción de los incendios forestales, pero hay que tener cuidado, pues puede ser que ese bosque natural sea de *Pinus* spp, bosque de elevada combustibilidad, y que se encuentre ubicado, además, en lugares donde las condiciones topográficas limitan el acceso, dificultándose las labores de extinción cuando se produce un incendio, por lo que el fuego puede afectar grandes superficies, motivo por el cual es necesario establecer cuál ha sido la distribución

de los incendios y sus afectaciones en cada clase de bosque.

Una prueba de hipótesis para las medias puede aplicarse a los datos correspondientes a los incendios ocurridos y a las hectáreas afectadas en cada clase de bosque utilizando un nivel de significación del 0,05. De esta forma la administración prestará mayor atención a la más afectada en caso de encontrar diferencia significativa, si no, pues no se hará diferenciación alguna durante la planificación de la protección.

También es importante establecer cuál ha sido la tendencia de ambas variables en cada clase de bosque, para lo que se realizará un análisis de regresión lineal simple, para encontrar la ecuación que defina la línea indicadora de dicha tendencia.

- **Según los grupos de especies.**

Debido a que la composición química y la proporción de cada sustancia es diferente en las distintas especies, estas van a inflamarse después de diferentes tiempos expuestas a iguales temperaturas, además de manifestar durante su combustión distintos valores para su calor de combustión, por lo que es importante contar con información sobre los grupos de especies que han sido más afectados por los incendios durante un periodo de tiempo, tratando de establecer diferencias para lo que se utilizará un análisis de varianza o una prueba no paramétrica

Importante será también establecer la tendencia de ambas variables en cada grupo de especie, lo cual se logra con la ayuda de un análisis de regresión lineal simple.

Después de los análisis anteriores es posible precisar qué lugares, qué clase de bosque y qué grupos de especies son más afectados por los incendios, lo que permitirá adoptar las correspondientes medidas de prevención.

### **2.2.3. Distribución espacio - temporal de los incendios forestales y sus afectaciones.**

En este punto se analizan algunos de los elementos de la distribución espacial y temporal de los incendios forestales en un contexto bivariado. Se tienen en cuenta los valores mostrados por el número de incendios ocurridos y de hectáreas afectadas durante el periodo analizado a través del año -variable temporal en la pueden producirse los cambios más significativos a través del espacio-, según las unidades geográficas, las clases de bosques y los grupos de especies. De esta forma es posible precisar de forma descriptiva las variaciones que a través del año presentan las mismas en el espacio, lo que resulta conveniente para las actividades de manejo de los incendios forestales.

#### **2.2.4. Distribución de los incendios y las afectaciones según las causas.**

Para hacer un trabajo objetivo de prevención de incendios en un área es necesario conocer las principales causas o grupos de causas de esos incendios (Soares, 1985).

Como las causas de los incendios forestales pueden variar de un país a otro, se han adoptado distintas formas para clasificar estas causas, considerándose conveniente utilizar en Cuba cuatro grupos de causas: rayos o descargas eléctricas, negligencias, intencionales y desconocidas. En el caso de las negligencias se establecerán en cada territorio, las más comunes.

Un estudio completo sobre las causas de los incendios forestales debe encontrar el porqué de la ocurrencia de los mismos en sus componentes espacial y temporal, para lo que se tendrá en cuenta el análisis de su comportamiento a través del periodo de años seleccionado, del año, de la semana, según las unidades geográficas, la clase de bosque, y los grupos de especies, según se señala a continuación:

- **A través del periodo de años seleccionado.**

Se presentará cuál ha sido la evolución de los grupos de causas principales a través de un periodo de tiempo, lo que permite obtener conclusiones importantes referentes a los elementos que propician tal evolución. Deben representarse en una figura las tendencias de cada grupo de causas a través de un análisis de regresión lineal simple. También es importante determinar los distintos tipos de negligencias que se hayan presentado en el periodo, lo cual es de gran

importancia para el trabajo de prevención.

- **A través del año.**

De este análisis se obtiene la evolución de las causas a través del año, siendo posible establecer la causa más importante para cada mes.

- **A través de la semana.**

Se establece la evolución de las causas a través de la semana, con el fin de formular medidas específicas de prevención.

- **Según las unidades geográficas.**

Se tratará de obtener la causa más importante en cada unidad geográfica, la que puede ir cambiando en la medida en que aumente el área sobre la que se hace el estudio. De esta forma puede tenerse cierta diferenciación espacial durante el desarrollo de las campañas de concientización.

- **Según las clases de bosques.**

Al establecer las causas más importantes según las clases de bosques es posible precisar determinadas medidas de prevención.

- **Según los grupos de especies.**

Se obtiene para cada grupo de especie, la evolución de las causas.

Todos estos análisis, importantes para la correcta dirección de la prevención, ponen de manifiesto una vez más, la importancia del análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales. En este caso permiten determinar a través del tiempo y los espacios, cuándo y dónde se presentan con mayor frecuencia las distintas causas.

### **2.2.5. Riesgo de incendios forestales.**

El riesgo de incendio forestal está dado por la probabilidad de que se inicie un fuego, por efecto de la naturaleza o algún agente causal; es un elemento del peligro de incendio forestal en un área (FAO, 1986).

Según Vélez (1981) las causas de incendios hacen aparecer el concepto de riesgo, como probabilidad de que un incendio se origine. Al hablar de causas es preciso entender no solo los agentes que aportan directamente el fuego al combustible forestal, sino también aquellos hechos que facilitan la ignición y que dan intensidad suficiente a dichos agentes para que su actividad pueda originar un incendio. El riesgo se deriva, por una parte, del combustible, su especie, disposición, acumulación y por otra, de los agentes de ignición, personas negligentes, incendiarios, sucesos accidentales. Agrega dicho autor que el riesgo de incendios es un dato ligado al espacio, ya que en él intervienen factores locales y puede ser, por ello, reflejado en mapas.

De esta forma se obtendrá un índice de causalidad y un índice de inflamabilidad referidos al mismo territorio, que al integrarlos se obtiene el riesgo de incendio forestal para dicho territorio.

En Cuba no se ha reportado hasta el momento la determinación de este aspecto, el cual si es utilizado en otros países por su importancia para establecer prioridades en cuanto a la prevención, cuando esta se planifica para diferentes territorios.

#### **a) Índice de causalidad.**

El índice de causalidad se obtendrá (Vélez, 1981) teniendo en cuenta la frecuencia de incendios para cada una de las causas presentes en el lugar estudiado, ponderada según la peligrosidad específica de cada causa en el conjunto del territorio. Su expresión sería:

$$Ic = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{\sum_1^a c.nic}{ni}$$

donde: Ic = Índice de causalidad

c = Coeficiente de peligrosidad específica de cada causa

nic = Número de incendios de cada causa en cada año

ni = Número de incendios en cada año

a = Número de años

La peligrosidad específica de cada causa puede medirse por la eficacia para incendiar que cada una tiene, considerando al bosque en condiciones iguales para todas ellas.

Después de realizar varios análisis, se ha considerado correcto utilizar para los distintos grupos de causas, los coeficientes empleados para los mismos por Vélez (1981), los cuales son: para intencionales, 10; para las negligencias, 5; y para rayos y desconocidas, 1. Se utilizará la escala de peligrosidad que se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Índice de causalidad y su peligrosidad.

Índice	Peligrosidad
9 -10	Grave
5 - 8	Alta
3 - 4	Media
1 - 2	Baja

Fuente: Vélez, R. (1981) *Defensa contra incendios en el medio natural*.

#### **b) Índice de inflamabilidad.**

La inflamabilidad se define por el tiempo transcurrido hasta que se emiten gases inflamables bajo la acción de un foco de calor constante (ICONA, 1993).

El índice de inflamabilidad ha de tener en cuenta (Vélez, 1981) la presencia relativa de las distintas formaciones forestales. La comparación de las superficies quemadas con las existentes durante un periodo largo permite obtener unos índices relativos de peligrosidad de cada formación, cuya aplicación a las superficies del lugar estudiado se puede hacer con la siguiente ecuación:

$$I_i = \frac{\sum_1^a e \cdot S_{fe}}{S_f}$$

donde:  $I_i$  = Índice de inflamabilidad

$e$  = Coeficiente de peligrosidad relativa de cada formación forestal

$S_{fe}$  = Superficie forestal de cada formación

$S_f$  = Superficie forestal total

$a$  = Número de años

Según el mismo autor, los coeficientes de inflamabilidad de cada formación se estiman teniendo en cuenta las superficies afectadas por el fuego de cada

formación y el total de la superficie ocupada por esa formación. En correspondencia con esto se ha determinado el coeficiente de peligrosidad relativa para cada grupo de especie.

Se utilizaron datos de superficies cubiertas y quemadas correspondientes al periodo 1990 - 1996 (siete años) en la provincia de Pinar del Río, con los que se obtuvo la superficie media afectada para cada grupo, lo que se ajustó a una escala de 10 para obtener el coeficiente, correspondiendo a otras latifolias, 0; al *Pinus* spp, 1; a la *Casuarina* spp, 2; y al *Eucaliptus* spp, 3. Para la peligrosidad se utilizará la escala que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Índices de inflamabilidad y su peligrosidad.

Índice	Peligrosidad
9 -10	Grave
5 - 8	Alta
3 - 4	Media
1 - 2	Baja

Fuente: Vélez, R. (1981) *Defensa contra incendios en el medio natural*.

### c) Mapificación del riesgo.

Para lograr representar en un mapa el riesgo, corresponde ahora sumar los valores de  $I_c$  e  $I_i$  para obtener el riesgo de incendio forestal en cada territorio, utilizando para la representación, la escala de la tabla 11.

Tabla 11. Riesgo de incendio, su peligrosidad y color para la representación.

Riesgo	Estado del riesgo	Color
18 - 20	Grave	Rojo
10 - 17	Alta	Amarillo
6 - 9	Media	Verde
1 - 5	Baja	Azul

### 2.2.6. Evaluación de la efectividad del servicio de protección contra los incendios forestales.

La protección contra los incendios forestales incluye dos actividades, muy interrelacionadas: la prevención y el combate. Según Soares (1992) a través de la prevención se puede evitar la existencia de una fuente de fuego, o de calor, que provoca la ignición, reduciéndose de esta manera el número de ocurrencias. A

través del combate, se evita que los incendios iniciados se propaguen y quemem grandes áreas.

Para la evaluación de la efectividad de la protección contra los incendios se han utilizado los indicadores siguientes:

- *Densidad de incendios*: Es la cantidad de incendios que se producen en una superficie de 1 000 ha por año (MINAG, 1982).
- *Densidad de afectaciones*: Es el área afectada por incendios en una superficie de 1 000 ha por año (MINAG, 1982).

Debe precisarse que en ambos casos es necesario utilizar el área cubierta de bosques.

- *Media del área quemadas por incendio*: Es el resultado de la división del número de hectáreas afectada entre el número de incendios.
- *Porcentaje de la superficie boscosa que se quema por año*: Se expresa como la superficie quemada entre la superficie cubierta de bosques por 100.
- *Tamaño de los incendios (clases de tamaño)*: La clasificación de los incendios por clases de tamaño es un dato importante para evaluar la efectividad del servicio de combate de incendios, pues mientras mayor sea esta efectividad, mayor será la concentración de los incendios en las clases de menor área (Soares, 1985). Se utilizará la clasificación de la tabla 12, propuesta para Cuba por Oharriz (1991):

Tabla 12. Clases de tamaño.

Clases	Área (ha)	Denominación
I	0,1 - 0,9	Manchón
II	1 - 10	pequeño
III	10,1 - 20	Mediano
IV	20,1 - 50	Grande
V	50,1 - 100	Muy grande
VI	100,1 - 1000	Catastrófico
VII	+ 1000	Conflagración

Fuente: Oharriz, S. (1991) *Protección contra incendios forestales*.

La utilización de los cinco indicadores descritos anteriormente en un mismo trabajo, no se ha visto reportada en la literatura y solo han sido usados con este fin la media del área quemada por incendio (Oharriz, et al., 1990 y Soares, 1992), el porcentaje de la superficie boscosa que se quema por año (Soares, 1992) y las

clases de tamaño de incendios (Haltenhoff, 1999 y Soares, 1985 y 1992). Lo más común es que se utilice alguno de estos indicadores como parte de las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales en un territorio, y no como indicador de efectividad (Çanakçioğlu, 1990; DGCN, 1996 y 1998; CLIF, 1997; Martínez, 1998; y Vélez, 1990 y 1994).

Teniendo en cuenta los criterios o indicadores anteriores, la evaluación sobre la efectividad del sistema de protección contra los incendios forestales debe centrarse en los aspectos siguientes:

- **A través del periodo de años seleccionado.**

Esto permite ver, utilizando un análisis de regresión lineal simple, cuál es la tendencia que sigue el número de incendios de las primeras clases y cuál la de los incendios de las clases grandes. También es importante obtener la tendencia para el resto de los indicadores.

La utilización de los indicadores anteriores, según se indicó, ha sido precisamente en el marco de este aspecto. Los que aparecen a continuación no han sido tenidos en cuenta, lo que permitiría precisar mejor cuándo y dónde el servicio de protección alcanza mayor o menor efectividad, con vistas a desarrollar acciones particulares que permitan mejorar los resultados.

- **A través del año.**

Es un indicador importante sobre los periodos del año en el que se han obtenido peores resultados, a partir de lo cuál se tomarán las medidas correspondientes.

- **Según las clases de bosques.**

Esto permite observar en qué clase de bosque el servicio de protección es menos efectivo, a partir de los valores de cada indicador en el mismo.

- **Según los grupos de especies.**

Puede que en su conjunto el servicio de protección obtenga buenos resultados, pero al dirigir el análisis hacia cada grupo de especie, es posible detectar en cuál de ellas el servicio debe aumentar su efectividad.

### **2.3. Formulación de las medidas de prevención (Tercera Etapa).**

Con los resultados de la evaluación realizada, según las indicaciones metodológicas de la etapa anterior, de forma general, las medidas de prevención que formarán esta etapa, estarán basadas en los siguientes aspectos:

- A partir de la distribución temporal de los incendios forestales, se indicará según la tendencia obtenida para el número de incendios y para sus afectaciones la necesidad de incrementar o mantener los niveles de efectividad alcanzados por el servicio de protección contra incendios, los periodos en que no se debe descuidar la vigilancia y en los que debe estar en optima disposición el servicio de extinción y las fechas antes y durante las cuales deben desarrollarse las campañas de concientización.
- Teniendo como base la distribución espacial de los incendios forestales será posible señalar las prioridades en cuanto a la protección para las zonas obtenidas, las consideraciones necesarias en cada clase de bosque y para cada grupo de especie.
- De acuerdo con los resultados del análisis espacio - temporal se formularán las recomendaciones apropiadas para las unidades geográficas, las clases de bosques y los grupos de especies.
- Según la evolución temporal y espacial de los grupos de causas, se indicarán las medidas oportunas con el fin de disminuir la acción de las causas más importantes.
- Tomando como base el riesgo de incendio obtenido para cada unidad geográfica, deben indicarse las prioridades para el trabajo de protección.
- Utilizando los análisis de la efectividad del servicio de protección, será importante precisar cuándo y dónde el mismo debe centrar sus esfuerzos para alcanzar mejores resultados.

A modo de resumen puede plantearse, que para incrementar la efectividad de la prevención contra los incendios forestales, es importante que esta se planifique sobre bases científicas, lo cual es posible a partir de las tres etapas que se proponen con una secuencia lógica y que constituyen las bases metodológicas para alcanzar dicho propósito.

### **3. PERFECCIONAMIENTO DE LA PREVENCIÓN CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PROVINCIA DE PINAR DEL RÍO.**

Con el fin de demostrar la factibilidad de aplicación de las bases metodológicas propuestas, se ha escogido a la provincia de Pinar del Río, pues es la que mayor representatividad tiene en cuanto a recursos forestales en Cuba y en la que ocurre la mayor cantidad de incendios forestales todos los años, siendo el sistema de protección instrumentado en ella similar al resto de las provincias del país, por lo que presenta en cuanto a la prevención, las mismas dificultades.

#### **3.1. Caracterización del área de estudio.**

##### **3.1.1. Ubicación.**

La investigación se desarrolló en la provincia más occidental de la Isla de Cuba, Pinar del Río, la que tiene una superficie geográfica de 10 901 Km<sup>2</sup> (1 090 100 ha) y está ubicada (Jaula, 1980) entre los 21°45` y 23°01` de latitud norte, localizados estos lugares en el Cabo Francés y Punta Gobernadora, respectivamente; mientras que su longitud geográfica está entre los 82°51` y 84°57` al oeste, o sea, en los puntos conocidos por la desembocadura del río San Juan - Bayate (límite con la provincia Habana) y el Cabo de San Antonio, respectivamente.

La administración y manejo del recurso forestal en la provincia son desarrollados por ocho Empresas Forestales Integrales (EFI) (figura 3), organizadas sobre el territorio de uno o de varios municipios, nivel político - administrativo en que se divide la provincia, en la que se han organizado para la protección de los bosques siete territorios de protección, sobre las mismas superficies ocupadas por las EFI, excepto en un caso donde un territorio de protección se ha organizado sobre el territorio de dos EFI (Costa Sur y Bahía Honda).

##### **3.1.2. Factores que determinan el comportamiento del fuego.**

En este epígrafe se hace un análisis sobre las características de los factores que determinan el comportamiento del fuego, en la provincia.

### **3.1.2.1. El combustible forestal.**

El combustible forestal es uno de los factores que determina el comportamiento del fuego, siendo la provincia de Pinar del Río la de mayor superficie geográfica cubierta de bosques en el país lo que presupone la importancia de prestar esmerada atención al cuidado de los mismos. El área perteneciente a las EFI en 1996 alcanzó un 32,43 % del territorio (353 485,2 ha) correspondiéndole a Bahía Honda 11 646,40 ha, a Costa Sur 26 838,40 ha, a Guanahacabibes 89 620,50 ha, a La Palma 25 670,40 ha , a Las Minas 54 021,70 ha, a Macurijes 78 630,90 ha, a Pinar del Río 28 914,70 ha y a Viñales 37 874,70 Ha.

En el año antes mencionado, los bosques naturales ocupaban un 72,97 % (257 954,3 ha) y los bosques artificiales un 27,03 % (95 530,9 ha), correspondiendo al *Pinus* spp un 31,97 % (113 024,8 ha), el *Eucalyptus* spp un 2,89 % (10 218,8 ha), la *Casuarina* spp un 0,33 % (1 162,0 ha) y otras latifolias un 64,81 % (229 079,6 ha) como muestran la tabla 13 y la figura 4.

La tabla 14 muestra la dinámica de las plantaciones desde 1990 hasta 1996, resultando importante destacar la participación que tienen el *Pinus* spp., el *Eucalyptus* spp. y la *Casuarina* spp. con respecto al resto de las latifolias (figura 5), lo cual contribuye a aumentar los territorios vulnerables de la provincia desde el punto de vista de la ocurrencia de los incendios forestales, lo que debe tenerse muy en cuenta, máxime cuando en la presente etapa del desarrollo forestal uno de los objetivos de la política forestal cubana hasta el año 2015 es el fomento acelerado de las áreas boscosas en todo el país (MINAG, 1996).

### **3.1.2.2. El clima.**

Las condiciones climatológicas son otro de los factores que determinan el comportamiento del fuego, destacándose dentro de estos a las variables precipitación, viento, temperatura y humedad relativa, con las que coinciden Heikkilä et al., (1993). Las precipitaciones favorecen el aumento del contenido de humedad de los materiales combustibles, oscilando su promedio anual en la

provincia de Pinar del Río de 1975 a 1996, entre 1 088,88 mm y 2 229,67 mm (tabla 15 y figura 6).

Durante el año se observa un periodo lluvioso (mayo - octubre) y uno poco lluvioso (noviembre - abril) según muestran la tabla 16 y la figura 7.

Asociados a las precipitaciones están los rayos o descargas eléctricas, los cuáles son una causa importante de incendios en distintos lugares del mundo. El número de días con tormentas (días en que las precipitaciones estuvieron acompañadas de rayos) promedio para cada mes se muestra en la tabla 17 y en la figura 8, observándose una importante presencia de la actividad eléctrica atmosférica durante el periodo mayo - octubre, es decir, durante el periodo lluvioso.

El viento por su parte, es el principal factor que determina el comportamiento del fuego. Afecta la velocidad de secado del combustible, incrementa el suministro de oxígeno, influye sobre el precalentamiento de los combustibles y puede transportar ramas o pavesas más adelante causando saltos del fuego. En adición, el viento influencia la dirección y la velocidad de propagación del fuego (Heikkilä et al., 1993).

En la provincia el promedio de la velocidad del viento oscila entre 7 Km/h en agosto y 12,05 Km/h en marzo, distinguiéndose el periodo noviembre - mayo por mostrar los valores más altos de esta variable (tabla 18 y figura 9), coincidiendo, excepto el mes de mayo, con el periodo poco lluvioso.

En cuanto a la dirección del viento Lopetegui et al., (1996) plantean que en la provincia de Pinar del Río existe durante todo el año un predominio de los vientos de región Este, sobre todo en la vertiente Sur y hacia zonas del centro - oeste del territorio. En algunos casos, como ocurre en las Alturas Pizarrosas de la Sierra de los Órganos, estos vientos penetran con una componente algo más del SE. En la vertiente Norte la componente predominante es del ENE.

La temperatura es el tercer factor básico del clima que debe tomarse en consideración. La misma determina el estado del combustible forestal, siendo su principal efecto el secado del mismo, teniendo un efecto muy directo sobre los

combatientes (Heikkilä et al., 1993).

Los efectos sobre el régimen térmico en la cordillera de Guaniguanico dependen en buena medida de su orientación ENE - WSW, la que provoca que la vertiente Sur reciba mayor cantidad de radiación solar que la Norte tanto para cada montaña aislada como para la cordillera en general, predominando la influencia del relieve sobre la orografía (Lopetegui et al., 1996).

Esta variable oscila a través del año en la provincia con medias entre 21,59 °C en enero y 26,85 °C en agosto, observándose los menores valores durante el periodo noviembre - marzo (tabla 19 y figura 10), cinco meses en los que se presentan, como se ha apuntado ya, los menores valores de las precipitaciones y los de las mayores velocidades del viento.

La temperatura promedio durante el día para los meses de febrero (invierno) y junio (verano) se muestra en la tabla 20 y en la figura 11, donde se observa que desde las 10:00 horas y hasta las 19:00 horas se presentan las temperaturas más altas.

Otro factor es la humedad relativa, un indicador del porcentaje de saturación del aire a una temperatura determinada. Por esto, si la humedad relativa es alta esto significa que hay un alto contenido de humedad en el aire, lo que aumenta el contenido de humedad del combustible (Heikkilä et al., 1993). Estos autores señalan también que los combustibles húmedos, y más aún los combustibles verdes, no queman libremente. Si por ejemplo, la humedad relativa es del 80 %, el combustible se inflama menos que si la humedad relativa fuera, por ejemplo, del 20 %.

Esta variable en la provincia se comporta a través del año según nos muestra la tabla 21 y la figura 12, donde se observa que oscila entre un 76 % en abril y un 84 % en septiembre, presentándose los valores más bajos desde enero hasta mayo, meses en los que coinciden también, las menores precipitaciones, las velocidades más altas del viento y las menores temperaturas.

Durante el día los menores valores se presentan desde las 10:00 horas y hasta las 19:00 horas tanto en febrero (invierno) como en junio (verano), periodo que

coincide con el de los valores más altos de las temperaturas (tabla 22 y figura 13).

### **3.1.2.3. La topografía.**

El conocimiento de la topografía es importante para comprender el comportamiento del fuego. La topografía es el tercer factor más importante que determina por dónde y cómo el fuego se va a propagar.

Según Jansa (1974) son múltiples las influencias que sobre el clima ejercen los sistemas montañosos. El relieve determina comportamientos locales distintos entre los valles, las partes expuestas y las cimas, como también cada elemento sigue una ley regular de variación con la altura, la forma de la montaña y la orientación del eje principal respecto a los vientos predominantes, originando manifestaciones climáticas tanto en las montañas como en zonas aledañas.

Los efectos de la topografía sobre la propagación de los incendios pueden ser mejor entendidos a través del análisis de la influencia de cada uno de sus tres factores básicos, a saber, elevación, exposición e inclinación (Soares, 1985).

La provincia de Pinar del Río es atravesada por la Cordillera de Guaniguanico la cuál según el Instituto de Planificación Física (IPF) (1993) constituye uno de los tres macizos montañosos más importantes de Cuba por su extensión, altura y configuración, extendiéndose con orientación ENE a WSW a lo largo de casi todo el territorio de la provincia de Pinar del Río y abarca un área de 3625,4 Km<sup>2</sup>, el 33,46 % de la superficie de la misma. La integran la Sierra del Rosario en la porción centro - este con un área de 923,4 Km<sup>2</sup> (el 25 %) y la Sierra de los Órganos en la parte centro - oeste con dos sistemas fisiográficos fundamentales: las Alturas de Pizarras del Norte y del Sur, con superficie de 2 702,0 Km<sup>2</sup> (el 75 % del área de la cordillera).

Agrega la fuente antes citada que en esta cordillera se manifiestan interesantes combinaciones de premontañas, montañas, mesetas, mogotes y valles que la tipifican, destacándose como sus unidades fisiográficas más importantes sus dos mayores elevaciones: Pan de Guajaibón con 699 m s.n.m. y Cerro de Cabras con 484 m s.n.m.

Entre las cotas mínimas y máximas de los lugares donde se desarrollan los ecosistemas forestales no existen grandes diferencias, por lo que este factor no determina cambios apreciables de la temperatura entre los distintos lugares del territorio que puedan determinar diferencias importantes en cuanto al secado del material combustible.

La exposición se refiere a la dirección de los lados de las montañas con respecto a los puntos cardinales. Cuba se encuentra al Norte del Ecuador (latitud 0) por lo que la parte sur de los objetos está expuesta a una mayor incidencia de los rayos solares. Si las elevaciones en la provincia tuvieran una orientación E - W, la consecuencia serían temperaturas más elevadas en el lado Sur que en el Norte, unido a un secado más rápido de los combustibles forestales. Como el efecto de la exposición aumenta de acuerdo con el aumento de la latitud (Soares, 1985) y Cuba se encuentra situada al Norte del paralelo 20, relativamente próximo al Ecuador y el área en estudio no cuenta con elevaciones significativas, además de su orientación ENE - WSW la cuál provoca que los lados que dan al Sur reciban el sol de la primera mitad del día mientras el lado Norte se encuentra a la sombra, lo que ocurre al contrario durante la segunda mitad del día, de esta forma ambos lados reciben una radiación similar que determina la existencia de temperaturas similares, por esto se considera que no tiene efectos importantes el elemento que se analiza sobre el comportamiento de los incendios forestales.

Según Soares (1985) probablemente la regla más importante y conocida sobre el comportamiento del fuego es la que define la tendencia del fuego de propagarse más rápidamente pendiente arriba y más lentamente pendiente abajo. A medida que el grado de inclinación aumenta, la velocidad de propagación también aumenta.

El relieve de la zona del estudio favorece la velocidad de propagación del fuego y dificulta las acciones de combate.

Los análisis hechos anteriormente permiten precisar que la pendiente es el factor de la topografía de mayor importancia desde el punto de vista de su acción sobre el comportamiento del fuego en la provincia de Pinar del Río.

### **3.2. Obtención y procesamiento de la información estadística (Primera Etapa).**

Teniendo en cuenta la discusión desarrollada en el capítulo anterior relacionada con las características de la base de datos y el software para su manejo, se procedió en este acápite de la forma siguiente:

- **Selección del periodo de años para el estudio.**

A partir de la importancia del trabajo que se iba a desarrollar, la disponibilidad de la información y todo lo abordado con anterioridad sobre esta problemática, se estimó conveniente utilizar un periodo de 22 años (1975 - 1996).

- **Confiabilidad.**

La confiabilidad de los datos utilizados la garantiza el hecho de que ellos forman parte del archivo estadístico del Cuerpo de Guardabosques (CGB), son estadísticas oficiales. Puede señalarse que en ocasiones las actas que las recogen no son legibles con facilidad y no todas recogen determinadas informaciones que permitirían enriquecer trabajos similares.

- **Automatización de la base de datos y software para su manejo.**

Con la utilización del FoxBASE se obtuvo una copia de la estructura de base de datos sobre incendios forestales propuesta, asignándosele el nombre de Base de Datos sobre Incendios Forestales de la Provincia de Pinar del Río (BDIFPR). Seguidamente se actualizó con la información disponible empleando el SIMBDIF.

De esta forma se obtuvo una base de datos automatizada que recoge la información necesaria sobre los 1 220 incendios ocurridos en la provincia de Pinar del Río de 1975 a 1996, con lo que es posible realizar una evaluación del comportamiento histórico de estos fenómenos en la misma o para cada una de las ocho EFI que la integran, además de ser posible seleccionar diferentes periodos de años y ser actualizada constantemente, lo que resulta muy útil para los encargados de tomar decisiones relacionadas con el manejo de los incendios, posibilidad que hasta el momento no tiene ninguna provincia del país.

Los códigos asignados a cada EFI con vistas a completar el campo EMPR fueron del uno al ocho en el orden siguiente: Bahía Honda, Costa Sur, Guanahacabibes, La Palma, Las Minas, Macurijes, Pinar del Río y Viñales, utilizándose el nueve para la provincia.

### **3.3. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales (Segunda Etapa).**

Utilizando la BDIFPR obtenida en la etapa anterior, se desarrolló la evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales siguiendo las indicaciones metodológicas del capítulo anterior.

#### **3.3.1. Distribución temporal del número de incendios y sus afectaciones.**

Según lo enunciado en el capítulo anterior, corresponde analizar la distribución de ambas variables a través del año, de la semana y del día.

- **A través del periodo de años seleccionado.**

En la tabla 23 se muestran los valores del número de incendios y sus afectaciones a través de los 22 años del periodo que se analiza. Con estos valores se determinó la tendencia de ambas variables para lo cual se obtuvieron sus respectivas ecuaciones de regresión lineal.

En la figura 14 se observa que la tendencia de las dos variables es al aumento, lo que es aún más notable en el caso del número de incendios. Este resultado indica que el trabajo de protección contra incendios en la provincia no ha alcanzado la efectividad necesaria, independientemente de que el trabajo sea aceptable, lo cual demuestra el hecho de que las respectivas líneas indicadoras de la tendencia, tienen una pendiente pequeña.

- **A través del año.**

Los valores de la tabla 24, representados en la figura 15, muestran la distribución mensual de los incendios y las afectaciones de 1975 a 1996, observándose un periodo de mayores ocurrencias desde marzo hasta agosto con el 83,69 % (1 021 incendios) con un máximo en abril de 226 incendios (18,52 %). Las afectaciones

son mayores también en el mismo periodo correspondiéndole el 92,41 % (9 360,93 ha) coincidiendo el máximo en abril con el 26,59 % (6 293,25 ha).

Al comienzo del periodo seco (noviembre - abril) el material combustible está verde y húmedo, además de disminuir la actividad eléctrica de la atmósfera, por lo que el número de incendios y las áreas afectadas son menores, lo que va cambiando a medida que avanza dicho periodo, situación que continúa siendo importante en los primeros meses del periodo lluvioso (mayo - octubre), pues todavía existe mucho material muerto y con poca humedad. Ya en este periodo los resultados altos de estas variables se deben al incremento de las tormentas con descargas eléctricas, principal causa de surgimiento en la provincia, siendo los meses de julio, agosto y septiembre los que muestran los mayores valores de las mismas.

A lo anterior se adiciona el hecho de que durante el periodo seco y los dos primeros meses del periodo lluvioso, se presentan los valores más altos de la velocidad del viento, lo que se hace más notable durante los meses de marzo y abril, lo que justifica el hecho de que en esos meses se observen los mayores porcentajes de las afectaciones. También durante el periodo seco se presentan los valores más bajos de la humedad relativa, alcanzando sus mínimos durante marzo y abril, contribuyendo esto grandemente al secado de los combustibles muertos.

La temperatura por su parte, no tiene efectos marcados en un mes o periodo determinado, pues sus valores más altos, los cuales no difieren mucho de los menores, se presentan durante el periodo lluvioso.

De acuerdo con los resultados que muestra la tabla 24, sería posible establecer que la época de incendios se presenta en la provincia durante el periodo marzo - agosto, no obstante a lo cual se presenta a continuación un análisis más completo sobre este particular utilizando un contexto multivariado, siguiendo los pasos siguientes:

#### **a) Selección de variables.**

Se han utilizado las variables indicadas en el capítulo anterior, presentándose en

la tabla 25 los valores correspondientes a cada una según los meses. Para obtener las informaciones referentes al comportamiento histórico de los incendios forestales se accedió a la BDIFPR, procesándose la información de 12 años (1985 - 1996).

#### **b) Medida de similitud y método de agrupamiento.**

La medida de la similitud y el agrupamiento se realizó con ayuda de los Sistemas Estadísticos NTSYS-pc V. 1.80 y STATISTICA para WINDOWS. Se fueron probando los métodos de medición de distancias Euclideas y Manhattan con los métodos de agrupamiento de ligamiento simple, complejo y del promedio no ponderado hasta encontrar una alta correlación, lo cual se alcanzó para la distancia Manhattan y el método del agrupamiento promedio no ponderado (UPGA), cuyo dendograma se muestra en la figura 16.

#### **c) Validación estadística del agrupamiento.**

Se obtuvo un coeficiente de correlación cofenética de 0,80 por lo que puede decirse que la distorsión entre las disimilitudes iniciales y las que resultan del dendograma no son notables.

#### **d) Definición de los grupos.**

Como se observa en la figura 16, los meses se fueron agrupando a distintos coeficientes de similitud, siendo los más similares octubre y diciembre y estos con noviembre, los que forman el primer grupo. A continuación aparecen formando un segundo grupo enero y septiembre, los cuales son similares a los tres meses anteriores pero a un mayor nivel. Posteriormente son similares junio y agosto y estos con febrero, los que forman el tercer grupo. Después se unen a un nivel superior mayo y julio (cuarto grupo) y marzo con abril (quinto grupo). También se observa que los grupos tres y cuatro se unen a un nivel superior y posteriormente estos se unen con el grupo uno y dos, mientras que el quinto grupo se une con el resto de los grupos al mayor nivel del coeficiente de similitud, indicando la poca similitud con ellos.

#### **e) Análisis de componente principal.**

Este análisis permitió establecer que los primeros tres componentes aportaron el 97,52 % de la varianza total, siendo el primero debido fundamentalmente a las

variables densidad de incendios, área quemada por incendio y mediana del área quemada por incendio. El segundo componente fue debido fundamentalmente a las variables número de años en los cuales en cada mes ocurrieron más de tres incendios, máxima área quemada por un incendio y densidad de afectaciones, mientras que el tercer componente estuvo dado por las variables máxima área quemada por un incendio, número de años en los cuáles en cada mes ocurrieron más de tres incendios y número de horas en las cuales en cada mes ocurrieron más de cinco incendios.

En la figura 17 se muestra la ubicación de los meses con respecto a los tres componentes. Se observa que el primer componente determinó grandemente la posición de los meses abril, marzo, julio y mayo, ocurriendo de forma similar para el segundo componente, sólo que intercambian sus posiciones julio y mayo.

Todo el análisis realizado anteriormente permite precisar que la época de incendios es de marzo a julio. Se incluye a junio, a pesar de ser similar con agosto debido a que no debe interrumpirse el periodo por razones obvias, mientras que febrero u agosto serán los meses de transición entre las épocas de mayor y menor número de incendios. Debe destacarse que este resultado no coincide con lo planteado por Oharriz (1991) sobre que en Cuba la temporada de incendios forestales se desarrolla en el periodo enero - abril. Planteamiento que puede constituir una de las posibles razones para que las EFI planifiquen la terminación de la ejecución de la mayoría de las medidas de prevención para el 31 de diciembre de cada año.

- **A través de la semana.**

En la tabla 26 y en la figura 18 se refleja el comportamiento de los incendios durante la semana, correspondiendo al Miércoles el valor más alto con el 16,64 % (203 incendios), seguido del Jueves con el 16,07 % (196 incendios). Los menores valores se presentan los Domingos y los Sábados con el 10,98 % (134 incendios) y el 13,03 % (159 incendios) respectivamente. Esto puede deberse a que durante los días laborables de la semana se incrementa el acceso de personas al bosque, con motivo del desarrollo del proceso de producción forestal.

Debido a la no normalidad de los datos se aplicó la prueba no paramétrica de

Kruskal - Wallis obteniendo que no existe diferencia significativa ( $H_c = 9,365$ ;  $\chi^2_{(0,05)} = 12,592$ ) para los valores del número de incendios registrados cada día de la semana.

- **A través del día.**

Los valores del comportamiento de las ocurrencias de los incendios durante las distintas horas del día se presenta en la tabla 27 y en la figura 19. Se observa que el mayor número ocurre desde las 13:00 horas y hasta las 16:00 horas, periodo en el que ocurre el 69,43 % de los incendios alcanzándose el valor más alto con el 21,48 % (262 incendios) a las 15:00 horas. Durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde disminuyen las ocurrencias y por la noche no se han reportado incendios. Este comportamiento está relacionado con el que muestran la temperatura y la humedad relativa durante el día, lo cual se analizó en el epígrafe 3.1.2.2. comprobándose una vez más la incidencia de la humedad del combustible sobre el surgimiento y propagación de los incendios.

### **3.3.2. Distribución espacial de los incendios forestales y sus afectaciones.**

A continuación se analiza la distribución de los incendios forestales y sus afectaciones según las unidades geográficas de manejo, el origen del bosque y las especies. También se presenta una zonificación para la provincia.

- **Según las unidades geográficas de manejo.**

Se utilizaron como unidades geográficas a los territorios cubiertos de bosque de cada EFI, mostrándose en la tabla 28 y en la figura 20 el número de incendios y las superficies por ellos afectadas durante el periodo que se analiza. Se observa que el primer lugar en cuanto al número de incendios lo ocupa la EFI "Macurijes" con el 35,57 % del total, empresa a la que corresponde también el primer lugar en cuanto a afectaciones con el 28,39 % del total.

A continuación se presenta el análisis con el fin de zonificar el territorio de la provincia de acuerdo a la similitud del comportamiento histórico de los incendios forestales en las distintas unidades geográficas, siguiendo los pasos descritos en el epígrafe 3.3.2.

#### **a) Selección de variables.**

En la tabla 29 se exponen los valores encontrados para las variables indicadas en el capítulo anterior. Se utilizó la información disponible en la BDIFPR y se escogió un periodo de 8 años (1989 - 1996).

#### **b) Medida de similitud y método de agrupamiento.**

La mayor correlación se obtuvo para el método de la distancia Manhattan y para el agrupamiento el método del ligamiento promedio no ponderado, obteniendo como resultado el dendograma de la figura 21.

#### **c) Validación estadística del agrupamiento.**

El coeficiente de correlación cofenética obtenido fue de 0,80 por lo que no existen diferencias notables entre la matriz de similitudes y la que da lugar al dendograma.

#### **d) Definición de los grupos.**

Como se observa en la figura 21, pueden diferenciarse cinco grupos de unidades geográficas. El primero estará formado por Viñales y Bahía Honda, el segundo por La Palma y Costa Sur, unidades que muestran la mayor similitud, el tercero por Las Minas y Macurijes y el cuarto y quinto por Guanahacabibes y Pinar del Río respectivamente.

#### **e) Análisis de componente principal.**

Según este análisis se pudo establecer que los primeros tres componentes aportan el 93,03 % de la varianza total, debiéndose el primero fundamentalmente a las variables relacionadas con el área afectada tales como: grandes incendios, densidad de afectaciones y máxima área quemada por un incendio, el segundo a las variables: mediana del área quemada por incendio, área quemada media por incendio y número de años en los cuales ocurrieron incendios, y el tercero con las variables: número de horas en las cuales ocurrieron incendios, número de años con incendios y máxima área quemada.

En la figura 22 se observa la ubicación de las unidades geográficas con respecto a los tres componentes. Se aprecia que la posición de las unidades geográficas Pinar del Río, Macurijes, Las Minas y Costa Sur, en ese orden, se debió

fundamentalmente al primer componente, el segundo componente influyó en la posición de Pinar del Río, Macurijes, Guanahacabibes y Costa Sur, mientras que el tercero no aportó variaciones importantes.

La zonificación se representa en la figura 23. Debe planificarse para cada zona, acciones similares para la prevención.

El análisis realizado permite establecer, además, para cada zona niveles de prioridad para la protección contra los incendios en la provincia, correspondiendo el primer nivel a la unidad geográfica Pinar del Río, el segundo a Macurijes y Las Minas, el tercero a Guanahacabibes, el cuarto a Costa Sur y La Palma y el quinto a Bahía Honda y Viñales.

- **Según las clases de bosques.**

En la tabla 30 se exponen los valores de los incendios ocurridos y las hectáreas afectadas durante los 22 años del estudio en bosques naturales y artificiales, lo cual se representa en la figura 24. Con el fin de comprobar estadísticamente la existencia o no de diferencia significativa entre los resultados obtenidos se realizó una prueba de hipótesis a los datos correspondientes a los incendios ocurridos y a las hectáreas afectadas cada año en cada clase de bosque, utilizando un nivel de significación del 0,05 obteniéndose que existe diferencia significativa entre las medias de los incendios ocurridos en bosques naturales y artificiales ( $p = 0,0002$ ) al igual que para el caso de las medias de las hectáreas afectadas en cada clase de bosque ( $p = 0,0126$ ) de acuerdo con las tablas 31 y 32. Se notan incrementos de los valores promedios para el número de incendios y de hectáreas afectadas en los bosques artificiales, lo cual coincide con el criterio de diferentes autores que plantean que el bosque natural, mixto y disetaneo en la medida en que se aproxima a su estado clímax, presenta menores posibilidades para el surgimiento y propagación de los incendios.

Los resultados anteriores son a pesar de que la mayor parte del territorio, un 72,97 %, está ocupado por bosques naturales. Es importante recordar, según se analizó en epígrafes anteriores, que las plantaciones se incrementan cada año y fundamentalmente con las especies más peligrosas.

Las tendencias de los incendios y las afectaciones a través del periodo analizado según las clases de bosques se presenta en la figura 25. Se observa que si en los primeros años en ocasiones los incendios ocurridos en bosques naturales superaban a los que ocurrían en bosques artificiales, posteriormente este comportamiento se invirtió, mostrando una tendencia a aumentar las ocurrencias en los bosques artificiales y disminuyendo en los naturales, lógico comportamiento si se tiene en cuenta el incremento de las plantaciones, ocurriendo de forma similar para el caso de las afectaciones.

- **Según los grupos de especies.**

En las tablas 23 y 24 se reflejan los valores de los incendios iniciados y las afectaciones por ellos producidas en las áreas ocupadas por los distintos grupos de especies, cuyos totales se representan en la figura 26.

El 76,72 % (936 incendios) se originaron en *Pinus* spp, siguiéndole en orden descendente los originados en *Eucalyptus* spp con el 11,56 % (141), en otras latifolias con el 6,72 % (82) y en *Casuarina* spp con el 5,00 % (61).

A los valores del número de incendios registrados para cada especie durante los 22 años se les aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis obteniéndose diferencia significativa ( $H_c = 53,230$ ;  $\chi^2_{(0,05)} = 7,815$ ) entre los mismos. La prueba de comparaciones múltiples no paramétricas estableció que el valor registrado para el *Pinus* spp es diferente a los valores del resto de las especies. También son diferentes los valores del *Eucalyptus* spp y otras latifolias con la *Casuarina* spp, siendo sólo similares los valores del *Eucalyptus* spp y otras latifolias.

También la mayor cantidad de afectaciones se produjo en el *Pinus* spp al que corresponde el 66,74 % (7 660,62 ha) de las mismas, seguido por el *Eucalyptus* spp con el 21,74 % (2 201,90 ha), la *Casuarina* spp con el 5,96 % (603,37 ha) y otras latifolias con un 5,57 % (564,30 ha). Al aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis se obtuvo diferencia significativa ( $H_c = 45,265$ ;  $\chi^2_{(0,05)} = 7,815$ ). La prueba de comparaciones múltiples no paramétricas arrojó que el valor del *Pinus* spp es diferente con el resto de las especies, al igual que el valor obtenido para el *Eucalyptus* spp, siendo similares los valores obtenidos para la *Casuarina* spp y otras latifolias.

Así se pone de manifiesto la importancia que debe prestarse a la protección contra los incendios en las áreas ocupadas por *Pinus* spp, el *Eucalyptus* spp y *Casuarina* spp, haciéndose necesario exigir, como está establecido por el Servicio Estatal Forestal, tener en cuenta debidamente en los proyectos de reforestación la protección contra los incendios.

La tendencia seguida por ambas variables en cada grupo de especie se representa en la figura 27. Se observa que en todos los casos ha sido al aumento del número de incendios, notándose la pendiente mayor para el caso del *Eucalyptus* spp y las menores para la *Casuarina* spp y otras latifolias, manteniéndose en estas dos especies a niveles bajos. En cuanto a las afectaciones se destaca la fuerte pendiente de la línea que muestra la tendencia para el *Eucalyptus* spp. También es importante destacar que el número de hectáreas que se afectan cada año en otras latifolias ha ido disminuyendo.

### **3.3.3. Distribución espacio - temporal de los incendios y sus afectaciones.**

Se presenta el análisis sobre la evolución que ha tenido el número de incendios y sus afectaciones a través de los meses del año según las unidades geográficas, el origen del bosque y las especies.

- **Según las unidades geográficas.**

Los valores del número de incendios y sus afectaciones para cada mes a través del periodo analizado según las unidades geográficas se presenta en las tablas 35 y 36 y en la figura 28. Se observa que no en todas las unidades geográficas es igual el comportamiento de ambas variables a través del año, por lo que dentro de la época de incendios definida con anterioridad para la provincia, es importante diferenciar, en el tiempo, las acciones correspondientes a cada unidad geográfica.

- **Según las clases de bosques.**

En la tabla 37 se exponen los valores de los incendios ocurridos y las afectaciones producidas por estos en cada mes del año (figura 29) para las dos clases de bosques. Se observa un comportamiento similar en ambos casos, sin considerar la diferencia en cuanto al número de incendios y afectaciones entre ambos tipos de bosques, como ya se ha precisado, por esto el servicio de

protección debe activarse durante los mismos meses en ambas clases de bosques.

- **Según los grupos de especies.**

La distribución de los incendios y sus afectaciones a través del año según las especies se presenta en las tablas 38 y 39 y en la figura 30. Se observa que los mayores valores para el número de incendios se presenta durante los primeros tres meses de la época de incendios para las distintas especies, excepto para el *Pinus* spp que alcanza sus valores máximos a partir de abril y hasta agosto, ocurriendo de forma similar para el caso de las afectaciones, destacándose el hecho de que en los tres últimos meses alcanza valores altos sólo el *Pinus* spp, especie sobre la que se presenta la mayor cantidad de incendios producidos por rayos, los cuales están asociados al periodo lluvioso.

### **3.3.4. Distribución de los incendios y sus afectaciones según las causas.**

De acuerdo con el epígrafe 2.2.4. se analiza a continuación la distribución de los incendios y sus afectaciones según las causas a través del periodo de estudio, del año, de la semana, según las unidades geográficas, las clases de bosques y los grupos de especies.

- **A través del periodo de años seleccionado.**

Los valores correspondientes al número de incendios ocurridos según cada causa y las hectáreas afectadas por estos se presentan en las tablas 40 y 41 cuyos totales se representan en la figura 31. Se observa que el rayo es la principal causa de surgimiento, correspondiendo a ella el 47,46 % (579) del total, siguiéndole las negligencias, las desconocidas y la intencional con el 27,38 % (334); 22,62 % (276) y 2,54 % (31) respectivamente, mientras que la causa por la que se ha afectado mayor cantidad de superficies es la negligencia, correspondiéndole el 39,45 % del total (3 992,99 ha), siguiéndole en orden de importancia los rayos con un 28,40 % (2 877,39 ha), las desconocidas con el 25,24 % (2 556,81 ha) y las intencionales con el 6,94 % (703 ha).

La figura 32 permite observar la tendencia de las variables que se analizan a través del periodo. Es significativo prestar atención al hecho de que mientras la

tendencia seguida por los rayos en cuanto a su participación en el total de incendios y de afectaciones ha sido a la disminución, las negligencias muestran una fuerte tendencia al aumento, lo que revela la participación cada vez mayor de la sociedad en el problema de los incendios forestales debido al crecimiento de la población y al incremento de las actividades productivas en el sector. También contribuye a esta tendencia el hecho de que las causas desconocidas han disminuido, lo cual indica que se ha trabajado por investigar cada causa de incendios, aunque sea insuficiente aún, pues los valores mostrados para este grupo son preocupantes.

Los tipos de negligencias que se presentaron en la provincia en el periodo analizado, se muestran en la tabla 42, junto a los valores de los incendios por ellas provocados y a las afectaciones. La figura 33 permite observar que la mayor cantidad de incendios originados corresponden a los fumadores con el 23,26 % (30 incendios) seguidos de la quema de tumbas con el 17,05 % (22). Las mayores afectaciones son producidas por los castradores de colmena con el 25,93 % (315,04 ha) seguido también de las quemas de tumbas con el 22,15 % (269,10 ha).

- **A través del año.**

La distribución mensual de los incendios y las afectaciones según las causas se muestra en las tablas 42 y 43 y en la figura 34. En el caso de los incendios se observa fácilmente que la mayor cantidad de los producidos por rayos se presentan de mayo a agosto con el 82,56 % (478 incendios) meses que corresponden al periodo lluvioso, mientras que el resto de las causas concentran su acción en los meses de febrero a mayo, periodo en el que ocurre el 42,87 % (523) de los incendios y al que corresponden los tres últimos meses del periodo poco lluvioso y el primero del periodo lluvioso, meses en que el material combustible ofrece buenas condiciones para el surgimiento y la propagación del fuego.

En el caso de las afectaciones se observa que la mayor cantidad de las mismas, debidas a los rayos, se presentan de junio a agosto con el 72,45 % (2 084,70 ha). Las mayores afectaciones para el resto de las causas en su conjunto se presentó de marzo a mayo, correspondiendo a este periodo el 85,68 % (6 214,59 ha) de las

afectaciones provocadas por estas causas.

- **A través de la semana.**

Los valores sobre la distribución de los incendios según las causas a través de la semana se presentan en la tabla 45 y en la figura 35. Se observa una distribución bastante equitativa a través de la semana, tanto de las causas naturales, los rayos, como de las causas antropogénicas.

- **Según las unidades geográficas.**

En las tablas 46 y 47 y en la figura 36 se presentan los incendios registrados y sus afectaciones por grupos de causas según las unidades geográficas. Se observa que el rayo es la principal causa de surgimiento y de afectaciones en Las Minas y Macurijes, mientras que la mayor cantidad de incendios por causas desconocidas se presentan en Costa Sur donde también son las responsables de la mayor cantidad de afectaciones, variable esta última que por esta causa alcanza niveles importantes en La Palma. La causa intencional, aunque a niveles muy bajos, se ha manifestado más en Guanahacabibes y las negligencias son la causa más importante de surgimiento en Guanahacabibes y Bahía Honda, mientras que por ellas las principales afectaciones se reportan en Bahía Honda, Las Minas y Guanahacabibes.

- **Según las clases de bosques.**

La tabla 48 y la figura 37 reflejan la distribución de los incendios y las afectaciones a través de las causas según las clases de bosques. Resulta interesante observar que la mayor cantidad de los incendios producidos en los bosques naturales son por rayos con el 62,73 % (308 incendios), lo que aunque ocurre también para los artificiales el porcentaje llega sólo al 38,92 % (309 incendios) de las ocurrencias, sucede que en este tipo de bosques el resto de las causas tienen una mayor participación.

En el caso de las afectaciones se observa que la principal causa de las mismas en los bosques naturales es el rayo con un 43,20 % (1 818,34 ha) mientras que en los bosques artificiales la principal causa es la negligencia con el 47,58 % (3 442,65 ha).

- **Según los grupos de especies.**

La distribución de los incendios y las afectaciones según las causas por grupo de especie se presenta en las tablas 49 y 50 y en la figura 38. Se observa que en el caso del *Pinus* spp el 61,11 % (572 incendios) son originados por rayos, causa a la que corresponde el 41,64 % (281,89 ha) de las afectaciones. Es importante destacar la gran participación que tienen las causas de origen antrópico sobre el resto de los grupos de especies.

### **3.3.5. Riesgo de incendio forestal.**

En la tabla 51 se presentan los índices de causalidad y de inflamabilidad y el riesgo de incendio para las distintas unidades geográficas, de forma cuantitativa y cualitativa. En la figura 39 se representa el riesgo para cada unidad geográfica. Se ha obtenido, según la escala de la tabla 11, un estado del riesgo bajo para todas las unidades geográficas, independientemente de que sea posible definir, de acuerdo a los valores, las de mayor riesgo de incendio lo que recae en La Palma. Las acciones de prevención que se desarrollen deben ir encaminadas a reducir esos valores, priorizando las unidades donde estos sean mayores.

### **3.3.6. Evaluación de la efectividad del servicio de protección contra incendios forestales.**

En la tabla 52 se muestran los valores de la densidad de incendios, densidad de afectaciones, el promedio de hectáreas afectadas por incendios y el porcentaje que se afecta de la superficie cubierta de bosques de 1989 a 1996, mientras que en la figura 40 se representa la tendencia seguida por cada indicador. Se observa que el indicador promedio de hectáreas quemadas por incendio ha seguido una tendencia al aumento mientras que la densidad de afectaciones ha disminuido, al igual que la densidad de incendios. Son significativos los bajos valores mostrados por todos los indicadores.

La distribución de los incendios y sus afectaciones según las clases de tamaño se presentan en las tablas 53 y 54. Se observa que la mayor cantidad de los incendios se agrupan en las dos primeras clases (1 048 incendios; 85,90 %) lo que indica un comportamiento adecuado. Los pocos incendios de las clases

mayores son los responsables de la mayor cantidad de afectaciones (7 825,76 ha; 77,25 %).

La figura 41 muestra cuales han sido las tendencias del número de incendios según cada clase de tamaño, observándose que las mismas en las clases menores manifiestan fuertes tendencias al aumento, lo cual es muy positivo. En el caso de las afectaciones las tendencias de pendientes más fuertes las muestran las clases V, III y II.

- **A través del año.**

La tabla 55 muestra los valores correspondientes a los primeros cuatro indicadores que se están utilizando. Se observa que los valores más altos para la densidad de incendios se presentan durante la época de incendios, la mayor densidad de afectaciones lo hace en los meses de marzo y abril al igual que los valores del número de hectáreas afectadas por incendio y del porcentaje que se afecta de la superficie total cubierta de bosques, lo que indica que aunque en el conjunto del año se alcanzan buenos resultados, es necesario en estos dos meses encaminar el trabajo con vistas a disminuir tales valores.

La distribución según las clases de tamaño se presenta para los incendios y sus afectaciones en las tablas 56 y 57. Es significativo destacar que en las clases mayores la mayor cantidad de los incendios en ella ubicados, han ocurrido de marzo a mayo, lo cual indica la importancia de extremar, como se ha indicado ya, las medidas de protección durante estos meses. En el caso de las clases pequeñas la mayor parte de los incendios se distribuye desde marzo hasta agosto, lo que responde en el caso de los meses del periodo lluvioso a la ocurrencia del incendios por rayos, los cuales generalmente no llegan a quemar áreas extensas.

- **Según las clases de bosques.**

La tabla 58 muestra que los resultados alcanzados en los indicadores que se analizan, son mejores para los bosques naturales que para los artificiales, mientras que la tabla 59 muestra resultados similares para las clases de tamaño en cada tipo de bosque.

- **Según los grupos de especies.**

En las tablas 60, 61 y 62 se presentan los valores de los indicadores analizados. Se destacan los altos valores obtenidos para el *Eucalyptus* spp, especie que en los próximos años ocupará un lugar destacado en los planes de reforestación de la provincia.

### **3.4. Formulación de las medidas de prevención. (Tercera Etapa).**

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales (etapa anterior) y de acuerdo con lo planteado en el capítulo anterior, es posible formular el conjunto de medidas siguientes:

- Perfeccionar el servicio de protección contra los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río, pues las tendencias de los valores del número de incendios y sus afectaciones son cada año al aumento.
- Mantener ininterrumpidamente la vigilancia en las torres de observación y activar puntos de control para limitar el acceso a las áreas boscosas durante la época de incendios (marzo - julio), desde las 13:00 y hasta las 16:00 horas. El patrullaje aéreo se realizará durante los meses indicados y a partir de las 14:30 horas. Durante estos meses, además, el servicio de extinción se mantendrá en óptimas condiciones operativas. Los trabajos de manejo de combustibles deben terminarse antes del 15 de febrero de cada año y las campañas de concientización desarrollarse con mayor intensidad desde el 1 de febrero hasta el 15 de agosto.
- Priorizar las acciones de prevención de acuerdo a los recursos disponibles en la provincia, en primer lugar en la EFI Pinar del Río, en segundo a las EFI Macurijes y Las Minas y en tercero en Guanahacabibes. Se prestará especial atención a las medidas de manejo de combustibles en los bosques artificiales, mejorándose el acceso de la técnica terrestre de extinción a los mismos, sobre todo en bosques de *Eucalyptus* spp, *Pinus* spp y *Casuarina* spp, en ese orden.
- Precisar para cada unidad geográfica, según se ha indicado en este trabajo, la época de incendios, pues no en todas se observan los valores máximos de incendios durante los mismos meses. En cuanto a las clases de bosques de acuerdo a su origen, el servicio de protección se activará en los mismos meses. Se prestará mayor atención a la vigilancia y detección de marzo a abril en

bosques de *Eucalyptus* spp, *Casuarina* spp y otras latifolias y de abril a agosto en los de *Pinus* spp.

- Desarrollar sólidas campañas de concientización con vistas a disminuir la ocurrencia de incendios debidos a negligencias, responsables del 27,34 % de los incendios y del 39,42 % de las afectaciones. También debe orientarse investigar las causas de los incendios, fundamentalmente en la EFI Costa Sur. Prestar especial atención a las descargas eléctricas de mayo a agosto y a las posibles ocurrencias por otras causas de febrero a mayo. Es importante evitar la ocurrencia de negligencias sobre todo en los bosques de *Eucalyptus* spp, pues es la mas importante en cuanto a las afectaciones y su tendencia ha sido a aumentar fuertemente.
- Priorizar las acciones encaminadas a disminuir el riesgo de incendios en las EFI La Palma, Pinar del Río y Guanahacabibes fundamentalmente.
- El servicio de protección contra incendios debe alcanzar mejores resultados para la densidad de incendios y de afectaciones, para lo que será necesario redoblar sus esfuerzos durante los meses de marzo y abril, en bosques artificiales y donde las especies presentes sean *Eucalyptus* spp.

### **3.5. Determinación del efecto económico.**

Debido a que son tantos y tan variados los efectos que provocan los incendios, resulta difícil poder cuantificarlos en su totalidad, motivo por el cual se han desarrollado metodologías en Cuba y en otros países que estiman sólo las pérdidas directas que son posible cuantificar, planteando unos especialistas que el valor de las pérdidas indirectas es cuatro o siete veces mayor que el de las pérdidas directas calculadas (Oharriz, 1991) y otros que pueden llegar a ser hasta 10 veces mayores (Soares, 1985).

El efecto económico, siguiendo lo apuntado anteriormente estará referido a la estimación de las pérdidas directas que provocan los incendios forestales y a la posible reducción de las mismas, según se aborda a continuación:

#### **a) Estimación de las perdidas directas.**

En Cuba desde la década del `80 y como parte del Acta de Incendios que debe llenarse para cada uno de ellos, se utiliza una metodología que tiene en cuenta

los indicadores gastos por reforestación, gastos por m<sup>3</sup> de madera afectada, gastos por limpieza del área y gastos en acciones de lucha (Ramos, 1990), la cual ha permitido contar con estadísticas sobre esta problemática en virtud de las que ha sido posible estimar durante periodos de años el valor monetario promedio por hectárea de las pérdidas directas producidas. Con base en lo anterior Oharriz, et al. (1990) plantean que en cada hectárea afectada por incendio se pierden \$ 2 000,00 pesos, cifra que coincide con el MINAG (1990) en su “Proyecto de Política Forestal en Cuba y su Ejecución” al exponer que de 1961 a 1989 los incendios forestales afectaron 144 300 ha, provocando pérdidas por valor de \$ 288 600 000,00 pesos.

Según lo anterior se ha considerado conveniente utilizar el valor de \$ 2 000,00 pesos con vistas a obtener, según se explicará más adelante, el efecto económico que proporcionaría la aplicación de esta investigación. Debe señalarse que este valor puede aumentar si se utilizan metodologías más detalladas, como es el caso de la que se expone formando parte del anexo 1, en el cual se muestra también una metodología para estimar el impacto ambiental producido por los incendios.

#### **b) Reducción de las pérdidas.**

La evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales ocurridos en un territorio (Segunda Etapa) a partir de la cual se obtiene el plan de medidas preventivas de la Tercera Etapa, permite precisar la distribución de los incendios desde el punto de vista de su carácter espacio - temporal, brindando para reducir la ocurrencia y/o las áreas afectadas por los mismos, las oportunidades siguientes:

- Debido a que se conoce cuándo ocurren los incendios con mayor frecuencia durante el año, la semana y el día, es posible incrementar la efectividad de la prevención y la extinción, al fijarse los periodos en los cuales la vigilancia debe ser ininterrumpida, lo que permitirá una detección oportuna y la consiguiente rápida acción para lograr la extinción. Igualmente se podrán fijar los periodos en que las campañas de concientización y los distintos trabajos de manejo de los combustibles, serán más efectivos.
- Como se conoce dónde son más frecuentes los incendios, se podrán tomar las medidas necesarias con vistas a disminuir el riesgo de incendios en esos lugares, al igual que las medidas que permitan incrementar la efectividad de las

acciones de extinción en aquellos lugares en que aún no han alcanzado niveles satisfactorios.

- El conocimiento del porqué de los incendios forestales es de gran importancia para la prevención, siendo posible trabajar por reducir las causas evitables, las que en el quinquenio 1981 - 1985 según Oharriz, et al. (1990) representaron en Cuba el 86 % del total.

Según el análisis anterior puede considerarse que por concepto de la aplicación de las medidas preventivas de la tercera etapa, se va a evitar al menos la afectación del 5 % del área que como promedio es afectada por el fuego cada año.

Finalmente, para obtener el efecto económico, deben multiplicarse los \$ 2 000,00 pesos que como promedio se pierden por cada hectárea afectada, por el número de hectáreas que ahora se dejarán de afectar (el 5 % de la media anual). El resultado es la cantidad monetaria que se dejaría de perder cada año.

En la provincia de Pinar del Río se afectan cada año como promedio 460,46 ha. Por lo que el 5 % de las mismas representa 23,02 ha, las que valoradas en \$ 2 000,00 pesos cada una, suman \$ 46 040,00 pesos, cuya pérdida debe evitarse cada año, lo que constituye un aporte importante a la materialización de la política económica del país, en general y del desarrollo forestal planificado hasta el año 2015, en particular.

Es importante destacar, además, que al evitar estas afectaciones se contribuye en alguna medida al logro del manejo forestal sostenible, a la vez que se evita la destrucción de uno de los mecanismos más importantes que tiene la naturaleza para fijar el CO<sub>2</sub> atmosférico, la pérdida de la biodiversidad, la degradación de los suelos y la contaminación del medio ambiente expuesto a posibles Cambios Climáticos Globales, debidos a los niveles alcanzados por los gases de efecto invernadero, todo lo cual representa para el país, como signatario de diversos convenios internacionales, una responsabilidad ante la cual se desarrollan diferentes acciones.

También desde el punto de vista social tiene una repercusión importante, pues se

contribuye al mejoramiento de la calidad ambiental y a la protección de una fuente de recursos renovables de gran importancia económica, y de un espacio natural en el que el turismo —actividad con grandes potencialidades en el país— podrá encontrar junto a su belleza paisajística, la necesaria seguridad que puede ofrecer para la vida de las personas, un sistema de protección efectivo.

## CONCLUSIONES

En este acápite se presentan a modo de resumen las principales conclusiones a las que se han arribado con el desarrollo de esta tesis. Están basadas en los capítulos que conforman el contenido de la misma y en correspondencia con los objetivos planteados.

Las principales conclusiones son:

- Las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales en un territorio determinado permiten obtener informaciones importantes sobre los mismos y sobre la efectividad del servicio de protección en un contexto espacio-temporal, precisándose dónde, cuándo y porqué ocurren con mayor frecuencia, todo lo cual permite dotar a los planes de prevención de un basamento científico.
- Las bases metodológicas para perfeccionar la prevención contra los incendios forestales se concretan en la obtención y procesamiento de la información estadística necesaria, la evaluación del comportamiento histórico de los mismos y la formulación de las medidas preventivas.
- Se automatizó la base de datos sobre los incendios forestales ocurridos en la provincia de Pinar del Río y se diseñó el software para su manejo, lo que facilita realizar evaluaciones del comportamiento histórico de los mismos para la provincia y para cada una de sus ocho EFI, en poco tiempo y con buena precisión.
- La evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales ocurridos en la provincia de Pinar del Río permitió obtener un conjunto de medidas que dotan a los planes de prevención de una base científica adecuada. Se pudo establecer que la época de incendios se presenta de marzo a julio y que durante el día son más frecuentes entre las 13:00 y las 16:00 horas. También se ha podido indicar la necesidad de priorizar las acciones de prevención en la EFI Pinar del Río, seguida de Macurijes y Las Minas. Siendo necesario, además, prestar especial atención en este sentido en los bosques artificiales de *Eucalyptus*

spp, *Pinus* spp y *Casuarina* spp. Igualmente se ha expresado la necesidad de reducir las negligencias, causa responsable del 39,42 % de las afectaciones y fortalecer las acciones que permitan reducir el riesgo de incendios fundamentalmente en las EFI La Palma, Pinar del Río y Guanahacabibes.

- El efecto económico que debe obtenerse por la aplicación de las medidas de prevención propuestas es positivo, pues debe evitarse la pérdida cada año de al menos \$ 46 040,00 pesos, a la vez que se contribuye al logro del manejo forestal sostenible y a la protección del medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las conclusiones a las que se arriban en esta tesis, se recomienda:

- Que la Dirección Nacional del Cuerpo de Guardabosques analice la conveniencia de la aplicación de las bases metodológicas propuestas para perfeccionar la prevención contra los incendios forestales en el país, instrumentándolas como parte del Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales que en virtud de la Ley No. 85: Ley Forestal, este órgano debe elaborar.
- Que la Dirección del Cuerpo de Guardabosques en la provincia de Pinar del Río aplique íntegramente los resultados obtenidos para la misma, a partir de desarrollar en ella las bases metodológicas obtenidas, lo cual puede contribuir a elevar los niveles de la efectividad del servicio de protección.
- Continuar profundizando en tan importante tema de investigación.
- Aplicar los resultados de esta investigación en la enseñanza de pregrado y postgrado en la carrera de Ingeniería Forestal y utilizar el contenido del documento como material de consulta para estudiantes y profesionales.

## BIBLIOGRAFÍAS

- Partido Comunista de Cuba (1997) Proyecto de Resolución Económica. V Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana. 9 - 68 pp.
- Aldenderfer, M.S. y R.K. Blashfield (1987) Cluster Analysis. Cuarta Reimpresión. SAGE Publications Ltd. California. U.S.A. 87 p.
- Álvarez, P.A. y J.C. Varona (1988) Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 354 p.
- Andreu, V. et al. (1996) Postfire Effects on Soil Properties and Nutrient Losses. Int. J. Wildland Fire No. 6, Vol. 2. U.S.A. 53 - 58 pp.
- Arno, S.F. (1996) The Seminal Importance of Fire in Ecosystem Management. Impetus for this Publication. The Use of Fire in Forest Restoration. Annual Meeting of the Society for Ecological Restoration. Seattle, WA, U.S.A: 3 - 5 pp.
- Atzet, T.; D. Wheeler; R. Gripp (1988) The Fire Environment. Fir Report. Vol. 9, No. 4 (Winter) Special Fire Issue. Extension Service, Oregon. U.S.A. 4 - 7 pp.
- Bará, S., et al. (1982) Evolución de la composición de los suelos incendiados. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Pontevedra. España. 11 p.
- Basilevsky, A. (1994) Statistical Factor Analysis and Related Methods. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 737 p.
- Batista, A.C. (1998) Modelos de Estimativa do Comportamento do Fogo. ANAIS. 1<sup>o</sup> Seminário Sul - Americano sobre Controle de Incêndios Florestais e 5<sup>a</sup> Reunião Técnica Conjunta SIF/FUPRF/IPEF sobre Controle de Incêndios Florestais. Belo Horizonte. Brasil. 231 - 251 pp.
- Batista, A.C. y R.V. Soares (1995) Relações entre a altura de carbonização da casca das árvores e algumas variáveis do comportamento do fogo em uma queima controlada em povoamento de *Pinus taeda*. Revista Floresta Vol. 23, No. 1 y 2. Brasil. 47 - 53 pp.
- Batista, A.C. y R.V. Soares (1997) Manual de prevenção e combate a incêndios florestais. Curitiba. Paraná. Brasil. 50 p.
- Beringer, J.; D. Packham y N. Tapper (1995) Biomass Burning and Resulting Emissions in the Northern Territory, Australia. Int. J. Wildland Fire. No. 5, Vol. 4 U.S.A. 229 - 235 pp.

- Bovio, G. y A. Camia (1997) Land Zoning Based on Fire History. *Int. J. Wildland Fire*. Vol. 7, No. 3. U.S.A. 249 - 258 pp.
- Brown, P.M. y C.H. Sieg (1996) Fire History in Interior Ponderosa Pine Communities of the Black Hill, South Dakota, U.S.A. *Int. J. Wildland Fire*. Vol. 3, No. 6. 97 - 105 pp.
- Calabri, G. (1991) Problemas y perspectivas relativas a los incendios forestales, su prevención y su dominio. *Actas del 10º Congreso Forestal Mundial*. París.
- Çanakçioğlu, H. (1990) Forest Fire in Turkey. *Forest Fire Research and Protection from Fire (Proceedings) XIX IUFRO World Congress*. Canada. 26 - 41 pp.
- CGB (1995) Metodología para la realización de los estudios tácticos operativos territoriales del sistema de enfrentamiento de protección contra incendios forestales. *Cuerpo de Guardabosques. MININT. Cuba*. 8 p.
- Cianciulli, P.L. (1981) *Incêndios Florestais. Prevenção e Combate*. Livraria Nobel S.A. São Paulo, Brasil. 169 p.
- Ciesla, W.M. (1995) Sostenibilidad de los bosques mediante su protección contra incendios, insectos y enfermedades. *Estudio FAO Montes 122*. Roma. 143 - 163 pp.
- Ciesla, W.M. (1996) Cambio climático, bosques y ordenación forestal: Una visión de conjunto. *Estudio FAO Montes 126*. Roma. 146 p.
- CITMA (1997) *Estrategia Ambiental Nacional*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Cuba. 27 p.
- CLIF (1997a ) *Libro Rojo de la Prevención contra los Incendios Forestales*. Comité de Lucha contra Incendios Forestales. Dirección General para la Conservación de la Naturaleza. España. 202 p.
- CLIF (1997b) *Libro Rojo de la Coordinación contra los Incendios Forestales*. Comité de Lucha contra Incendios Forestales. Dirección General para la Conservación de la Naturaleza. España. 202 p.
- CLIF (1997c) *Estadísticas de Incendios Forestales*. Comité de Lucha contra Incendios Forestales. Dirección General para la Conservación de la Naturaleza. España. 48 p.
- Cobas, O. y M.L. Guerra (1989) *Protección contra incendios en la EFI Ciénaga de Zapata*. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Cooper, C.F. (1961) The Ecology of Fire. *Scientific American*. Vol. 204, No. 4. U.S.A. 150 - 160 pp.

- Cuadras, C.M. (1991) Métodos de análisis multivariante. PPU. Barcelona. España. Limpergraf, S.A. 644 p.
- Chandler, C. et al. (1983) Fire in Forestry. Vol. II. Forest Fire Management and Organization. A Wiley - Interscience Publication. U.S.A. 298 p.
- Chandrasekharan, C. (1998) Control de los incendios forestales. Boletín Actualidad Forestal Tropical. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Vol. 8, No. 4. Japon. 14 - 15 pp.
- Chou, L. (1990) dBASE III. Guía del programador. Editorial Científico - Técnica. Ciudad de la Habana. 432 p.
- De Ronde, C.; J.G. Goldammer; D.D. Wade y R.V. Soares (1990) Prescribed Fire in Industrial Pine Plantations. Fire in the Tropical Biota. Ecological Studies, Vol. 84. Alemania. 216 - 272 pp.
- Delgado, B. (1987) La protección contra incendios en la EFI Villa Clara. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- DGCN (1996a) Los Incendios Forestales en España durante 1996. Dirección General para la Conservación de la Naturaleza. Madrid. 89 p.
- DGCN (1996b) Los incendios forestales en España durante el decenio 1986 - 1995. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. España. 58 p.
- DGCN (1998) España: Los incendios forestales durante el primer semestre de 1998. Boletín Noticias del Mundo. No. 15. España. 1 - 2 pp.
- Díaz, M. e I. Contreras (1989) Protección contra incendios en la EFI Sancti Spiritus. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Dirección de Guardabosques (1980) Trabajos realizados por el especialista soviético Ingeniero Eduard Davidenko y contrapartida cubana durante el periodo 1977 - 1980. INDAF. Ciudad de la Habana. 150 p.
- Dixon, R.K.; S. Brown; R.A. Houghton; A.M. Solomon; M.C. Trexler y J. Wisniewski (1994) Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. Science 263. U.S.A. 185 - 190 pp.
- FAO (1968) Métodos de lucha contra incendios forestales. Primera Edición: 1953. Comercial y Artes Gráficas S.A. Barcelona - 13. 131 p.
- FAO (1986) Terminología del control de incendios en tierras incultas. Estudio FAO Montes No. 70. Roma, 257 p.

- FAO (1993) Evaluación de los recursos forestales 1990. Países Tropicales. Estudio FAO: Montes No. 112. Roma. 59 p.
- FAO (1994) El desafío de la ordenación forestal sostenible: Perspectivas de la silvicultura mundial. Roma. 121 p.
- FAO (1995) Evaluación de los recursos forestales 1990. Países tropicales. Estudio FAO: Montes No. 112. Roma. 112 p.
- Fonseca, C.M. (1988) Los incendios forestales en la EFI Macurijes. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Freund, J.E. (1988) Estadística elemental moderna. (Cuarta Reimpresión). Edición Revolucionaria. Cuba. 466 p.
- García, A.; L. Rivas; F. De Pablo y E.L. García (1996) Modelo dinámico de predicción del número de incendios forestales diarios: series tiempo presente y tiempo pasado. Jornadas de Medio Ambiente. Universidad de Cádiz. España. 186 p.
- García, E. (1985) Chihuahua y los incendios forestales. Revista Ciencia Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 34 - 50 pp.
- García, E.L. (1998) Consulta Personal. Universidad de Salamanca. España.
- Goldammer, J. Y S. Manan (1996) Incendios en los bosques tropicales. Boletín Actualidad Forestal Tropical. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Vol. 4, No. 1. Japón. 3 -7 pp.
- Goldammer, J.G. (1996) Actividades internacionales relacionadas con incendios forestales. Boletín Actualidad Forestal Tropical. Vol. 4, No. 1. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Australia. 16 p.
- González, A. (1997) Problemas de salinización en el acuífero litoral del occidente de Huelva. Servicio de publicaciones de la Universidad de Huelva. 284 - 288 pp.
- Grasso, G.M. (1996) Effects of Heating on the Microbial Populations of a Grassland soil. Int. J. Wildland Fire No. 6, Vol. 2. U.S.A. 67 - 70 pp.
- Haltenhoff, H. (1999) Comunicación personal sobre la evaluación de la eficiencia en el control de los incendios forestales. Corporación Nacional Forestal. Chile.
- Heikkilä, T.V.; Grönovist, R. And Jurvélius, M. (1993) Handbook on Forest Fire Control. A Guide for Trainers. Foresry Training Programme, Publication 21. Helsinki, 239 p.

- ICONA (1972) Manual de prevención y lucha contra los incendios forestales. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura. Madrid, 48 p.
- ICONA (1993) Manual de Operaciones contra Incendios Forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. España. 147 p.
- IPF (1993) Pinar del Río en cifras. Informe Plan Director de la Montaña. Instituto de Planificación Física Cuba.
- IUFRO (199-) FORSTAT. Módulo 6. Relaciones entre dos variables. Applied Statistics Research Unit. Inglaterra, 88 p.
- Jansa, G. (1974) Curso de climatología. Varias referencias sobre climatología y clima de montaña. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid. España.
- Jaula, J.A. (1980) Caracterización fisiográfica de la provincia de Pinar del Río. Inédito. Universidad de Pinar del Río. 10 p.
- Jones, E. (1989) Aplique el dBASE III PLUS. Editorial Científico - Técnica. Ciudad de la Habana. 483 p.
- Julio, G. (1996) Comportamiento del fuego: Modelos de simulación y su uso en actividades de combate. Memorias de la IV Reunión Técnica Conjunta FUPEF/SIF/IPEF y II Curso de actualización en control de incendios forestales. Curitiba. Paraná. Brasil. 118 - 129 pp.
- Lerch, G. (1977) La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico - Técnica. La Habana. 452 p.
- Lopetegui, C.M.; Alfonso, O. y Naranjo, H.L. (1996) Caracterización climática de la cordillera de Guaniguanico, Pinar del Río. Centro Meteorológico Provincial. CITMA, Pinar del Río, Cuba, 17 p.
- Martínez Millán, J.; S. Vignote; J. Martos; D. Caballero (1990) CARDIN, un Sistema para la Simulación de la Propagación de Incendios Forestales. Universidad de Coimbra, Portugal. 121 - 133 pp.
- Martínez, E. (1994) El Problema de la Industria Forestal en España, análisis de los últimos 50 años, previsiones de cara al Siglo XXI. Revista Forestal Española. No. 11. España. 40 - 51 pp
- Martínez, E. (1998) El combate en la extinción de incendios forestales: Técnicas, coordinación y organización. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid. 55 p.

- McAlpine, R.S. (1995) Testing the Effect of Fuel Consumption on Fire Spread Rate. The Int. J. Wildland Fire. Vol. 5, No. 3. U.S.A. 143 - 152 pp.
- MINAG (1982) Incendios Forestales. Términos y definiciones. Norma Ramal de la Agricultura 555. Cuba. 7 p.
- MINAG (1996) Programa de Desarrollo Económico Forestal 1997 - 2015. Cuba. 25 p.
- Miranda, A.I. y C. Borrego (1996) A Pronostic Meteorological Model Applied to the Study of a Forest Fire. Int. J. Wildland Fire Vol. 6, No. 4. U.S.A. 157 - 163 pp.
- Mißbach, K. (1973) Waldbrand: Verhütung und Bekämpfung. Editorial Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. 126 p.
- Molina, F. (1982) Raíces de los incendios forestales. Publicado en la Voz de Galicia. España. 11 p.
- Oharriz, S. (1991) Protección contra incendios forestales. Editorial Pueblo y Educación. Cuba, 76 p.
- Oharriz, S., C. Valdés, y E.B. Llorente (1990) Estadística de los incendios forestales en Cuba durante el periodo 1981 - 1985. Dirección de Protección al Bosque y la Fauna. Cuba. 40 p.
- OIMT (1997) Directrices de la OIMT sobre el manejo de incendios en los bosques tropicales. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Serie OITM de Políticas Forestales No. 6. Japón. 41 p.
- Pérez, B. (1991) Los incendios forestales en la EFI La Palma. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Potter, B.E. (1996) Atmospheric Properties Associated with Large Wildfires. Int. J. Wildland Fire. No. 6, Vol. 2. U.S.A. 71 - 76 pp.
- Raison, R.J. et al. (1985) Mechanisms of Elements Transfer to the Atmosphere during Vegetation Fires. Can. J. For. Res. No. 1, Vol. 15. 132 - 140 pp.
- Ramírez, J. (1996) Incendios Forestales en Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano. Venezuela, 139 p.
- Ramos, M.P. (1990) Los incendios forestales (Folleto) Universidad de Pinar del Río, 135 p.
- Ramos, M.P. (1996) Comportamiento de los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río de 1975 a 1994. Trabajo presentado en el IV Congreso Internacional sobre Desastres. Cuba.
- Ramos, M.P. (1998a) Comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río de 1975 a 1996. Trabajo presentado en el I Taller

- Nacional de Ingeniería y Arquitectura para la Reducción de los Desastres. 10 p.
- Ramos, M.P. (1998b) Metodología para la obtención y reporte de la información estadística sobre los incendios forestales. Resultado 00501 del Proyecto de Investigación "Manejo del Fuego en los Ecosistemas Forestales". 15 p.
- Ramos, M.P.; Rodríguez, P.G. y León, L.E. (1998) Sistema Integrado para el Manejo de Bases de Datos sobre Incendios Forestales (SIMBDIF); Guía del Usuario. Trabajo presentado en el XII Forum de Ciencia y Técnica de la Universidad de Pinar del Río. 21 p.
- Rico, F. (1981) Los incendios forestales. Tratado del Medio Natural. Tomo IV. Universidad Politécnica de Madrid. España. 349 - 379 pp.
- Riviaux, C. (1988) Los incendios forestales en la EFI Guantánamo. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Rodríguez, D.A. (1994) 24 000 años de incendios forestales en México. Boletín MEXICO y sus bosques. Vol. XXII, No. 2 - 3. Asociación Mexicana de Profesionales Forestales, A.C. México. 7 - 26 pp.
- Rodríguez, D.A. (1996) Incendios Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Mundi - Prensa. México, S.A. de C.V. México. 630 p.
- Rosales, N. y N. Torres (1994) Los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río de 1975 a 1983. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Salas, F.J. y E. Chuvieco (1994) Geographic Information Systems for Wildland Fire Risk Mapping. Journal Wildfire. Vol. 3, No. 2.
- Salas, F.J. y E. Chuvieco (1995) Aplicación de imágenes Landsat - TM a la cartografía de modelos combustibles. Revista de Teledetección No. 5. España. 18 - 28 pp.
- Sarre, A. Y J.G., Goldammer (1996) Se quema la casa. Boletín Actualidad Forestal Tropical. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Vol. 4, No. 1. 1 - 2 pp.
- Saveland, J.M.; S.R. Bakken y L.F. Neuenschwander (1990) Predicting Mortality and Scorch Height from Prescribed Burning for Ponderosa Pine in Northern Idaho. Bulletin No. 53. U.S.A. 9 p.
- Soares, R.V. (1985) Incêndios Florestais. Controle e uso do Fogo. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba, 213 p.

- Soares, R.V. (1988) Perfil dos incêndios florestais no Brasil, de 1984 a 1987. Revista Floresta. Brasil.
- Soares, R.V. (1992) Ocorrência de Incêndios Florestais em Reflorestamentos. I Seminario Nacional sobre Incêndios Florestais e Queimadas. Brasil 16 p.
- Solorzano, C.F. (1958) Manual de Prevención y Combate de Incendios Forestales. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela, 219 p.
- Trejos, J. (1998) Principios de estadística matemática. Escuela de Matemática. Universidad de Costa Rica. 167 p.
- Valdivia, N. y M. Treto (1994) Los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río de 1984 a 1993. Trabajo de Diplomas. Universidad de Pinar del Río.
- Vélez, R. (1981) Defensa contra incendios en el medio natural. Tratado del Medio Natural. Tomo IV. Universidad Politécnica de Madrid. España. 293 - 348 pp.
- Vélez, R. (1990) Los incendios forestales en el Mediterráneo: perspectiva regional. Revista Unasyva. Vol.41, No. 162. 3 - 9 pp.
- Vélez, R. (1994) Participación de los grupos de voluntarios y otros colectivos en la lucha contra los incendios forestales. Revista Forestal Española. No. 11. España. 6 - 8 pp.
- Von Niessen, W. y A. Blumen (1988) Dynamic Simulation of Forest Fires. Can. J. For. Res. No. 6, Vol. 18. 805 - 812 pp.
- Wilson, C.C. (1979) Roadsides Corridors with High Fire Hazard and Risk. Journal of Forestry. No. 9, Vol. 77. Canada. 576 - 577 pp.

Tabla 1. Características de la Base de Datos sobre Incendios Forestales.

Número del campo	Nombre del campo	Tipo de campo	Ancho	Decimales
1	Nro	Numérico	6	0
2	Empr	Numérico	2	0
4	Año	Numérico	3	0
5	Mes	Numérico	2	0
6	Fecha	Fecha	8	0
7	Diasen	Numérico	2	0
8	Hora	Numérico	5	2
9	Tipo	Numérico	2	0
10	Caus1	Numérico	2	0
11	Caus2	Numérico	2	0
12	Forma1	Numérico	2	0
13	Tbosq1	Numérico	2	0
14	Afectac1	Numérico	6	2
15	Edad1	Numérico	2	0
16	Tbosq2	Numérico	2	0
17	Afectac2	Numérico	6	2
18	Edad2	Numérico	2	0
19	Forma2	Numérico	2	0
20	Tbos1	Numérico	2	0
21	Afectac3	Numérico	6	2
22	Edad3	Numérico	2	0
23	Tbos2	Numérico	2	0
24	Afectac4	Numérico	6	2
25	Edad4	Numérico	2	0
26	Forma3	Numérico	2	0
27	Tb1	Numérico	2	0
28	Afectac5	Numérico	6	2
29	Edad5	Numérico	2	0
30	Tb2	Numérico	2	0
31	Afectac6	Numérico	6	2
32	Edad6	Numérico	2	0
33	Afectotal	Numérico	6	2
34	PerA	Numérico	9	2
35	PerB	Numérico	9	2
36	PerC	Numérico	9	2
37	PerD	Numérico	9	2

Tabla 8. Ficheros integrantes del SIMBDIF.

Ficheros	Tamaño	Acción
SIMBDIF.prg	1322	Menú principal
AÑOS.prg	1698	Submenú para resultados por años
MESES.prg	1375	Submenú para resultados por meses
DIAS.prg	919	Submenú para resultados según los días de la semana
HORAS.prg	824	Submenú para resultados según las horas del día
VEGETAC.prg	1188	Submenú para resultados relacionados con la vegetación
ACTUAL.prg	1208	Submenú para actualizar la base de datos BDIFPR
PROCEDIM.prg	254	Permite salida por impresora o pantalla
F-A.prg	1584	Incendios y afectaciones por años
F-B.prg	2694	Total de incendios y afectaciones según las causas por años
F-C.prg	2012	Incendios según las causas por años
F-D.prg	2230	Afectaciones según las causas por años
F-E.prg	1782	Incendios y afectaciones según la causa por años
F-F.prg	1540	Incendios según el origen del bosque por años
F-G.prg	1573	Afectaciones según el origen del bosque por años
F-H.prg	2948	Incendios según las clases de tamaño por años
F-I.prg	3704	Afectaciones según las clases de tamaño por años
F-J.prg	2027	Pérdidas económicas según los indicadores por años
F-K.prg	1654	Incendios y afectaciones por meses
F-L.prg	2102	Incendios según las causas por meses
F-M.prg	1702	Análisis de las negligencias
F-N.prg	2679	Afectaciones según las causas por meses
F-O.prg	1760	Incendios y afectaciones según las causa por meses
F-P.prg	3061	Incendios según las clases de tamaño por meses
F-Q.prg	3630	Afectaciones según las clases de tamaño por meses
F-R.prg	1273	Incendios para cada día de la semana
F-S.prg	2225	Incendios según las causas para cada día de la semana
F-T.prg	1350	Incendios según las horas del día
F-U.prg	4083	Incendios y afectaciones según tipo de vegetación
F-V.prg	2376	Pérdidas económicas según tipo de vegetación
F-W.prg	1677	Incendios y afectaciones según origen del bosque
F-X.prg	2507	Pérdidas económicas según el origen del bosque
F-AA.prg	662	Añadir nuevos artículos
F-AB.prg	1018	Editar artículos
F-AC.prg	1038	Mostrar y editar artículos
F-AD.prg	886	Borrar artículos
F-AE.prg	1010	Actualizar el campo DIASEN
F-AF.prg	1064	Actualizar el campo AFECTOTAL
Total	446695	

Tabla 13. Distribución de la vegetación forestal en la provincia de Pinar del Río en 1996.

Especies	Bosque natural		Bosque artificial		Total	(%)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
<i>Pinus spp</i>	35776,50	13,87	77248,30	80,86	113024,80	31,97
<i>Eucalyptus spp</i>	0,00	0,00	10218,80	10,70	10218,80	2,89
<i>Casuarina spp</i>	0,00	0,00	1162,00	1,22	1162,00	0,33
Otras latifolias	222177,80	86,13	6901,80	7,22	229079,60	64,81
Total	257954,30	100,00	95530,90	100,00	353485,20	100,00
Porcientos	72,97		27,03			

Fuente: Delegación Territorial del Ministerio de la Agricultura. Subdelegación Forestal. Pinar del Río.

Tabla 14. Dinámica de las plantaciones en la provincia de Pinar del Río de 1990 a 1996.

Año	Superficie plantada (ha)	<i>Pinus spp.</i>		<i>Eucalyptus spp</i>		<i>Casuarina spp</i>		Suma de estas 3 especies		Otras latifolias	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1990	90759,70	73422,30	80,90	9912,30	10,92	2157,00	2,38	85491,60	94,20	5268,10	5,80
1991	93455,91	75716,10	81,02	10008,70	10,71	1499,50	1,60	87224,30	93,33	6231,61	6,67
1992	92871,10	75191,80	80,96	9510,00	10,24	1775,00	1,91	86476,80	93,11	6394,30	6,89
1993	95435,30	76449,50	80,11	10402,60	10,90	1462,20	1,53	88314,30	92,54	7121,00	7,46
1994	94969,70	76655,90	80,72	10177,40	10,72	1388,80	1,46	88222,10	92,89	6747,60	7,11
1995	94766,20	76800,40	81,04	10034,60	10,59	1304,00	1,38	88139,00	93,01	6627,20	6,99
1996	95530,90	77248,30	80,86	10218,80	10,70	1162,00	1,22	88629,10	92,78	6901,80	7,22
Total	657788,81	531484,30	565,61	70264,40	74,77	10748,50	11,48	612497,20	651,86	45291,61	48,14
Med.	93969,83	75926,33	80,80	10037,77	10,68	1535,50	1,64	87499,60	93,12	6470,23	6,88

Fuente: Delegación Territorial del Ministerio de la Agricultura. Subdelegación Forestal. Pinar del Río.

Tabla 15. Promedio anual de las precipitaciones en Pinar del Río.

Año	Precipitación (mm)	Porcentajes (%)	Año	Precipitación (mm)	Porcentajes (%)
1975	1470,60	4,34	1986	1203,12	3,55
1976	1573,56	4,64	1987	1415,88	4,18
1977	1642,44	4,84	1988	1544,52	4,56
1978	1769,76	5,22	1989	1372,32	4,05
1979	1931,76	5,70	1990	1088,88	3,21
1980	1592,40	4,70	1991	1538,88	4,54
1981	1142,04	3,37	1992	1707,24	5,04
1982	1903,20	5,61	1993	1470,12	4,34
1983	1806,00	5,33	1994	1543,44	4,55
1984	1263,72	3,73	1995	2229,67	6,58
1985	1317,60	3,89	1996	1379,58	4,07

Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.

Tabla 16. Promedio mensual de las precipitaciones para el periodo 1975 - 1996.

Meses	Precipitación (mm)	Porcentaje s	Meses	Precipitación (mm)	Porcentajes
E	63,77	4,30	J	160,54	10,81
F	60,24	4,06	A	177,72	11,97
M	58,52	3,94	S	217,31	14,64
A	76,11	5,13	O	151,70	10,22
M	160,30	10,80	N	81,89	5,52
J	231,64	15,60	D	44,79	3,02

Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.

Tabla 17. Promedio mensual de días con tormentas para el periodo 1975 - 1996.

Meses	Promedio días con tormentas	Porcentajes	Meses	Promedio días con tormentas	Porcentajes
E	1,50	1,29	J	22,00	18,87
F	1,50	1,29	A	22,75	19,51
M	2,37	2,03	S	20,37	17,47
A	4,62	3,96	O	9,75	8,36
M	11,00	9,43	N	2,37	2,03
J	17,25	14,79	D	1,12	0,96

Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.

Tabla 18. Promedio mensual de la velocidad del viento para el periodo 1975 - 1996.

Meses	Prom. veloc. viento (km/h)	Meses	Prom. veloc. viento (km/h)
E	9,51	J	7,16
F	9,84	A	7,00
M	12,05	S	7,17
A	11,31	O	8,41
M	9,02	N	9,54
J	8,46	D	8,84

Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.

Tabla 19. Promedio mensual de las temperaturas para el periodo 1975 - 1996.

Meses	Temperaturas (oC)	Meses	Temperaturas (oC)
E	21,59	J	26,52
F	21,85	A	26,85
M	23,22	S	26,30
A	24,54	O	25,30
M	25,89	N	23,76
J	26,69	D	21,85

Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.

Tabla 20. Promedio diario de las temperaturas para febrero y junio de 1975 a 1996.

Horas	Febrero Temp. (oC)	Junio Temp. (oC)
1:00	18,70	22,40
4:00	18,10	21,20
7:00	18,00	22,70
10:00	21,40	23,20
13:00	22,80	23,80
16:00	23,60	24,30
19:00	20,30	24,60
22:00	19,10	23,60

Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.

Valores registrados en la Estación Experimental Forestal de Viñales.

Tabla 21. Promedio mensual de la humedad relativa para el periodo 1975 - 1996.

Meses	Humedad relativa (%)	Meses	Humedad relativa (%)
E	80	J	82
F	78	A	83
M	77	S	84
A	76	O	83
M	80	N	82
J	83	D	81

*Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.*

Tabla 22. Promedio diario de la humedad relativa para febrero y junio de 1975 a 1996.

Horas	Febrero Hum. r. (%)	Junio Hum. r. (%)
1:00	92	93
4:00	92	93
7:00	90	99
10:00	76	76
13:00	65	68
16:00	76	86
19:00	77	89
22:00	90	93

*Fuente: Centro Meteorológico Provincial. CITMA. Pinar del Río.  
Valores registrados en la Estación Experimental Forestal de Viñales.*

Tabla 23. Distribución de los incendios y sus afectaciones en Pinar del Río.

Años	Incendios		Afectaciones	
	(No.)	(%)	(ha)	(%)
1975	60	4,92	880,57	8,69
1976	28	2,30	344,75	3,40
1977	33	2,70	287,50	2,84
1978	18	1,48	90,22	0,89
1979	67	5,49	295,48	2,92
1980	54	4,43	213,90	2,11
1981	75	6,15	777,84	7,68
1982	44	3,61	362,73	3,58
1983	19	1,56	41,95	0,41
1984	47	3,85	209,66	2,07
1985	66	5,41	1231,07	12,15
1986	63	5,16	486,09	4,80
1987	60	4,92	379,80	3,75
1988	62	5,08	515,13	5,09
1989	101	8,28	637,64	6,29
1990	68	5,57	495,72	4,89
1991	60	4,92	677,06	6,68
1992	52	4,26	288,50	2,85
1993	68	5,57	388,32	3,83
1994	67	5,49	661,15	6,53
1995	51	4,18	533,69	5,27
1996	57	4,67	331,42	3,27
Totales	1220	100,00	10130,19	100,00

Tabla 24. Distribución de los incendios y sus afectaciones a través del año de 1975 a 1996.

Meses	Incendios		Afectaciones	
	(No.)	(%)	(ha)	(%)
E	37	3,03	112,26	1,11
F	82	6,72	381,33	3,76
M	163	13,36	2174,77	21,47
A	226	18,52	2693,25	26,59
M	172	14,10	1997,69	19,72
J	144	11,80	727,93	7,19
J	195	15,98	1152,70	11,38
A	121	9,92	614,59	6,07
S	47	3,85	143,65	1,42
O	9	0,74	59,51	0,59
N	8	0,66	16,80	0,17
D	16	1,31	55,71	0,55
Totales	1220	100,00	10130,19	100,00

Tabla 25. Matriz de datos sobre el comportamiento histórico de los incendios

forestales según los meses. Periodo 1985 a 1996.

Meses	V a r i a b l e s							
	DI	AQI	MAQI	DA	GI	NAI	MXAQ	NHI
E	0,007	2,605	1,750	0,023	0,0002	8,33	32,10	12,50
F	0,015	3,404	1,915	0,053	0,0007	75,00	52,00	20,83
M	0,030	12,782	7,075	0,485	0,0034	75,00	122,00	33,33
A	0,037	12,724	11,475	0,461	0,0058	100,00	218,00	41,66
M	0,024	7,494	5,180	0,218	0,0027	75,00	203,00	33,33
J	0,016	3,630	1,620	0,079	0,0014	66,66	50,00	33,33
J	0,029	5,152	3,360	0,173	0,0010	83,33	245,00	33,33
A	0,016	3,980	2,690	0,076	0,0010	66,66	100,00	25,00
S	0,007	2,001	2,290	0,020	0,0005	25,00	20,00	12,50
O	0,002	1,063	0,000	0,004	0,0000	8,33	10,00	0,00
N	0,001	0,958	0,000	0,003	0,0000	0,00	4,00	0,00
D	0,002	2,142	0,010	0,008	0,0000	8,33	11,00	0,00

DI = Densidad de Incendios; AQI = Media del Área Quemada por incendio; MAQI = Mediana del Área Quemada por Incendio; DA = Densidad de Afectaciones; GI = Número de Grandes Incendios; NAI = Número de Años en los cuales en cada mes ocurrieron más de 3 Incendios; MXAQ = Máxima Área Quemada por un incendio; NHI = Número de Horas en las cuales en cada mes ocurrieron más de 5 Incendios.

Tabla 26. Distribución de los incendios a través de la semana de 1975 a 1996.

Días	Incendios	
	(No.)	(%)
D	134	10,98
L	189	15,49
M	175	14,34
M	203	16,64
J	196	16,07
V	164	13,44
S	159	13,03
Totales	1220	100,00

Tabla 27. Distribución de los incendios a través del día de 1975 a 1996.

Horas	Incendios	Horas	Incendios
-------	-----------	-------	-----------

	(No.)	(%)		(No.)	(%)
6:00	1	0,08	15:00	262	21,48
7:00	5	0,41	16:00	219	17,95
8:00	5	0,41	17:00	86	7,05
9:00	19	1,56	18:00	38	3,11
10:00	34	2,79	19:00	17	1,39
11:00	68	5,57	20:00	5	0,41
12:00	90	7,38	21:00	2	0,16
13:00	153	12,54	22:00	3	0,25
14:00	213	17,46	Totales	1220	100,00

Tabla 28. Distribución de los incendios y sus afectaciones a través de las unidades geográficas de 1975 a 1996.

Unidades geográficas	Incendios		Afectaciones	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)
Bahía Honda (BH)	34	2,79	182,12	1,80
Costa Sur (CS)	77	6,31	368,22	3,63
Guanahacabibes (GU)	136	11,15	1830,40	18,07
La Palma (PA)	94	7,70	483,30	4,77
Las Minas (MI)	247	20,25	1558,48	15,38
Macurijes (MA)	434	35,57	2876,15	28,39
Pinar del Río (PR)	145	11,89	2633,00	25,99
Viñales (VI)	53	4,34	198,52	1,96
Totales	1220	100,00	10130,19	100,00

Tabla 29. Matriz de datos sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales según las unidades geográficas. Periodo 1989 a 1996.

Unidades geográficas	DI	GI	NAI	DA	AQI	MAQI	MXQI	NMI	NHI
Bahía Honda (BH)	0,16	0,000	75,00	0,20	1,26	0,50	8,4	41,66	50,00
Costa Sur (CS)	0,18	0,018	100,00	0,74	4,03	1,50	52,0	58,33	68,75
Guanahacabibes (GU)	0,13	0,026	100,00	1,52	11,99	5,00	92,0	66,66	75,00
La Palma (PA)	0,13	0,005	100,00	0,45	3,61	1,00	60,0	66,66	62,50
Las Minas (MI)	0,19	0,009	100,00	1,04	5,45	1,50	203,0	100,00	56,25
Macurijes (MA)	0,29	0,026	100,00	1,60	5,47	1,00	170,9	91,66	75,00
Pinar del Río (PR)	0,34	0,056	100,00	4,81	15,22	3,75	349,0	83,33	68,75
Viñales (VI)	0,04	0,000	37,50	0,20	5,25	2,50	12,0	41,66	43,75

DI = Densidad de Incendios; GI = Número de Grandes Incendios; NAI = Número de Años en los cuales ocurrieron Incendios; DA = Densidad de Afectaciones; AQI = Media del Área Quemada por incendio; MAQI = Mediana del Área Quemada por Incendio; MXQI = Máxima Área Quemada por Incendio; NMI = Número de Meses en los cuales ocurrieron Incendios; y NHI=Número de Horas en las cuales ocurrieron Incendios.

Tabla 30. Distribución de los incendios y las afectaciones según las clases de bosques en Pinar del Río.

Años	Incendios				Afectaciones			
	Natural		Artificial		Natural		Artificial	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1975	31	6,31	36	4,53	337,70	9,16	542,87	8,43
1976	18	3,67	16	2,02	110,75	3,00	234,00	3,63
1977	22	4,48	16	2,02	165,80	4,50	121,70	1,89
1978	11	2,24	8	1,01	72,15	1,96	18,07	0,28
1979	31	6,31	39	4,91	128,35	3,48	167,13	2,59
1980	28	5,70	29	3,65	105,40	2,86	108,50	1,68
1981	38	7,74	42	5,29	264,64	7,18	513,20	7,96
1982	20	4,07	29	3,65	52,22	1,42	310,51	4,82
1983	5	1,02	15	1,89	14,70	0,40	27,25	0,42
1984	19	3,87	31	3,90	92,76	2,52	116,90	1,81
1985	32	6,52	42	5,29	797,22	21,62	433,85	6,73
1986	29	5,91	36	4,53	287,58	7,80	198,51	3,08
1987	24	4,89	38	4,79	325,90	8,84	53,90	0,84
1988	22	4,48	40	5,04	117,19	3,18	397,94	6,18
1989	35	7,13	69	8,69	271,78	7,37	365,86	5,68
1990	22	4,48	48	6,05	106,01	2,88	389,71	6,05
1991	10	2,04	51	6,42	50,43	1,37	626,63	9,73
1992	8	1,63	44	5,54	19,05	0,52	269,45	4,18
1993	35	7,13	35	4,41	183,25	4,97	205,07	3,18
1994	17	3,46	51	6,42	76,55	2,08	584,60	9,07
1995	15	3,05	40	5,04	45,37	1,23	488,32	7,58
1996	19	3,87	39	4,91	62,06	1,68	269,36	4,18
Totales	491	100,00	794	100,00	3686,86	100,00	6443,33	100,00

Tabla 31. Prueba de hipótesis para la media anual de los incendios ocurridos en bosques naturales (BN) y artificiales (BA) de 1975 a 1996.

Parámetros	BN	BA
Media (No. de incendios)	22,3182	36,0909
Desviación estándar	9,2705	13,8389
Coefficiente de variación	41,5377	38,3445
N	22	22
Diferencia (No. de incendios)	-13,7727	
Error estándar de la diferencia	3,5513	
T	-3,8782	
Grados de libertad	42	
Probabilidad	0,0002	

Tabla 32. Prueba de hipótesis para la media anual de las afectaciones ocurridas en bosques naturales (BN) y artificiales (BA) de 1975 a 1996.

Parámetros	BN	BA
Media (afectaciones)	167,5845	292,8786
Desviación estándar	172,0840	185,9471
Coefficiente de variación	102,6849	63,4894
N	22	22
Diferencia (No. de incendios)	-125,2941	
Error estándar de la diferencia	54,0157	
T	-2,3196	
Grados de libertad	42	
Probabilidad	0,0126	

Tabla 33. Distribución de los incendios según el grupo de especie en Pinar del Río.

Años	<i>Pinus</i> spp		<i>Eucalyptus</i> spp		<i>Casuarina</i> spp		Otras latifolias		Totales
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
1975	45	75,00	7	11,67	2	3,33	6	10,00	60
1976	25	89,29	2	7,14	0	0,00	1	3,57	28
1977	30	90,91	2	6,06	0	0,00	1	3,03	33
1978	15	83,33	3	16,67	0	0,00	0	0,00	18
1979	64	95,52	2	2,99	0	0,00	1	1,49	67
1980	50	92,59	2	3,70	1	1,85	1	1,85	54
1981	60	80,00	3	4,00	4	5,33	8	10,67	75
1982	38	86,36	1	2,27	2	4,55	3	6,82	44
1983	17	89,47	0	0,00	0	0,00	2	10,53	19
1984	39	82,98	5	10,64	3	6,38	0	0,00	47
1985	58	87,88	1	1,52	3	4,55	4	6,06	66
1986	54	85,71	3	4,76	3	4,76	3	4,76	63
1987	52	86,67	2	3,33	1	1,67	5	8,33	60
1988	37	59,68	7	11,29	12	19,35	6	9,68	62
1989	69	68,32	8	7,92	13	12,87	11	10,89	101
1990	46	67,65	11	16,18	6	8,82	5	7,35	68
1991	38	63,33	12	20,00	4	6,67	6	10,00	60
1992	30	57,69	13	25,00	4	7,69	5	9,62	52
1993	58	85,29	7	10,29	1	1,47	2	2,94	68
1994	39	58,21	24	35,82	1	1,49	3	4,48	67
1995	32	62,75	13	25,49	1	1,96	5	9,80	51
1996	40	70,18	13	22,81	0	0,00	4	7,02	57
Totales	936		141		61		82		1220
Media	42,55		6,41		2,77		3,73		

Tabla 34. Distribución de las afectaciones según el grupo de especie en Pinar del Río.

Años	<i>Pinus</i> spp		<i>Eucalyptus</i> spp		<i>Casuarina</i> spp		Otras latifolias		Totales
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
1975	386,62	43,91	279,80	31,77	34,90	3,96	179,25	20,36	880,57
1976	266,00	77,16	78,50	22,77	0,00	0,00	0,25	0,07	344,75
1977	260,25	90,52	20,25	7,04	0,00	0,00	7,00	2,43	287,50
1978	83,72	92,80	6,50	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	90,22
1979	279,98	94,75	12,00	4,06	1,50	0,51	2,00	0,68	295,48
1980	186,90	87,38	8,00	3,74	16,00	7,48	3,00	1,40	213,90
1981	559,64	71,95	86,00	11,06	102,00	13,11	30,20	3,88	777,84
1982	311,63	85,91	12,00	3,31	18,00	4,96	21,10	5,82	362,73
1983	39,35	93,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	6,20	41,95
1984	125,53	59,87	50,83	24,24	33,30	15,88	0,00	0,00	209,66
1985	933,77	75,85	210,00	17,06	16,80	1,36	70,50	5,73	1231,07
1986	426,16	87,67	11,11	2,29	32,82	6,75	16,00	3,29	486,09
1987	373,74	98,40	0,55	0,14	0,20	0,05	5,31	1,40	379,80
1988	147,57	28,65	224,45	43,57	138,90	26,96	4,21	0,82	515,13
1989	463,38	72,67	48,55	7,61	105,50	16,55	20,21	3,17	637,64
1990	316,67	63,88	128,00	25,82	38,20	7,71	12,85	2,59	495,72
1991	234,01	34,56	413,70	61,10	14,05	2,08	15,30	2,26	677,06
1992	201,10	69,71	46,40	16,08	27,50	9,53	13,50	4,68	288,50
1993	325,02	83,70	49,50	12,75	0,40	0,10	13,40	3,45	388,32
1994	274,15	41,47	321,70	48,66	18,90	2,86	46,40	7,02	661,15
1995	357,12	66,92	87,15	16,33	2,90	0,54	86,52	16,21	533,69
1996	208,31	62,85	106,91	32,26	1,50	0,45	14,70	4,44	331,42
Totales	6760,62		2201,90		603,37		564,30		10130,19
Media	307,30		100,09		27,43		25,65		

Tabla 35. Comportamiento de los incendios a través de los meses en cada unidad geográfica de 1975 a 1996.

Meses	Bahía Honda		Costa Sur		Guanahacabibes		La Palma		Las Minas	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
E	0	0,00	7	9,09	2	1,47	4	4,26	7	2,83
F	4	11,76	13	16,88	10	7,35	7	7,45	11	4,45
M	8	23,53	16	20,78	36	26,47	13	13,83	20	8,10
A	16	47,06	28	36,36	45	33,09	18	19,15	31	12,55
M	4	11,76	8	10,39	25	18,38	17	18,09	33	13,36
J	2	5,88	0	0,00	7	5,15	8	8,51	42	17,00
J	0	0,00	0	0,00	4	2,94	15	15,96	58	23,48
A	0	0,00	0	0,00	4	2,94	8	8,51	29	11,74
S	0	0,00	1	1,30	0	0,00	1	1,06	11	4,45
O	0	0,00	1	1,30	0	0,00	0	0,00	3	1,21
N	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,06	1	0,40
D	0	0,00	3	3,90	3	2,21	2	2,13	1	0,40
Totales	34	100,00	77	100,00	136	100,00	94	100,00	247	100,00

Meses	Macurijes		Pinar del Río		Viñales	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
E	7	1,61	9	6,21	1	1,89
F	16	3,69	15	10,34	6	11,32
M	31	7,14	34	23,45	5	9,43
A	53	12,21	25	17,24	10	18,87
M	58	13,36	15	10,34	12	22,64
J	73	16,82	6	4,14	6	11,32
J	101	23,27	12	8,28	5	9,43
A	57	13,13	19	13,10	4	7,55
S	26	5,99	5	3,45	3	5,66
O	4	0,92	1	0,69	0	0,00
N	5	1,15	0	0,00	1	1,89
D	3	0,69	4	2,76	0	0,00

---

Totales	434	100,00	145	100,00	53	100,00
---------	-----	--------	-----	--------	----	--------

---

Tabla 36. Comportamiento de las afectaciones a través de los meses en cada unidad geográfica de 1975 a 1996.

Meses	Bahía Honda		Costa Sur		Guanahacabibes		La Palma		Las Minas	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E	0,00	0,00	37,76	10,25	8,10	0,44	18,05	3,73	7,07	0,45
F	5,57	3,06	67,50	18,33	49,10	2,68	4,10	0,85	25,59	1,64
M	5,47	3,00	33,97	9,23	500,75	27,36	138,63	28,68	530,56	34,04
A	24,33	13,36	164,99	44,81	669,15	36,56	74,51	15,42	101,41	6,51
M	145,15	79,70	53,45	14,52	452,30	24,71	86,75	17,95	329,14	21,12
J	1,60	0,88	0,00	0,00	67,00	3,66	38,27	7,92	158,74	10,19
J	0,00	0,00	0,00	0,00	47,80	2,61	62,69	12,97	257,36	16,51
A	0,00	0,00	0,00	0,00	32,20	1,76	45,90	9,50	102,11	6,55
S	0,00	0,00	1,00	0,27	0,00	0,00	2,00	0,41	20,00	1,28
O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,50	0,93
N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,02	4,00	0,26
D	0,00	0,00	9,54	2,59	4,00	0,22	12,30	2,55	8,00	0,51
Totales	182,12	100,00	368,22	100,00	1830,40	100,00	483,30	100,00	1558,48	100,00

Meses	Macurijes		Pinar del Río		Viñales	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E	15,27	0,53	25,95	0,99	0,06	0,03
F	107,01	3,72	102,71	3,90	19,75	9,95
M	309,57	10,76	650,52	24,71	5,30	2,67
A	770,24	26,78	842,30	31,99	46,32	23,33
M	582,72	20,26	292,48	11,11	55,70	28,06
J	401,20	13,95	48,58	1,85	12,54	6,32
J	293,25	10,20	484,00	18,38	7,60	3,83
A	267,39	9,30	127,49	4,84	39,50	19,90
S	78,75	2,74	30,85	1,17	11,05	5,57
O	35,00	1,22	10,00	0,38	0,00	0,00
N	12,00	0,42	0,00	0,00	0,70	0,35
D	3,75	0,13	18,12	0,69	0,00	0,00

Totales 2876,15 100,00 2633,00 100,00 198,52 100,00

Tabla 37. Distribución de los incendios y sus afectaciones según las clases de bosques en Pinar del Río a través del año de 1975 a 1996.

Meses	Incendios				Afectaciones			
	Natural		Artificial		Natural		Artificial	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E	11	2,24	29	3,64	64,52	1,75	47,74	0,74
F	16	3,26	70	8,79	66,98	1,82	314,35	4,88
M	45	9,16	126	15,83	696,43	18,89	1478,34	22,94
A	77	15,68	155	19,47	722,91	19,61	1971,34	30,60
M	67	13,65	115	14,45	577,38	15,66	1420,31	22,04
J	83	16,90	69	8,67	398,69	10,81	329,24	5,11
J	96	19,55	112	14,07	778,69	21,12	374,01	5,80
A	72	14,66	57	7,16	289,46	7,85	324,13	5,03
S	18	3,67	34	4,27	55,70	1,51	87,95	1,36
O	3	0,61	7	0,88	22,00	0,60	37,51	0,58
N	1	0,20	7	0,88	0,10	0,00	16,70	0,26
D	2	0,41	15	1,88	14,00	0,38	41,71	0,65
Totales	491	100,00	796	100,00	3686,86	100,00	6443,33	100,00

Tabla 38. Distribución de los incendios según los grupos de especies en Pinar del Río a través del año de 1975 a 1996.

Meses	<i>Pinus</i> spp		<i>Eucalyptus</i> spp		<i>Casuarina</i> spp		Otras latifolias	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
E	24	2,56	6	4,26	1	1,64	6	7,32
F	49	5,24	15	10,64	9	14,75	9	10,98
M	78	8,33	48	34,04	17	27,87	20	24,39
A	139	14,85	40	28,37	14	22,95	33	40,24
M	137	14,64	15	10,64	10	16,39	10	12,20
J	138	14,74	1	0,71	3	4,92	2	2,44
J	186	19,87	8	5,67	1	1,64	0	0,00
A	115	12,29	2	1,42	3	4,92	1	1,22
S	44	4,70	2	1,42	1	1,64	0	0,00
O	8	0,85	1	0,71	0	0,00	0	0,00
N	8	0,85	0	0,00	0	0,00	0	0,00
D	10	1,07	3	2,13	2	3,28	1	1,22
Totales	936	100,00	141	100,00	61	100,00	82	100,00

Tabla 39. Distribución de las afectaciones según los grupos de especies en Pinar del Río a través del año de 1975 a 1996.

Meses	<i>Pinus</i> spp		<i>Eucalyptus</i> spp		<i>Casuarina</i> spp		Otras latifolias	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E	81,80	1,21	23,10	1,05	2,00	0,33	5,36	0,95
F	189,56	2,80	80,70	3,67	47,05	7,80	64,02	11,35
M	1114,52	16,49	782,11	35,52	220,48	36,54	57,66	10,22
A	1291,78	19,11	995,48	45,21	191,58	31,75	214,41	38,00
M	1504,22	22,25	179,50	8,15	102,22	16,94	211,75	37,52
J	674,83	9,98	43,00	1,95	8,50	1,41	1,60	0,28
J	1093,40	16,17	50,30	2,28	8,00	1,33	1,00	0,18
A	580,85	8,59	19,70	0,89	12,54	2,08	1,50	0,27
S	136,65	2,02	6,00	0,27	1,00	0,17	0,00	0,00
O	49,50	0,73	10,01	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00
N	16,80	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D	26,71	0,40	12,00	0,54	10,00	1,66	7,00	1,24
Totales	6760,62	100,00	2201,90	100,00	603,37	100,00	564,30	100,00

Tabla 40. Distribución de los incendios según las causas en Pinar del Río.

Años	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
1975	34	56,67	12	20,00	0	0,00	14	23,33	60
1976	20	71,43	5	17,86	0	0,00	3	10,71	28
1977	16	48,48	11	33,33	0	0,00	6	18,18	33
1978	10	55,56	4	22,22	0	0,00	4	22,22	18
1979	54	80,60	7	10,45	0	0,00	6	8,96	67
1980	39	72,22	5	9,26	0	0,00	10	18,52	54
1981	34	45,33	18	24,00	1	1,33	22	29,33	75
1982	18	40,91	14	31,82	1	2,27	11	25,00	44
1983	10	52,63	3	15,79	0	0,00	6	31,58	19
1984	22	46,81	14	29,79	3	6,38	8	17,02	47
1985	35	53,03	11	16,67	2	3,03	18	27,27	66
1986	38	60,32	11	17,46	2	3,17	12	19,05	63
1987	36	60,00	10	16,67	3	5,00	11	18,33	60
1988	11	17,74	29	46,77	1	1,61	21	33,87	62
1989	45	44,55	29	28,71	1	0,99	26	25,74	101
1990	31	45,59	24	35,29	1	1,47	12	17,65	68
1991	18	30,00	20	33,33	6	10,00	16	26,67	60
1992	14	26,92	12	23,08	3	5,77	23	44,23	52
1993	40	58,82	14	20,59	1	1,47	13	19,12	68
1994	18	26,87	6	8,96	5	7,46	38	56,72	67
1995	14	27,45	10	19,61	1	1,96	26	50,98	51
1996	22	38,60	7	12,28	0	0,00	28	49,12	57
Totales	579		276		31		334		1220
Media	26,32		12,55		1,41		15,18		

Tabla 41. Distribución de las afectaciones según las causas en Pinar del Río.

Años	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
1975	190,62	21,65	347,85	39,50	0,00	0,00	342,10	38,85	880,57
1976	134,50	39,01	18,25	5,29	0,00	0,00	192,00	55,69	344,75
1977	144,65	50,31	30,85	10,73	0,00	0,00	112,00	38,96	287,50
1978	24,47	27,12	46,00	50,99	0,00	0,00	19,75	21,89	90,22
1979	230,70	78,08	36,78	12,45	0,00	0,00	28,00	9,48	295,48
1980	165,05	77,16	32,50	15,19	0,00	0,00	16,35	7,64	213,90
1981	195,79	25,17	217,04	27,90	1,00	0,13	364,01	46,80	777,84
1982	42,90	11,83	47,96	13,22	212,00	58,45	59,87	16,51	362,73
1983	27,45	65,44	9,15	21,81	0,00	0,00	5,35	12,75	41,95
1984	90,36	43,10	63,97	30,51	39,50	18,84	15,83	7,55	209,66
1985	302,02	24,53	204,00	16,57	2,00	0,16	723,05	58,73	1231,07
1986	84,34	17,35	241,93	49,77	0,55	0,11	159,27	32,77	486,09
1987	342,16	90,09	16,88	4,44	3,50	0,92	17,26	4,54	379,80
1988	17,83	3,46	248,56	48,25	2,50	0,49	246,24	47,80	515,13
1989	217,79	34,16	227,75	35,72	10,00	1,57	182,10	28,56	637,64
1990	105,16	21,21	334,91	67,56	6,30	1,27	49,35	9,96	495,72
1991	39,47	5,83	98,45	14,54	364,60	53,85	174,54	25,78	677,06
1992	105,90	36,71	21,50	7,45	2,05	0,71	159,05	55,13	288,50
1993	159,42	41,05	121,10	31,19	18,10	4,66	89,70	23,10	388,32
1994	91,85	13,89	72,60	10,98	39,70	6,00	457,00	69,12	661,15
1995	84,00	15,74	76,07	14,25	1,20	0,22	372,42	69,78	533,69
1996	80,96	24,43	42,71	12,89	0,00	0,00	207,75	62,68	331,42
Totales	2877,39		2556,81		703,00		3992,99		10130,19
Media	130,79		116,22		31,95		181,50		

Tabla 42. Distribución de los incendios y sus afectaciones según el tipo de negligencia en Pinar del Río de 1975 a 1996.

Tipo de negligencia	Incendios		Afectaciones	
	(No.)	(%)	(ha)	(%)
Carboneros	6	4,65	16,75	1,38
Castradores de colmenas	21	16,28	315,04	25,93
Cazadores	2	1,55	4,50	0,37
Estudiantes	1	0,78	12,00	0,99
Fumadores	30	23,26	131,38	10,81
Motosierra	2	1,55	0,04	0,00
Pescadores	6	4,65	77,80	6,40
Combinada cañera sin matachispa	1	0,78	3,90	0,32
Prácticas militares	2	1,55	3,50	0,29
Quema controlada	4	3,10	105,20	8,66
Quema de basureros	1	0,78	0,50	0,04
Quema de caña	3	2,33	1,11	0,09
Quema de desechos	4	3,10	5,60	0,46
Quema de potreros	5	3,88	183,60	15,11
Quema de tumbas *	22	17,05	269,10	22,15
Quema incontrolada	1	0,78	0,25	0,02
Sembradores de arroz	2	1,55	39,70	3,27
Tendido eléctrico	2	1,55	2,50	0,21
Trabajadores forestales	4	3,10	13,00	1,07
Tractor sin matachispas	4	3,10	14,70	1,21
Vehículo sin matachispas	6	4,65	14,80	1,22
<b>Totales</b>	<b>129</b>	<b>100,00</b>	<b>1214,97</b>	<b>100,00</b>

\* Tumba se refiere a la tala de árboles, los que posteriormente son quemados para limpiar el terreno con el fin de establecer algún cultivo agrícola.

Tabla 43. Distribución de los incendios según las causas en Pinar del Río a través del año de 1975 a 1996.

Meses	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
E	3	0,52	19	6,88	2	6,45	13	3,89
F	2	0,35	35	12,68	4	12,90	41	12,28
M	11	1,90	60	21,74	8	25,81	84	25,15
A	37	6,39	80	28,99	10	32,26	99	29,64
M	70	12,09	42	15,22	3	9,68	57	17,07
J	121	20,90	9	3,26	2	6,45	12	3,59
J	176	30,40	13	4,71	1	3,23	5	1,50
A	111	19,17	7	2,54	0	0,00	3	0,90
S	40	6,91	2	0,72	1	3,23	4	1,20
O	6	1,04	1	0,36	0	0,00	2	0,60
N	2	0,35	2	0,72	0	0,00	4	1,20
D	0	0,00	6	2,17	0	0,00	10	2,99
Totales	579	100,00	276	100,00	31	100,00	334	100,00

Tabla 44. Distribución de las afectaciones según las causas en Pinar del Río a través del año de 1975 a 1996.

Meses	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E	2,02	0,07	56,83	2,22	10,05	1,43	43,36	1,09
F	6,30	0,22	181,14	7,08	5,70	0,81	188,19	4,71
M	28,91	1,00	459,07	17,95	381,20	54,22	1305,59	32,70
A	300,55	10,45	1192,9	46,66	72,34	10,29	1127,43	28,24
M	321,66	11,18	334,92	13,10	212,11	30,17	1129,00	28,27
J	650,16	22,60	23,15	0,91	3,00	0,43	51,62	1,29
J	965,69	33,56	153,01	5,98	0,50	0,07	33,50	0,84
A	468,85	16,29	119,79	4,69	0,00	0,00	25,95	0,65
S	99,75	3,47	10,80	0,42	18,10	2,57	15,00	0,38
O	28,50	0,99	0,01	0,00	0,00	0,00	31,00	0,78
N	5,00	0,17	2,10	0,08	0,00	0,00	9,70	0,24
D	0,00	0,00	23,06	0,90	0,00	0,00	32,65	0,82
Totales	2877,39	100,00	2556,8	100,00	703,00	100,00	3992,99	100,00

Tabla 45. Distribución de los incendios según las causas en Pinar del Río a través de la semana de 1975 a 1996.

Días	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
D	65	11,23	33	11,96	6	19,35	30	8,98
L	90	15,54	38	13,77	3	9,68	58	17,37
M	74	12,78	51	18,48	1	3,23	49	14,67
M	99	17,10	49	17,75	9	29,03	46	13,77
J	99	17,10	40	14,49	4	12,90	53	15,87
V	89	15,37	32	11,59	1	3,23	42	12,57
S	63	10,88	33	11,96	7	22,58	56	16,77
Totales	579	100,00	276	100,00	31	100,00	334	100,00

Tabla 46. Distribución de los incendios según las causas a través de las unidades geográficas de 1975 a 1996.

Unidades geográficas	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
Bahía Honda (BH)	0	0,00	13	38,24	2	5,88	19	55,88	34
Costa Sur (CS)	0	0,00	52	67,53	1	1,30	24	31,17	77
Guanahacabibes (GU)	6	4,41	41	30,15	11	8,09	78	57,35	136
La Palma (PA)	31	32,98	29	30,85	5	5,32	29	30,85	94
Las Minas (MI)	167	67,61	35	14,17	3	1,21	42	17,00	247
Macurijes (MA)	314	72,35	50	11,52	1	0,23	69	15,90	434
Pinar del Río (PR)	42	28,97	44	30,34	7	4,83	52	35,86	145
Viñales (VI)	19	35,85	12	22,64	1	1,89	21	39,62	53

Tabla 47. Distribución de las afectaciones según las causas a través de las unidades geográficas de 1975 a 1996.

Unidades geográficas	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
Bahía Honda (BH)	0,00	0,00	12,06	6,62	3,00	1,65	167,06	91,73	182,12
Costa Sur (CS)	0,00	0,00	269,65	73,23	0,50	0,14	98,07	26,63	368,22
Guanahacabibes (GU)	167,40	9,15	384,50	21,01	293,40	16,03	985,10	53,82	1830,4
La Palma (PA)	139,28	28,82	286,83	59,35	1,20	0,25	55,99	11,58	483,3
Las Minas (MI)	600,73	38,55	100,87	6,47	7,80	0,50	849,08	54,48	1558,5
Macurijes (MA)	1194,80	41,54	724,64	25,19	10,00	0,35	946,71	32,92	2876,2
Pinar del Río (PR)	697,79	26,50	746,94	28,37	384,60	14,61	803,67	30,52	2633
Viñales (VI)	77,39	38,94	31,52	15,86	2,50	1,26	87,31	43,94	198,72

Tabla 48. Distribución de los incendios y las afectaciones según las causas según las clases de bosques en Pinar del Río.

Clases de bosques	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales (No.)
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
Naturales	308	62,73	88	17,92	6	1,22	89	18,13	491
Artificiales	309	38,92	204	25,69	25	3,15	256	32,24	794
	A F E C T A C I O N E S		I N C E N D I O S		A F E C T A C I O N E S		I N C E N D I O S		
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
Naturales	1818,34	43,20	1192,93	28,34	11,65	0,28	1185,94	28,18	4208,86
Artificiales	1355,11	18,73	1746,78	24,14	691,35	9,55	3442,65	47,58	7235,89

Tabla 49. Distribución de los incendios según las causas y el grupo de especie en Pinar del Río de 1975 a 1996.

Grupos de especies	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales (No.)
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
<i>Pinus spp.</i>	572	61,11	159	16,99	14	1,50	191	20,41	936
<i>Eucalyptus spp.</i>	6	4,26	46	32,62	10	7,09	79	56,03	141
<i>Casuarina spp.</i>	0	0,00	33	54,10	4	6,56	24	39,34	61
Otras latifolias	1	1,22	38	46,34	3	3,66	40	48,78	82

Tabla 50. Distribución de las afectaciones según las causas y el grupo de especie en Pinar del Río de 1975 a 1996.

Grupo de especies	Rayos		Desconocidas		Intencionales		Negligencias		Totales (ha)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
<i>Pinus spp.</i>	2814,89	41,64	1412,25	20,89	254,60	3,77	2278,88	33,71	6760,62
<i>Eucalyptus spp.</i>	36,50	1,66	722,45	32,81	408,40	18,55	1034,55	46,98	2201,90
<i>Casuarina spp.</i>	21,50	3,56	202,01	33,48	36,00	5,97	343,86	56,99	603,37
Otras latifolias	4,50	0,80	220,10	39,00	4,00	0,71	335,70	59,49	564,30

Tabla 51. Índices de causalidad (Ic), inflamabilidad (Ii) y riesgo de incendio forestal (Ri) en Pinar del Río.

Unidades geográficas	Ic	Ii	Ri
Bahía Honda (BH)	1,93	0,14	2,07
Costa Sur (CS)	1,63	0,05	1,68
Guanahacabibes (GU)	2,67	0,07	2,74
La Palma (PA)	2,38	0,53	2,91
Las Minas (MI)	1,57	0,66	2,23
Macurijes (MA)	1,21	0,82	2,03
Pinar del Río (PR)	2,30	0,60	2,90
Viñales (VI)	1,41	0,28	1,69

Tabla 52. Densidad de incendios (A), densidad de afectaciones (B), promedio de hectáreas quemadas por incendio (C) y porcentaje de la superficie total cubierta afectada (D) en Pinar del Río.

Años	A	B	C	D
1989	0,28	1,79	6,31	0,179
1990	0,19	1,40	7,29	0,140
1991	0,17	1,90	11,28	0,190
1992	0,15	0,81	5,55	0,081
1993	0,19	1,09	5,71	0,109
1994	0,14	1,86	9,87	0,186
1995	0,14	1,50	10,46	0,150
1996	0,16	0,94	5,82	0,094
Totales	1,42	11,29	62,29	1,129
Media	0,18	1,41	7,79	0,141

Tabla 53. Distribución de los incendios según las clases de tamaño en Pinar del Río.

Años	C a s e s d e t a m a ñ o											
	0,1 - 0,9		1,0 - 10,0		10,0 - 20,0		20,0 - 50,0		50,0 - 100,0		100,0 - 1000,0	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
1975	14	3,68	31	4,64	3	3,70	8	15,09	2	9,52	2	11,76
1976	2	0,53	18	2,69	5	6,17	1	1,89	1	4,76	1	5,88
1977	5	1,32	20	2,99	6	7,41	0	0,00	2	9,52	0	0,00
1978	6	1,58	10	1,50	1	1,23	1	1,89	0	0,00	0	0,00
1979	18	4,74	44	6,59	1	1,23	4	7,55	0	0,00	0	0,00
1980	14	3,68	36	5,39	2	2,47	2	3,77	0	0,00	0	0,00
1981	22	5,79	41	6,14	4	4,94	5	9,43	2	9,52	1	5,88
1982	10	2,63	30	4,49	3	3,70	0	0,00	0	0,00	1	5,88
1983	7	1,84	12	1,80	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1984	17	4,47	24	3,59	3	3,70	3	5,66	0	0,00	0	0,00
1985	15	3,95	38	5,69	5	6,17	4	7,55	0	0,00	4	23,53
1986	30	7,89	26	3,89	3	3,70	1	1,89	1	4,76	2	11,76
1987	27	7,11	29	4,34	3	3,70	0	0,00	0	0,00	1	5,88
1988	29	7,63	27	4,04	2	2,47	1	1,89	2	9,52	1	5,88
1989	39	10,26	51	7,63	4	4,94	4	7,55	3	14,29	0	0,00
1990	28	7,37	32	4,79	5	6,17	1	1,89	1	4,76	1	5,88
1991	15	3,95	36	5,39	5	6,17	2	3,77	1	4,76	1	5,88
1992	12	3,16	35	5,24	3	3,70	0	0,00	2	9,52	0	0,00
1993	25	6,58	34	5,09	4	4,94	4	7,55	1	4,76	0	0,00
1994	14	3,68	37	5,54	9	11,11	5	9,43	1	4,76	1	5,88
1995	10	2,63	31	4,64	4	4,94	4	7,55	1	4,76	1	5,88
1996	21	5,53	26	3,89	6	7,41	3	5,66	1	4,76	0	0,00
Totales	380	31,15	668	54,75	81	6,64	53	4,34	21	1,72	17	1,39

Tabla 54. Distribución de las afectaciones según las clases de tamaño en Pinar del Río.

Años	C a s e s d e t a m a ñ o											
	0,1 - 0,9		1,0 - 10,0		10,0 - 20,0		20,0 - 50,0		50,0 - 100,0		100,0 - 1000,0	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1975	5,07	3,90	116,70	5,50	55,00	4,64	247,80	13,82	122,00	8,10	334,00	10,00
1976	0,75	0,58	50,00	2,36	74,00	6,25	30,00	1,67	60,00	3,98	130,00	3,89
1977	1,40	1,08	70,10	3,30	86,00	7,26	0,00	0,00	130,00	8,63	0,00	0,00
1978	1,72	1,32	32,50	1,53	15,00	1,27	41,00	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	6,38	4,91	126,40	5,95	20,00	1,69	142,70	7,96	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	6,15	4,73	107,75	5,08	30,00	2,53	70,00	3,90	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	8,51	6,55	166,83	7,86	70,00	5,91	179,50	10,01	133,00	8,83	220,00	6,59
1982	2,58	1,98	105,55	4,97	42,60	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	212,00	6,35
1983	2,40	1,85	39,55	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	4,96	3,82	82,20	3,87	33,50	2,83	89,00	4,96	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	4,67	3,59	147,80	6,96	73,00	6,16	141,10	7,87	0,00	0,00	864,50	25,88
1986	9,09	6,99	73,00	3,44	43,00	3,63	40,00	2,23	98,00	6,51	223,00	6,68
1987	10,05	7,73	85,25	4,02	39,50	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	245,00	7,33
1988	9,33	7,18	62,20	2,93	31,00	2,62	40,00	2,23	154,60	10,26	218,00	6,53
1989	12,48	9,60	152,90	7,20	64,00	5,40	146,26	8,15	262,00	17,39	0,00	0,00
1990	9,92	7,63	95,60	4,50	76,50	6,46	50,00	2,79	92,80	6,16	170,90	5,12
1991	3,76	2,89	118,80	5,60	68,20	5,76	51,70	2,88	85,60	5,68	349,00	10,45
1992	4,40	3,38	112,70	5,31	42,00	3,55	0,00	0,00	129,40	8,59	0,00	0,00
1993	8,82	6,78	107,30	5,05	62,20	5,25	150,00	8,36	60,00	3,98	0,00	0,00
1994	4,85	3,73	131,30	6,18	121,80	10,28	169,00	9,42	62,80	4,17	171,40	5,13
1995	3,89	2,99	101,80	4,80	55,00	4,64	118,00	6,58	52,00	3,45	203,00	6,08
1996	9,22	7,09	87,80	4,14	82,80	6,99	87,60	4,88	64,00	4,25	0,00	0,00
Totales	130,40	1,29	2174,03	21,46	1185,10	11,70	1793,66	17,71	1506,20	14,87	3340,80	32,98

Tabla 55. Densidad de incendios (A), densidad de afectaciones (B), promedio de hectáreas quemadas por incendio (C) y porcentaje de la superficie total cubierta afectada (D) según los meses en Pinar del Río.

Meses	A	B	C	D
E	0.008	5.51	1.58	0.0016
F	0.017	25.51	4.48	0.0072
M	0.033	156.06	12.36	0.0440
A	0.036	128.02	9.82	0.0361
M	0.026	88.17	8.22	0.0248
J	0.014	21.41	3.57	0.0060
J	0.024	31.47	3.83	0.0088
A	0.014	29.51	4.24	0.0083
S	0.007	29.51	2.01	0.0022
O	0.0004	7.76	0.19	0.0001
N	0.002	0.19	1.44	0.0005
D	0.003	4.03	3.09	0.0011

Valores medios de 1990 - 1996.



Tabla 57. Distribución de las afectaciones según las clases de tamaño en Pinar del Río a través del año.

Meses	C l a s e s d e t a m a ñ o											
	0,1 - 0,9		1,0 - 10,0		10,0 - 20,0		20,0 - 50,0		50,0 - 100,0		100,0 - 1000,0	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E	4,56	3,50	51,60	2,37	24,00	2,03	32,10	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00
F	8,10	6,21	137,23	6,31	79,00	6,67	53,00	2,95	104,00	6,90	0,00	0,00
M	21,22	16,27	252,15	11,60	165,00	13,92	136,60	7,62	371,00	24,63	1228,80	36,78
A	19,90	15,26	396,65	18,24	277,70	23,43	570,80	31,82	450,20	29,89	978,00	29,27
M	17,38	13,33	316,85	14,57	169,30	14,29	386,16	21,53	339,00	22,51	769,00	23,02
J	12,83	9,84	273,10	12,56	180,00	15,19	262,00	14,61	0,00	0,00	0,00	0,00
J	24,80	19,02	347,40	15,98	115,50	9,75	158,00	8,81	142,00	9,43	365,00	10,93
A	13,34	10,23	246,75	11,35	89,50	7,55	165,00	9,20	100,00	6,64	0,00	0,00
S	5,75	4,41	87,80	4,04	50,10	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O	0,01	0,01	17,50	0,80	12,00	1,01	30,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
N	0,80	0,61	16,00	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D	1,71	1,31	31,00	1,43	23,00	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	130,4 0	100,0 0	2174,03	100,00	1185,10	100,00	1793,66	100,00	1506,20	100,00	3340,80	100,00

Tabla 58. Densidad de incendios (A), densidad de afectaciones (B), promedio de hectáreas quemadas por incendio (C) y porcentaje de la superficie total cubierta afectada (D) según el tipo de bosque en Pinar del Río.

Clase de bosque	A	B	C	D
Natural	0,07	0,29	4,04	0,029
Artificial	0,47	4,31	8,99	0,431

Valores medios del periodo 1990 - 1996.

Tabla 59. Distribución de los incendios y sus afectaciones según las clases de tamaño y las clases de bosque en Pinar del Río de 1975 a 1996.

Clases de tamaño	Bosque natural				Bosque artificial			
	Incendios		Afectaciones		Incendios		Afectaciones	
	(No.)	(%)	(ha)	(%)	(No.)	(%)	(ha)	(%)
0,1 - 0,9	138	28,11	49,67	1,35	246	30,98	90,13	1,40
1,0 - 10,0	278	56,62	942,19	25,56	423	53,27	1442,10	22,38
10,0 - 20,0	40	8,15	402,50	10,92	59	7,43	618,30	9,60
20,0 - 50,0	20	4,07	623,00	16,90	39	4,91	1160,30	18,01
50,0 - 100,0	7	1,43	629,50	17,07	16	2,02	1120,60	17,39
100,0 - 1000,0	8	1,63	1040,00	28,21	11	1,39	2011,90	31,22
Totales	491	100,00	3686,86	100,00	794	100,00	6443,33	100,00

Tabla 60. Densidad de incendios (A), densidad de afectaciones (B), promedio de hectáreas quemadas por incendio (C) y porcentaje de la superficie total cubierta afectada (D) según el grupo de especie en Pinar del Río.

Grupo de especie	A	B	C	D
<i>Pinus</i> spp	0,33	2,26	6,96	0,226
<i>Eucalyptus</i> spp	1,32	16,37	12,15	1,637
<i>Casuarina</i> spp	1,53	8,56	5,78	0,856
Otras latifolias	0,02	0,13	7,28	0,013

Valores medios del periodo 1990 - 1996.

Tabla 61. Distribución de los incendios según las clases de tamaño y el grupo de especie en Pinar del Río de 1975 a 1996.

Grupo de especies	Clases de tamaño												Total (No.)
	0,1 - 0,9		1,0 - 10,0		10,0 - 20,0		20,0 - 50,0		50,0 - 100,0		100,0 - 1000,0		
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
<i>Pinus</i> spp	299	31,94	517	55,24	58	6,20	35	3,74	16	1,71	11	1,18	936
<i>Eucalyptus</i> spp	34	24,11	78	55,32	15	10,64	8	5,67	1	0,71	5	3,55	141
<i>Casuarina</i> spp	16	26,23	30	49,18	7	11,48	5	8,20	3	4,92	0	0,00	61
Otras latifolias	30	36,59	44	53,66	1	1,22	5	6,10	1	1,22	1	1,22	82

Tabla 62. Distribución de las afectaciones según las clases de tamaño y el grupo de especie en Pinar del Río de 1975 a 1996.

Grupo de especies	Clases de tamaño												Totales
	0,1 - 0,9		1,0 - 10,0		10,0 - 20,0		20,0 - 50,0		50,0 - 100,0		100,0 - 1000,0		
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
<i>Pinus</i> spp	103,18	1,53	1681,08	24,87	884,10	13,08	1237,56	18,31	1109,20	16,41	1745,50	25,82	6760,62
<i>Eucalyptus</i> spp	14,40	0,65	330,60	15,01	215,80	9,80	323,30	14,68	212,40	9,65	1105,40	50,20	2201,90
<i>Casuarina</i> spp	7,02	1,16	118,85	19,70	114,50	18,98	161,00	26,68	202,00	33,48	0,00	0,00	603,37
Otras latifolias	11,30	2,00	159,40	28,25	30,60	5,42	177,00	31,37	52,00	9,21	134,00	23,75	564,30

## ANEXO 1.

### METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN Y REPORTE DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA SOBRE LOS INCENDIOS FORESTALES.

#### Introducción:

El fuego, unas veces puesto por la naturaleza y otras por el uso incorrecto que de él hace el hombre en las distintas actividades agrícolas, forestales o recreativas, causa (Sarre *et al.*, 1996) estragos en la sociedad y en el medio, destruyendo la propiedad y el capital natural, agotando las fuentes de nutrientes, contaminando las aguas, reduciendo la biodiversidad, aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero, produciendo trastornos en las comunidades, diezmando el ganado, e incluso matando gente.

Según algunos cálculos recientes se estima que anualmente se queman en el mundo entre 12 y 13 millones de hectáreas de bosques y otras tierras arboladas y se ha establecido que la tendencia es al aumento del número de incendios ocurridos y de hectáreas dañadas. Esta tendencia se observa también en algunos estudios realizados en Cuba, situación que se ha tenido en cuenta en el marco del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales y con vistas a garantizar el cumplimiento de los acuerdos internacionales referentes a la conservación de la biodiversidad y los cambios climáticos globales, por lo que se hace necesario contar con planes de prevención y extinción científicamente fundamentados, siendo uno de sus basamentos el análisis del comportamiento histórico de los incendios ocurridos para lo que es imprescindible contar con una información estadística clara, precisa, y confiable.

En Cuba para reportar la información estadística de cada incendio se ha usado la conocida **Acta de Incendio**, modelo que en los últimos años ha sufrido algunas modificaciones con vistas a su perfeccionamiento pero todavía presentan determinadas insuficiencias. Estos modelos no han sido acompañados siempre de las indicaciones necesarias para su llenado, por lo que unas veces falta información y otras no son totalmente confiables. Difícil es encontrar el reporte correcto de las coordenadas cartográficas del punto donde ocurrió el incendio, o el tipo de negligencia, o las pérdidas económicas, por sólo citar unos pocos ejemplos, observándose heterogeneidad entre la forma de obtener algunas informaciones por un territorio y otro.

La presente metodología en sus **Instrucciones para el llenado del acta**, precisa la forma en que se va a obtener cada información y cómo se va a hacer el reporte de la misma, para lo que utiliza un nuevo modelo, más claro, cómodo y preciso que los que le han antecedido.

#### Objetivo:

- Aumentar la calidad de la información estadística sobre los incendios forestales.



Otros lugares  \_\_\_\_\_

**4. Causa del incendio:**

- Descarga eléctrica .....
- Negligencias: ..... 
  - Castradores de colmena* ....
  - Fumadores* .....
  - Quema agrícola* .....
  - Quema de potreros* .....
  - Trabajos forestales* .....  \_\_\_\_\_
  - Hogueras* .....  \_\_\_\_\_
  - Otras negligencias* .....  \_\_\_\_\_
- Accidentes: ..... 
  - Automóviles* .....
  - Aviones* .....
  - Otros accidentes* .....  \_\_\_\_\_
- Intencional .....
- Causa desconocida .....

Causante: \_\_\_\_\_ Identificado  No identificado

**5. Clase de día:** Festivo  Víspera de festivo  Laborable

Día de la semana: \_\_\_\_\_

**6. Condiciones de peligro:**

**Datos meteorológicos:**

Días desde la última lluvia    Temperatura máxima   °C  
Humedad relativa   % Velocidad del viento    Km/h  
Dirección    Índice Integral de Peligrosidad

**Topografía:**

Exposición: Solana  Umbría  Pendiente   °C  
Configuración del terreno: Llano  Ondulado  Montañoso   
Clase de Peligrosidad

7. Tipo de fuego: Subterráneo  Superficial  De copa

8. Medios utilizados en la extinción:

Transporte: Ninguno  Vehículos  Helicópteros  Tractores

Otros  \_\_\_\_\_

Personal:

	Cantidad	Hora	Min.
Especialistas Jefat. Prov. CGB .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Especialistas Jefat. Nac. CGB .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Técnicos e ingenieros forestales .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Guardabosques de UCIF .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Otros guardabosques .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Obreros forestales .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Personal civil no forestal .....	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
Fuerzas de las FAR o el MININT ..	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>

Medios pesados:

Vehículos contra incendios  Buldózer  Tractores

Moto niveladoras  Otros  \_\_\_\_\_

Medios ligeros:

Motosierras .....  | Picos ..... |  | Mochilas de extinción .... |  |

Palas .....  | Hachas .... |  | Antorchas ..... |  |

Batefuegos .....  | Azadas .... |  | Machetes ..... |  |

Otros .....  | \_\_\_\_\_ |

Medios aéreos:

Observación con AN-2

Extinción con PZL-M18  Número de descargas

Otros medios utilizados  \_\_\_\_\_

Medios de comunicación:

Teléfono .....  | Otros .. |  | \_\_\_\_\_ |

Radios .....

\_\_\_\_\_

Banderas para señales..

### 9. Datos sobre el bosque dañado:

Superficies afectadas por el fuego:

Forestales..     ,   ha

Pastizales     ,   ha

No forestales     ,   ha

Especie o formación boscosa.	Nat	Art.	Dens.	Edad (años)	Superficies (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
1. _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/> , <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/>
2. _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/> , <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/>
3. _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/> , <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/>

Fórmula de composición:

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

Sotobosque: Altura media   m Densidad: Alta  Media  Baja

Categoría de bosque: Productor  Protector  De conservación

Propietario del bosque: \_\_\_\_\_

### 10. Técnicas de extinción.

Ataque directo  Ataque indirecto  Ataque paralelo

Ataque indirecto: Apertura de cortafuegos  Contracandela

### 11. Pérdidas:

Estimación del impacto ambiental.

**Superficie quemada que sobrevivirá:**

60-100 %  30-60 %  <30 %  Puntos

**Efecto en la vida silvestre:**

Inapreciable  Pasajero  Permanente

**Riesgo de erosión después del incendio:**

Bajo  Moderado  Alto

**Alteración del paisaje:**

Inapreciable  Pasajero  Permanente

**Efecto en la economía local:**

Inapreciable  Pasajero  Permanente

El impacto ambiental ha sido:

Bajo  Moderado  Alto

Pérdidas económicas:

Pesos Cent.

Pérdidas por reforestación .....       ,

Pérdidas por madera talada afectada .....       ,

Pérdidas por cambio de precio de venta a madera en pié afectada....       ,

Pérdidas por productos no madereros .....       ,

Gastos por extinción .....       ,

Pérdidas totales .....         ,

**12.Observaciones:**

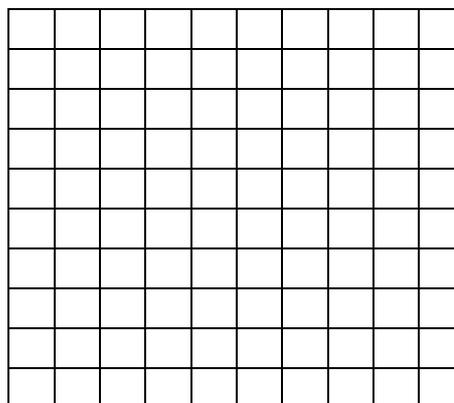
---

---

---

---

**13. Croquis del área:**



Escala 1:10 000

\_\_\_\_\_  
Jefe del CGB en el territorio.

\_\_\_\_\_  
Jefe del CGB en la provincia.

## **INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO DEL ACTA.**

### **Instrucciones generales:**

- Se llenará el acta sólo cuando estemos en presencia de un incendio forestal, es decir, cuando el fuego afecte de forma incontrolada un área de bosque.
- Se considerará como bosque a todo ecosistema que tenga como mínimo un 10 % de copa formada por árboles o bambúes, generalmente asociado a flora y fauna silvestres y a condiciones naturales del suelo y donde no se practican actividades agrícolas. Ese ecosistema debe ocupar un terreno que tenga al menos 100 metros en su parte mas estrecha.
- Cuando un incendio afecte dos territorios, se llenará sólo un acta y corresponderá al territorio donde el mismo comenzó, pero se indicará en las observaciones el total de hectáreas afectadas y las pérdidas correspondientes al otro territorio.
- Cada cifra ocupará un lugar en la casilla correspondiente.
- Para los casos en que el dato solicitado presente varias alternativas, se han colocado círculos al lado de cada una de éstas, debiendo señalarse con una "X" el círculo correspondiente a la respuesta, única, más adecuada. Si se selecciona **otros**, se especificará en la línea que aparece junto a esta opción.
- Las superficies se expresarán en hectáreas y se apreciarán con dos cifras decimales.
- Hacer los estudios necesarios y el llenado del acta durante los 15 días hábiles posteriores a la completa liquidación del incendio, para lo que se creará una comisión integrada por el Jefe del CGB en el territorio, quien será el jefe de la misma, y por especialistas de los Departamentos de Ordenación, Silvicultura y Economía de la Empresa Forestal correspondiente.

### **Instrucciones específicas:**

#### **1. Localización:**

- Escribese en Unidad, la Unidad Silvícola, la Unidad Básica de Producción o el nombre de la entidad no especializada en que ocurrió el incendio.
- En lote y rodal se escribirá el número correspondiente a los mismos según el lugar dónde comenzó el incendio.
- Para las coordenadas cartográficas, utilizar un mapa escala 1:100 000 y escribir el valor correspondiente con las 6 cifras.

#### **2. Fechas y tiempos:**

- Numérense los meses del 01 al 12, los días del 01 al 31, las horas del día de 01 a 24 y los minutos del 01 al 60.
- Para las horas se utilizará siempre el horario normal.
- Se considerará al incendio controlado cuando se pase a la fase de liquidación y extinguido cuando se finalice dicha fase.

#### **3. Detección:**

- En detectado por, se escribirá el nombre de la primera persona que detectó el incendio.

- En avisó a, se escribe a dónde esa persona avisó.

#### **4. Causa del incendio:**

- Si selecciona en las negligencias “trabajos forestales” se especificará en la línea. Puede referirse a quema de desechos forestales, motosierras, hogueras para cocer o calentar alimentos, fumadores, etc., en zonas forestales.

- En “hogueras” se incluyen las realizadas por cazadores, pescadores, excursionistas, etc., lo que se especificará.

- En “otras negligencias” se incluirán quemas hechas por cazadores, prácticas militares, equipos sin matachispa, quema de basureros, etc.

- Si se selecciona “causa desconocida” debe justificarse esto en las observaciones. Úsese ésta clasificación como última alternativa, después de realizar las investigaciones correspondientes, según el “Manual para la determinación de las causas de los incendios forestales”.

#### **6. Condiciones de peligro:**

- Los datos meteorológicos son referidos al día y de ser posible a la hora en que se originó el incendio. Pueden obtenerse en las estaciones meteorológicas de las Unidades de Control de Incendios Forestales (UCIF) o del Centro Meteorológico Provincial más cercana.

- El Índice Integral de Peligrosidad se determinará según la metodología del Instituto de Investigaciones Forestales de 1994.

- La exposición se tendrá en cuenta en terrenos ondulados o montañosos. Se selecciona solana si el lugar en que se originó el fuego estaba expuesto al sol y umbría si estaba a la sombra.

#### **8. Medios utilizados en la extinción:**

- Para un correcto control es necesario que durante las actividades de extinción una persona debidamente entrenada vaya recogiendo toda esta información. Puede estar ubicada en el Punto de Control o Puesto de Mando habilitado durante la extinción.

- “Transporte” se refiere al utilizado para llegar al incendio.

- En “personal” se escribirá la cantidad que participó y el tiempo promedio en horas y minutos.

- En “medios” se anota la cantidad utilizada.

-En “medios aéreos” para los PZL-M18 (Dromedarios) se anotará en numero de descargas, las que estos medios hacen.

#### **9. Datos sobre el bosque dañado:**

- Para determinar la superficie afectada por el fuego, la densidad y el volumen del arbolado en esa área, se procederá según lo dispuesto en la Norma Ramal de la Agricultura 595 (Tratamientos silviculturales. Coníferas y latifolias. Raleos en plantaciones y bosques naturales).

#### **11. Pérdidas:**

- Para la estimación del impacto ambiental se asignará a cada aspecto los puntos correspondientes según lo siguiente:

- a) *Superficie quemada que sobrevivirá:* Puntos
- Del 60 al 100 % de la superficie ..... = 0
- Del 30 al 60 % de la superficie ..... = 1
- Del 0 al 30 % de la superficie ..... = 2
- b) *Efecto en la vida silvestre:*
- Inapreciable ..... = 0
- Pasajero ..... = 1
- Permanente ..... = 2
- c) *Riesgo de erosión después del incendio:*
- Bajo ..... = 0
- Moderado ..... = 1
- Alto ..... = 2
- d) *Alteración del paisaje:*
- Inapreciable ..... = 0
- Pasajero ..... = 1
- Permanente ..... = 2
- e) *Efecto en la economía local:*
- Inapreciable ..... = 0
- Pasajero ..... = 1
- Permanente ..... = 2

La estimación del impacto se realizará sumando los puntos obtenidos en las escalas anteriores y puede valorarse con la siguiente escala:

a + b + c + d + e	Impacto
0 - 3	Bajo
4 - 6	Moderado
7 - 10	Alto

- Para las pérdidas económicas:

- En pérdidas por reforestación (**P<sub>1</sub>**) se utilizarán los precios zonales establecidos por el nuevo sistema de financiamiento de la silvicultura avalado por la Resolución No. 7/96 del Ministerio de Finanzas y Precios. Este precio zonal incluye la preparación del terreno (**Pt**), la producción de posturas (**Pp**), la plantación (**Po**) y las atenciones culturales (**Pc**) hasta los 3 años. Los distintos tratamientos silvícolas (**Ts**) realizados

al igual que los trabajos de protección (**T<sub>p</sub>**) también deben incluirse en este indicador para lo que se utilizarán los datos necesarios existentes en las Empresas Forestales Especializadas, hasta tanto aparezcan nuevas indicaciones sobre los precios de estas actividades según se vaya introduciendo el nuevo sistema de financiamiento de la silvicultura.

$$P_1 = P_t + P_p + P_o + A_c + T_s + T_p$$

- En pérdidas por madera talada afectada (**P<sub>2</sub>**) se tendrá en cuenta el volumen de madera talada que estaba en acopiaderos (**V**) o en el propio bosque y que el fuego afectó de tal manera que no se puede comercializar. Se multiplica el volumen perdido por el precio al que se iba a vender (**P<sub>v</sub>**) la madera y esas son las pérdidas. Si se vende a otro precio, debido a que sus afectaciones no fueron totales, entonces las pérdidas solo son el monto total que se iba a obtener por la comercialización de la madera, menos el monto de dinero obtenido por la venta a menos precio.

$$P_2 = (V \cdot P_v) - (V' \cdot P_{v'})$$

donde:  $V'$  = volumen que afectado o no se va a vender.

$P_{v'}$  = nuevo precio de venta.

- Para las pérdidas por cambio de precio de venta a madera en pie afectada (**P<sub>3</sub>**) deben determinarse las pérdidas para los distintos surtidos (**P<sub>a</sub>**, **P<sub>b</sub>**, etc). Para determinar estos surtidos debe hacerse una evaluación del área para conocer el volumen (**V<sub>1</sub>**) por surtido, lo que se multiplicará por el precio al que se pudiera vender (**P<sub>v1</sub>**) la madera si no estuviera afectada por el fuego, y a esto se le resta el monto que en realidad se obtiene por concepto del cambio del precio.

$$P_a = (V_1 \cdot P_{v1}) - (V_1 \cdot P_{v1'})$$

$$P_3 = P_a + P_b + \dots + P_n$$

donde:  $P_{v1'}$  = nuevo precio de venta.

- Pérdidas por productos no madereros (**P<sub>4</sub>**) se refiere a la resina ya extraída y que se perdió, o a la que pudiera obtenerse si ya el bosque está apto para su producción, lo cual es posible estimar. El volumen perdido se multiplica por el precio de venta de este producto.

También se tendrán en cuenta las semillas, si es una masa semillera.

$$P_4 = (V_r \cdot P_{vr}) + (C_s \cdot P_{vs})$$

donde:  $V_r$  = volumen de resina perdido.

$P_{vr}$  = precio de venta de la resina.

$C_s$  = cantidad de semillas (Kg)

$P_{vs}$  = precio de venta de las semillas.

- En gastos por extinción (**P<sub>5</sub>**) se tendrá en cuenta aproximadamente el costo del combustible (**C**) consumido por los distintos medios, el salario horario (**S<sub>h</sub>**) de los operadores y el tiempo de trabajo. En caso de operadores de las Empresas Forestales Especializadas o del CGB no se tendrá en cuenta el salario.

Para las fuerzas utilizadas se tendrá en cuenta un salario promedio de \$ 5,40 pesos por jornada (J) de 8 horas, excepto para los que pertenecen al CGB. Debe controlarse el tiempo que participa cada grupo de hombres durante su jornada

laboral, pues fuera de ésta no se hacen valoraciones excepto algún grupo que trabaje cobrando un salario adicional.

$$G_e = C + (S_n \cdot J)$$

- Las pérdidas totales ( $P_t$ ) estarán dadas por la suma de los indicadores anteriores.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + G_e$$

## **12. Observaciones:**

- Junto a los aspectos para los cuáles se ha indicado utilizar este indicador, se detallarán también muy brevemente las recomendaciones de la comisión sobre las medidas de mitigación a corto y largo plazos de las afectaciones producidas.

## **13. Croquis del incendio:**

Para esto se utilizará el método de las cuadrículas. Se dibujará el perímetro del incendio y algún elemento interesante como caminos, corrientes de agua, etc. Se marcará el lugar de origen (con una "X"), etc. Si el área del incendio es muy grande puede cambiarse la escala o adjuntarse en hoja aparte dicho croquis, lo que se indicará en las observaciones.

## **COMPLEMENTO.**

### **Bibliografía consultada:**

- ICONA. 1993: Manual de Operaciones contra Incendios Forestales. Edita ICONA. Madrid. España. 258 p.
- NRAG 595. 1983: Tratamientos silviculturales. Coníferas y Latifolias. Raleos en plantaciones y bosques naturales. Dirección de Silvicultura. MINAG. La Habana. 19 p.
- Oharriz, S. 1991: Protección contra Incendios Forestales. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 76 p.
- Ramos, M.P. 1991: Los Incendios Forestales. (Folleto) Universidad de Pinar del Río. Impresiones ligeras. 135 p.
- Sarre, A. et al. 1996: Se quema la casa. Boletín Actualidad Forestal Tropical. Vol.4, No.1. OIMT. pp 1.
- Vélez, R. 1982: Manual para la determinación de las causas de los incendios forestales. ICONA. Madrid. España. 19 p.