

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Marcos Pedro Ramos Rodríguez
EDITOR

Marcos Pedro Ramos Rodríguez
René Gras Rodríguez
Ignacio Estévez Valdés
Tayron Omar Manrique Toala
Mónica Virginia Tapia Zúñiga
Alfredo Jimenez González
Betizabeth Brillith Cantos Parrales
Gema Monserrate Espinales Reyes
Cindy Gabriela González Reyes
Jonathan Raymundo Lizame Ronquillo
Jonathan Josué Lozada Castillo
Andrea Patricia Martínez Alcívar
María Fernanda Mendoza Fernández
Ximena Carolina Montalvo Cedeño
Marcos Manuel Escobar Chichande
Kevin Salvador Rodríguez Soledispa
Ingrid Estefanía Vélez Obando
Kenia Elizabeth Zambrano Zambrano
Sergio Vicente Calderón Cedeño
AUTORES

EDICIONES **MAWIL**

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Editor

Marcos Pedro Ramos Rodríguez

Doctor en Ciencias Forestales; Ingeniero Forestal;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador;

marcos.ramos@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-0992-8414>

Autores

René Gras Rodríguez

Máster en Ciencias de la Educación Mención: Educación Secundaria
Básica; Licenciado en Educación Especialidad Química;

Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;

rene.gras@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-6220-9422>

Ignacio Estévez Valdés

Doctor en Ciencias Forestales;

Máster en Matemática Avanzada Para Ingeniería;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador;

ignacio.estevez@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-8143-8466>



Tayron Omar Manrique Toala

Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa;
Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
tyron.manrique@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-5235-7093>

Mónica Virginia Tapia Zúñiga

Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente;
Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
monica.tapia@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-5591-3603>

Alfredo Jimenez González

Doctor en Ciencias Forestales; Ingeniero Agrónomo;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador;
alfredo.jimenez@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-1768-5566>

Betzabeth Brillith Cantos Parrales

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
brillisita94@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7060-7401>

Gema Monserrate Espinales Reyes

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
gemaespinales10@outlook.es

 <https://orcid.org/0000-0002-1141-4087>

Cindy Gabriela González Reyes

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
cindybeatiful15@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3186-3792>

Jonathan Raymundo Lizame Ronquillo

Ingeniero Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
jonathan151@hotmail.es

 <https://orcid.org/0000-0003-1065-3585>

Jonathan Josué Lozada Castillo

Ingeniero Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
jonasblack56@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8212-0943>

Andrea Patricia Martínez Alcívar

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
andreamartinez1007@hotmail.com;

 <https://orcid.org/0000-0001-8434-4932>

María Fernanda Mendoza Fernández

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador; ferchyssmf@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4029-7470>

Ximena Carolina Montalvo Cedeño

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador; carolinamontalvo94@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6420-377X>

Marcos Manuel Escobar Chichande

Ingeniero Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador; marcuss12_21@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3400-9957>

Kevin Salvador Rodríguez Soledispa

Ingeniero Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador; migue_ksrs94@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5769-4934>



Ingrid Estefanía Vélez Obando

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
xinafea@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1059-4047>

Kenia Elizabeth Zambrano Zambrano

Ingeniera Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
keniazambrano1996@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7766-2876>

Sergio Vicente Calderón Cedeño

Ingeniero Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Jipijapa, Ecuador;
sergiocalderon@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8965-741X>

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Revisores Académicos

Juan Armando Maita Chamba

Ingeniero Forestal; Magíster en Geomática;
Docente de la Universidad Nacional de Loja;
juan.maita@unl.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-5058-8613>

Marina Mazón Morales

Licenciada en Biología; Ph. D., en Biología.
Docente de la Universidad Nacional de Loja;
marina.mazon@unl.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-5473-7660>

Catálogo Bibliográfico

EDITOR

Marcos Pedro Ramos Rodríguez

Cindy Gabriela González Reyes
Jonathan Raymundo Lizame Ronquillo
Jonathan Josué Lozada Castillo
Andrea Patricia Martínez Alcívar
María Fernanda Mendoza Fernández
Ximena Carolina Montalvo Cedeño
Marcos Manuel Escobar Chichande
Kevin Salvador Rodríguez Soledispa
Ingrid Estefanía Vélez Obando
Kenia Elizabeth Zambrano Zambrano
Sergio Vicente Calderón Cedeño

AUTOR

Marcos Pedro Ramos Rodríguez
René Gras Rodríguez
Ignacio Estévez Valdés
Tayron Omar Manrique Toala
Mónica Virginia Tapia Zúñiga
Alfredo Jimenez González
Betzabeth Brillith Cantos Parrales
Gema Monserrate Espinales Reyes

Título: Investigaciones sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales

Descriptor: Ingeniería de la protección del medio ambiente; Incendios forestales; Lucha contra los incendios; Protección ambiental

Código UNESCO: 3106 Ciencia Forestal

Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 628.925/R147

Área: Ciencia Forestal

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-602-22-0

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2022

Ciudad, País: Quito, Ecuador

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 297

DOI: <https://doi.org/10.26820/978-9942-602-22-0>

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico **Investigaciones sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

Director Académico: PhD. Jose María Lalama Aguirre

Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell: New Jersey # 07006

Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

Editor de Arte y Diseño: Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz

Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes



1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

ÍNDICE





PRÓLOGO	11
Agradecimiento y dedicatoria	14
Declaración de Campo Grande	16
I. INTRODUCCIÓN	20
1.1. Introducción al problema	21
1.2. Referencias bibliográficas	26
II. MARCO REFERENCIAL	31
2.1. Incendios forestales.....	32
2.2. Quemadas controladas y quemadas prescritas	36
2.3. Efectos del fuego en los ecosistemas forestales	37
2.4. Comportamiento histórico de los incendios forestales	40
2.5. Surgimiento y propagación del fuego.....	52
2.5.1. Causas de los incendios forestales.....	52
2.5.2. Condiciones meteorológicas.....	54
2.5.3. Topografía.....	55
2.5.4. Material combustible	56
2.6. Protección contra incendios forestales	58
2.6.1. Eficiencia de la protección contra incendios forestales	59
2.7. Manejo del fuego	61
2.7.1. Usos del fuego	62
2.7.2. Prevención de incendios forestales	63
2.7.3. Extinción de incendios forestales	66
2.8. Índice de vegetación de diferencia normalizada.....	66
2.9. Aspectos legales relacionados con los incendios forestales en Ecuador	68
2.10. Referencias bibliográficas.....	72
III. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	83
3.1. Análisis del sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador	85
3.2. Ocurrencia de incendios forestales en Olmedo, Manabí, Ecuador, en el período 2011-2019	113

.....

3.3. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador (2014-2018).....	129
3.4. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín, Manabí, Ecuador, en el periodo 2009-2018	142
3.5. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas, Ecuador (2009-2018)	154
3.6. Ocurrencias de incendios forestales en el cantón Bolívar, Manabí, Ecuador (2010-2019).....	171
3.7. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone, Manabí, Ecuador, en el período 2010-2019	183
3.8. Análisis espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el período 2014-2019	198
3.9. Comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019)	230
3.10. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, en el periodo 2015-2019.....	245
3.11. Análisis del sistema de manejo del fuego en Santa Ana, Manabí, Ecuador	261
3.12. Análisis de la protección contra incendios forestales en Paján, Manabí, Ecuador	275

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

PRÓLOGO



El fuego es un factor ecológico cuya presencia desde tiempos inmemoriales ha moldeado la vegetación. Para algunos ecosistemas este factor es tan importante como pueden serlo el sol o la lluvia. Por otra parte, los homínidos conquistaron el fuego y después fueron capaces de producirlo, convirtiéndose para ellos en una herramienta inseparable, tan importante que les permitió dar un salto en su desarrollo y conquista del planeta como nunca ha podido hacerlo otra especie.

Durante mucho tiempo la vegetación en la Tierra se desarrolló bajo diferentes regímenes naturales de fuego, ante los cuales los ecosistemas eran resilientes. Poco a poco estos regímenes se alteraron debido, entre otras cosas, a políticas bien diseñadas de protección contra incendios forestales, pero que lamentablemente no consideraron la importancia del fuego como factor ecológico, el aumento de la población, la pobreza y las áreas plantadas con especies forestales inflamables, así como el uso del fuego en actividades agrícolas y, finalmente, el cambio climático. Como resultado, hoy día muchas regiones del mundo viven situaciones de emergencia debido al aumento del número de incendios y de las áreas quemadas, todo lo cual trae destrucción de la vegetación, de viviendas y de todo tipo de infraestructuras, incluyendo a veces la pérdida de vidas humanas.

Ante el escenario descrito anteriormente, corresponde aumentar la eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales considerando sus dos componentes básicos, es decir, la prevención y la extinción, partiendo del principio de que el financiamiento utilizado para cumplir el primer componente es una inversión, mientras que el utilizado en el segundo, es una pérdida. Una de las acciones que se realizan para contar con una prevención eficiente, es determinar dónde, cuándo y por qué ocurren los incendios forestales, entendido esto bajo el término de comportamiento histórico de los incendios forestales. Para llegar a esto se analizan las estadísticas de la ocurrencia de incendios durante un período de años, llegándose a establecer determinadas regularidades espaciales y temporales que permiten planificar, sobre

una base científicamente fundamentada, acciones de prevención contra incendios forestales.

En correspondencia con todo lo anterior, esta obra presenta un marco referencial sobre el tema del comportamiento histórico de los incendios forestales a partir del desarrollo de diez proyectos de investigación como modalidad de titulación desarrollados por alumnos de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, bajo la guía de sus docentes. Después del marco referencial, se presenta el resumen, los materiales y métodos, los resultados, la discusión, las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía utilizada de cada uno de los proyectos de investigación.

Investigaciones sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales es un texto que busca hacer un modesto aporte desde la academia al tema del manejo del fuego. Constituye una herramienta tanto para decisores como para investigadores, docentes y estudiantes que sientan interés por el tema tratado. Poder cumplir con las expectativas de todos, sería nuestra máxima aspiración.

Marcos Pedro Ramos Rodríguez

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA





Agradecemos a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, institución que ha facilitado la publicación de este libro y que financió dos proyectos de investigación en virtud de los cuales se ejecutaron tres de las investigaciones que se presentan en este texto. Igualmente, a los alumnos de la carrera de Ingeniería Forestal que confiaron en nosotros para desarrollar sus proyectos de investigación como modalidad de titulación.

Expresamos nuestro reconocimiento a los Cuerpos de Bomberos de los cantones Jipijapa, Olmedo, Paján, Junín, Esmeraldas, Bolívar, Chone, Sucre y Santa Ana, así como del Distrito Metropolitano de Quito.

Un agradecimiento especial a mi esposa Cristina Reina y a mis hijos Isabel Cristina y Marcos por su apoyo incondicional. A ellos y a mis nietos Yulia del Pilar y Marcos, va dedicada esta obra.

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

DECLARACIÓN DE CAMPO GRANDE



“Ignorar la historia del fuego es descartar uno de los atributos que verdaderamente definen al *Homo sapiens*”

Pyne (1995)

La 7.^a Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales desarrollada bajo el tema “*Haciendo frente al fuego en un mundo de cambios: reduciendo la vulnerabilidad de las poblaciones y los ecosistemas por medio del manejo integral del fuego*” tuvo lugar en Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, del 28 de octubre al 1 de noviembre de 2019.

7.^a Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales

Haciendo frente al fuego en un mundo de cambios: reduciendo la vulnerabilidad de las poblaciones y los ecosistemas por medio del manejo integral del fuego

Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil

28 de octubre al 1 de noviembre de 2019

Declaración de Campo Grande

“Construyendo Sociedades y Ecosistemas Sostenibles y Resilientes”

1 de noviembre de 2019

La 7.^a Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales “Haciendo frente al fuego en un mundo de cambios: reduciendo la vulnerabilidad de las poblaciones y los ecosistemas por medio del manejo integral del fuego” tuvo lugar en Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, del 28 de octubre al 1 de noviembre de 2019. Más de 1 000 personas de 37 países asistieron a la conferencia, incluidos profesionales de

los gobiernos, investigadores, profesionales de operaciones, el sector privado y la sociedad civil. Las Conferencias Internacionales sobre Incendios Forestales se iniciaron en 1989 en Estados Unidos, pasando luego por Canadá, Australia, España, Sudáfrica y Corea del Sur, desde entonces. En la 7.^a conferencia en Brasil fueron evaluadas tres décadas de cooperación internacional promovida por estas conferencias, su objetivo ha sido crear una conexión global entre la ciencia, las políticas y las operaciones, así como los logros y las lagunas en el manejo del fuego a nivel global.

En respuesta a los episodios de incendios forestales y humo, las personas de todo el mundo se están preocupando por los incendios. Los asistentes a la conferencia confirmaron que, en muchas regiones del mundo, los incendios forestales son una amenaza creciente para las comunidades y los paisajes naturales, rurales, urbanos, industriales y de valores culturales. El problema está aumentando debido a las consecuencias de los cambios sociales, económicos y ecológicos (cambios en el uso de la tierra, cambios demográficos, degradación de los ecosistemas), así como por el cambio climático. Esto está afectando la salud y la seguridad humana y provocando la pérdida de bienes públicos y privados, incluyendo infraestructuras críticas. La actual gobernanza del riesgo y disposiciones institucionales no son adecuadas para hacer frente a esta tendencia creciente. Se requieren enfoques intersectoriales.

El paradigma de abordar el problema a través de servicios y acciones individuales y desconectadas en la prevención o extinción de incendios debe reformularse. La planificación unificada e integral debe asegurar y fortalecer la resiliencia social, ambiental y económica a los incendios forestales, abordando:

- Gobernanza y responsabilidad del riesgo.
- Diálogo de conocimientos, incluidos los saberes tradicionales e indígenas.
- Género, diversidad e inclusión.

- Innovación socioeconómica en zonas rurales, favoreciendo soluciones basadas en la naturaleza.
- Fortalecimiento de las acciones locales.
- Creación de comunidades y ecosistemas resilientes.

La toma de decisiones debe estar basada en evidencias y respaldada por sistemas de seguimiento y evaluación. La implementación debe ser coherente, cohesiva y coordinada.

El enfoque intersectorial integrado descrito anteriormente respalda los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los Objetivos del Acuerdo de París y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Este enfoque se fortalecería aún más con un instrumento apropiado de las Naciones Unidas.

Se espera que durante los próximos años sean alcanzados resultados tangibles en el ámbito de las políticas públicas y que estos logros sean presentados en la próxima Conferencia Internacional de Incendios Forestales, que se celebrará en 2023.

Los participantes en la conferencia agradecieron al Gobierno de Brasil, al estado de Mato Grosso do Sul y a la ciudad de Campo Grande por ser anfitriones de la conferencia y felicitaron al IBAMA y Prevfogo por preparar y organizar la conferencia. Los participantes en la conferencia acogieron con beneplácito el ofrecimiento de Portugal de organizar la 8.^a Conferencia Internacional de Incendios Forestales en 2023.

Fuente: Revista Biodiversidade Brasileira. Número especial: 7.^a Conferência Internacional sobre Incêndios Florestais – Resumos.

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

INTRODUCCIÓN



“La Tierra, nacida del fuego, bautizada por el rayo, desde antes de que comenzara la vida, es un planeta de fuego”

Komarek, E. V. (1965)

Las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales ocurridos en una localidad determinada permiten establecer patrones espaciales y temporales de la ocurrencia de los incendios, lo cual es de gran utilidad para la planificación eficiente de las actividades de manejo del fuego (prevención, extinción y uso del fuego). Una breve introducción a esta problemática se presenta en este apartado.

1.1. Introducción al problema

Las zonas forestales son imprescindibles para la vida en el planeta. Además de ser parte fundamental en los ciclos de producción y distribución del agua, purifican el aire que respiramos al capturar bióxido de carbono y liberar oxígeno. También regulan la temperatura y la humedad, con lo que equilibran el clima; proporcionan alimento, medicina y refugio a los seres vivos; y son fuente de materia prima en muchas actividades humanas (Cardenas, 2010).

El incendio forestal puede entenderse como cualquier fuego incontrolado que ocurre en la vegetación cuyo origen puede ser antrópico o natural. En general, los incendios forestales son responsables de la destrucción de millones de hectáreas de bosques en todo el mundo, generando daños económicos, sociales, paisajísticos y al suelo, los cuales pueden ocurrir en áreas de reforestación, unidades de conservación, áreas de protección, granjas, bordes de carreteras y zonas urbanas circundantes (Westerling y Bryant, 2008; Souto *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2011; Boscardin *et al.*, 2014; McKenzie *et al.*, 2014; Knelman *et al.*, 2017; Ramos *et al.*, 2017).

Los incendios forestales constituyen uno de los principales agentes de perturbación de los ecosistemas del planeta, donde millones de hectáreas son afectadas cada año. La elevada presión de las actividades humanas y el calentamiento global están incrementando la frecuencia, intensidad y tamaño de estos incendios, con importantes consecuencias tanto para las comunidades naturales como para la sociedad en su conjunto (González-Gómez, 2013). Son uno de los mayores problemas ambientales y amenazas a los que se enfrentan los ecosistemas, por los daños y perjuicios directos que ocasionan a los bienes y servicios que brindan los bosques y por las fuertes repercusiones sociales, económicas y ecológicas para los ecosistemas afectados (Hernando, 2015). Este problema global surge y se desarrolla mostrando determinadas regularidades de carácter espacio-temporal impuestas principalmente por las condiciones meteorológicas, por lo que su evaluación ayuda a entender el fenómeno para planificar su manejo en un área determinada (Ramos, Díaz y Cabrera, 2013).

Los incendios poseen un rol fundamental en los sistemas ecológicos y climáticos al ser responsable de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y de la degradación del bosque tropical, con impactos múltiples en su estructura, la biodiversidad y el ciclo de nutrientes presentes en el suelo (Rodríguez, 2012).

El hecho de modificar irresponsablemente los regímenes naturales del fuego (ciclos preestablecidos), trae consecuencias de dimensiones imprevisibles no solo en la esfera local, sino también a escala regional y global, con daños a la naturaleza que repercuten en la salud y en la seguridad de las personas. De esta manera, el fuego dañino se integra a un círculo en el que diversos fenómenos influyen como causa-efecto unos de otros. Entre ellos pueden mencionarse la pérdida de biodiversidad, la contaminación, la erosión de suelos, la desertificación e incluso los cambios en el clima (Comisión Nacional Forestal [CNF], 2010).

Según Játiva (2012), los incendios forestales son uno de los fenómenos

de carácter antrópico que, dentro de un entorno natural como una sequía, producto de la escasez de lluvias, pueden ocasionar situaciones de riesgo para las personas, además de que constituyen un problema medioambiental muy grave. Por lo tanto, afectan directamente a la seguridad ciudadana ya que se constituye en un problema de gran impacto social, el cual ataca directamente a la integridad física, psicológica y económica de las personas.

El fuego, al igual que otros disturbios naturales, es un factor que se encuentra presente de manera natural en muchos ecosistemas y paisajes a lo largo del mundo y su presencia es vital para muchos de ellos (Whelan, 1995). El fuego tiene una influencia positiva en la naturaleza, pues ayuda a mantener la biodiversidad, pero cuando se utiliza de manera irresponsable puede tener consecuencias devastadoras para el ambiente, convirtiéndose en un factor importante de la degradación de los ecosistemas (Comisión Nacional Forestal [Conafor], 2007). Los incendios se han convertido en un grave problema ecológico debido a la frecuencia e intensidad que han adquirido en las últimas décadas. Por causa de la acción de la humanidad, el fuego se ha convertido en una amenaza para la ecología mundial (Quijije, 2014).

En las últimas décadas los incendios forestales han sido una preocupación en distintas regiones del mundo, especialmente por el incremento en su ocurrencia producto de actividades humanas y cambios en el clima (Díaz-Hormazábal y González, 2016). Estos fenómenos contribuyen al cambio climático, principalmente debido a la emisión de gases de efecto invernadero por la quema de biomasa y la pérdida y destrucción de los bosques (Enríquez-de-Salamanca, 2020).

Alrededor del planeta, cada año un gran número de incendios forestales se produce regularmente con un incremento, tanto en el número de incendios registrados como de las zonas quemadas. La tendencia general sigue en aumento e incluso está influyendo en el cambio climático (Carrasco, Ramos, Batista, Cabrera y Miranda, 2017). El informe

de la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura “Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010”, estableció que anualmente se ven afectadas 350 millones de hectáreas de bosques por los incendios forestales, el 95% de ellos a causa de actividades antrópicas, considerándose menos del 10% de todas las ocurrencias como quemadas controladas y las demás se constituyen como flagelos, que en promedio afectan al 1% de todo el bosque mundial cada año (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010).

A nivel internacional, entre 2003 y 2012, aproximadamente 67 millones de hectáreas (1,7%) de las tierras forestales se quemaron anualmente, principalmente en las regiones tropicales de América del Sur y África. En América del Sur, un promedio de 72 millones de hectáreas de superficie de tierra se quemó cada año, de las cuales, 35 millones de hectáreas eran tierras forestales (van Lierop *et al.*, 2015). En 2019, la plataforma en línea Global Forest Watch Fires (GFW Fires) contó más de 4,5 millones de incendios en todo el mundo que fueron mayores de un kilómetro cuadrado. Eso es un total de 400 000 incendios más que en 2018. Así, por ejemplo, el año 2019 mostró una de las aristas más terribles de la emergencia climática: la de grandes incendios forestales en todo el mundo. Desde Rusia hasta Brasil, pasando por Siberia, Indonesia, Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Israel, Líbano o Congo, incendios masivos arrasaron bosques y otros paisajes con gravísimas consecuencias para las personas, el medioambiente y el clima global (Greenpeace, 2019).

El fuego puede tener una influencia positiva en la naturaleza, pues ayuda a mantener la biodiversidad. Pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el medioambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas (Cardenas, 2010).

En las comunidades rurales generalmente se usa el fuego para quemar

el bosque y cambiar el uso del suelo a la agricultura, por la práctica ancestral de quemar desperdicios agrícolas frente a nuevos cultivos estacionales y para incinerar residuos domésticos frente a la falta de servicios básicos, propiciando los flagelos (Pazmiño, 2019); cuya frecuencia e intensidad están determinadas de forma general por el clima, la topografía y la acumulación de material combustible (Anaya y Rodríguez, 2017).

Los incendios forestales reducen a cenizas a los ecosistemas forestales, insustituibles, por ejemplo, como captadores de CO₂. Además, el fuego envía a la atmósfera una gran cantidad de sustancias, algunas de las cuales contribuyen directamente al efecto invernadero (Ramos y Soares, 2004). Los incendios forestales no siempre han presentado la misma magnitud, ha habido épocas en que han sido más intensos y severos, pero también han existido tiempos en que la presencia del fuego ha sido mínima o de moderada intensidad. En la actualidad, como resultado del cambio climático y de otras intervenciones humanas que están alterando diversas regiones del planeta, se ha incrementado la extensión, duración, intensidad y severidad de los flagelos (Reyes, 2016).

La situación de los incendios forestales en los bosques de América Latina y el Caribe es grave, puesto que, mediante la tala, las quemas y los eventos naturales, el bosque que alguna vez se creyera como inmune al fuego, se está transformando en vulnerable (Ramos, Baque, Pionce, Jimenez y Manrique, 2018).

En el Ecuador durante el período 2016-2018 ocurrieron 2 684 incendios de vegetación que afectaron un total de 48 714,18 ha. Durante el año 2017, hasta el 15 de diciembre, los incendios forestales mayores o iguales a 2 hectáreas ocasionaron la pérdida de 13 403,78 hectáreas de cobertura vegetal, en 968 eventos registrados. Las provincias que reportaron un mayor número de incendios fueron: Guayas con 138, Loja con 132, Santa Elena con 120, Manabí con 107 y Azuay con 98

eventos cada una. Las provincias que registraron la mayor afectación fueron: Pichincha con 2 250,60; Loja con 1 762,60; Azuay con 1 523,28; Imbabura con 1 294,04; Chimborazo con 1 087,15; y Santa Elena con 1 055,06 hectáreas quemadas. En Manabí se reportaron 964,00 hectáreas (Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR], 2016, 2017, 2018).

Las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales ocurridos en una localidad determinada son de gran utilidad para la planificación y ejecución eficiente de las actividades de manejo del fuego (prevención, extinción y uso del fuego), toda vez que se obtiene la distribución de ocurrencias de los incendios y de las áreas quemadas en el tiempo y en el espacio.

Para llegar a planificar la prevención es preciso conocer el perfil de los incendios forestales, esto es, saber dónde, cuándo y por qué ellos ocurren. El conocimiento de las estadísticas referentes a los incendios forestales es, por tanto, fundamental para su control. La falta de información sobre los incendios puede llevar a dos extremos: gastos muy altos en protección, por encima del potencial de daño, o gastos muy pequeños, colocando en riesgo la sobrevivencia de los bosques (Soares, 1985; Soares y Batista, 2007). Una base para la prevención es una buena estadística de las causas de los incendios (Heikkilä, Grönqvist y Jurvélius, 2010).

1.2. Referencias bibliográficas

Anaya, J. A., y Rodríguez, J. L. (2017). Acciones para la prevención de incendios forestales en cinco rodales del Lote 7 perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Guisa. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(2), 181-193.

Boscardin, J., Costa, E. C., Delabie, J. H. C. y Garlet, J. (2014). Efeito do fogo sobre a riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas à *Pinus elliottii* Engelm. no sul do Brasil. *Ciência Florestal*,

- 24(4), 1027-1036. <https://www.redalyc.org/pdf/534/53432889022.pdf>
- Cardenas, L. (2010). *Incendios forestales*. Guadalajara, Jalisco-México: 3474, int 2. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- Carrasco, Y., Ramos, M., Batista, A., Cabrera, J. y Miranda, C. (2017). Estadísticas de incendios en la provincia de Pinar del Río, Cuba (1994, 2013). *Medio Ambiente y Ecología de Investigación*, 93-99.
- Comisión Nacional Forestal. (2010). *Incendios forestales* (3.ª ed.). Guía práctica para comunicadores. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- Comisión Nacional Forestal. (2007). *Documento didáctico para el curso Introducción a las quemas prescritas*. Elaborado por The Nature Conservancy y la Comisión Nacional Forestal. México. 58 pp.
- Díaz-Hormazábal, I. y González, M. E. (2016). Análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile. *Bosque (Valdivia)*, 37(1), 147–158. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000100014>
- Enríquez-de-Salamanca, Á. (2020). Contribution to Climate Change of Forest Fires in Spain: Emissions and Loss of Sequestration. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(4), 417-431. <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1673779>
- Gómez-González, S. (2013). Incendios forestales (2012). *Gayana Botánica*, 70(2), 405-407.
- Greenpeace. (2019). El año en el que los grandes incendios han evidenciado la emergencia climática. <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/comunicados/2019-el-ano-en-el-que-los-grandes-incendios-forestales-han-evidenciado-la-emergencia-climatica/>

Heikkilä, T. V., Grönqvist, R. y Jurvélius, M. (2010). *Handbook on Forest Fire Control. A Guide for Trainers*. Forestry Training Programme, Publication 21. Helsinki. 239 p.

Hernando, C. (2015). Prevención de incendios forestales: ¿Qué estudiamos? ¿Cómo transferimos el conocimiento? *Cuad. Soc. Esp. Cienc.*, 237-248.

Játiva, A. W. (2012). *Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito. Una amenaza integral a la sociedad y al medio ambiente*. Quito-Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7351/1/AC-IS-ESPE-047519.pdf>

Knelman, J. E., Graham, E. B., Ferrenberg, S., Lecoivre, A., Labrado, A., Darcy, J. L., Nemergut, D. R. y Schmidt, S. K. (2017). Rapid shifts in soil nutrients and decomposition enzyme activity in early succession following forest fire. *Forests*, 8(9), 347. <https://www.mdpi.com/1999-4907/8/9/347/pdf>

McKenzie, D., Shankar, U., Keane, R. E., Stavros, E. N., Heilman, W. E., Fox, D. G. y Riebau, A. C. (2014). Smoke consequences of new wildfire regimes driven by climate change. *Earth'sFuture*, 2(2), 35-59. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/2013EF000180>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Pazmiño, D. (2019). Peligro de incendios forestales asociado a factores climáticos en Ecuador. *Investigación y Desarrollo*, 10-18.

Quijije, J. (2014). *Sistema de prevención de incendios forestales en el área boscosa de Los Frailes del Parque Nacional Machalilla del cantón Puerto López. Jipijapa* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa.

-
- Ramos, M. P., Carrasco, Y., Medina, C. A., Batista, A. C. y Tetto, A. F. (2017). Relación entre variables meteorológicas e incendios forestales en la provincia Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, **47**(3), 343-352. <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/50900/33615>
- Ramos, M. P., Díaz, C. P. y Cabrera, J. M. (2013). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la empresa forestal “Minas de Matahambre”, Pinar del Río, Cuba, de 2002 a 2011. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, **1**(2), 5. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5223124.pdf>
- Ramos, M. P. y Soares, R. V. (2004). Análisis comparativo entre los incendios forestales en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, **34**(2), 101-107.
- Ramos, M., Baque, M., Pionce, G., Jiménez, A. y Manrique, T. (2018). Programa de comunicación sobre prevención de incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador. *Perspectivas Rurales*, 91-115.
- Reyes, C. (2016). *Los patrones de distribución espacial y temporal de los incendios forestales en Almoloya de Juárez (2005-2015)* (Trabajo de grado). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Rodríguez, A. (2012). Cartografía multitemporal de quemas e incendios forestales en Bolivia: detección y validación post-incendio. *Ecología en Bolivia*, 53-71.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). *Informe de situación*. Centro Integrado de Seguridad Samborondón, Ecuador. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Informe-de-Situaci%C3%B3n-Incendios-Forestales_15122016_111.pdf
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2017). *Informe de Situación - Incendios Forestales*. Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos; Samborondón, Ecuador. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/Informe-de-Situaci%C3%B3n-INF_15122017_15h15.pdf

- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). *Informe de Situación - Incendios Forestales a nivel nacional 2018*. Informe No. 5. Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos; Samborondón, Ecuador. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/SITREP-5-Informe-de-Situaci%C3%B3n-SGR-2018-031008.pdf>
- Soares, R. V. (1985). *Incendios florestais. Controle e uso do fogo*. Fundacao de Pesquisas Florestais do Paraná, 213.
- Soares, R. V. y Batista, A. C. (2007). *Incêndios florestais: controle, efeito e uso do fogo*. Curitiba, Paraná, Brasil: Universidade Federal do Paraná.
- Souto, P. C., Costa Júnior, J. E., de Almeida, F. C., Martins, S., de Araújo, I. E. L. y Souto, J. S. (2009). Quantificação do material combustível em plantios florestais e em remanescente de Mata Atlântica no brejo da Paraíba, Brasil. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 6(3), 473-481. <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenharia-ambiental/viewissue.php?id=13>
- Torres, F. T. P., Ribeiro, G. A., Martins, S. V. y Lima, G. S. (2011). Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. *Revista Árvore*, 35(1), 143-150. www.scielo.br/pdf/rarv/v35n1/17.pdf
- Van Lierop, P., Lindquist, E., Sathyapala, S. y Franceschini, G. (2015). Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. *Forest Ecology and Management*, 352, 78-88.
- Westerling, A. L. y Bryant, B. P. (2008). Climate change and wildfire in California. *Climate Change* (87).
- Whelan, R. J. (1995). *The Ecology of Fire*. Cambridge University Press. Cambridge. Nueva York, 346 pp.

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

II. MARCO REFERENCIAL

Autor

Marcos Pedro Ramos Rodríguez



“La captura del fuego por el género Homo cambió para siempre la historia del planeta. Ninguna otra cosa dio tanto poder a los homínidos, y tampoco otras tecnologías humanas han influenciado el planeta tan larga y poderosamente”

Pyne (1995)

Las investigaciones que se presentan en este texto tratan de una forma u otra el comportamiento histórico de los incendios forestales. En este apartado se presentan elementos que sustentan dichas investigaciones desde el punto de vista conceptual, teórico, histórico, institucional y legal.

2.1. Incendios forestales

Existen varias definiciones de incendios forestales, fenómenos conocidos también como incendios de vegetación o incendios de la cobertura vegetal. El término en unos países hace referencia solo a los incendios que ocurren en bosques mientras que en otros se incluye en la definición a los que ocurren en cualquier tipo de vegetación la cual no estaba previsto que se quemara. A continuación, se muestran algunos conceptos.

Incendio forestal es un término utilizado para definir un fuego incontrolado que se propaga libremente y consume los diferentes tipos de materiales combustibles existente en el bosque (Soares, 1985). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1986), define al incendio forestal como aquel fuego que ocurre sobre vegetación silvestre excepto los fuegos bajo prescripción.

Un incendio forestal es una combustión no controlada que se propaga libremente consumiendo los combustibles naturales de un bosque, tales como: litera, gramíneas, ramas, hojas, troncos caídos y hasta la vegetación viva dependiendo de la intensidad (Batista, 1990).

Los incendios que afectan a toda la cobertura vegetal, pueden ser definidos como perturbaciones ecológicas cuyos efectos son discretos o difusos, graves o destructivos, y tienen su origen en fuegos de origen natural o antrópico, cuya dinámica responde básicamente a la concurrencia simultánea de tres o más parámetros de ignición, en un mismo escenario, tales como: tipo de vegetación, combustible, oxígeno, ambientes meteorológicos, topografía, actividades que se desarrollan, entre otras (Armenteras, *et al.*, 2011).

Un incendio forestal puede definirse como aquel fuego que ocurre sobre vegetación silvestre excepto los fuegos bajo prescripción (Díaz, 2011). Se considera incendio forestal al fuego que se propaga sin control por un terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, ya sea espontáneamente o bien procedentes de siembra o plantación y cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas (Aguirre, 2013).

Los incendios de la vegetación pueden definirse, según Pausas (2012), como incendios (sean de origen natural o antrópico) que ocurren en los ecosistemas terrestres y que se propagan por la vegetación, sean bosques o de cualquier otro tipo (sabanas, matorrales, pastizales, humedales, turberas, etc.).

En Ecuador se entiende como incendio forestal al fuego que se extiende sin control sobre todo tipo de vegetación natural o plantada, en áreas naturales o rurales, producido por la acción del ser humano o causado por la naturaleza; ocasionando serios daños ambientales, climáticos, económicos y sociales, en detrimento del patrimonio natural. No se consideran incendios forestales las quemadas controladas para la eliminación de residuos agrícolas y quemadas prescritas (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [R-COA], 2019).

Para que exista un incendio forestal no basta con que se inicie el fuego, sino que además debe haber propagación. Ésta será muy distinta dependiendo del tipo de vegetación que se esté quemando. El estudio de la propagación del incendio, en función del combustible que arde, es lo que se conoce como combustibilidad (Gobierno de la República de Panamá / Ministerio de Ambiente / Organización Internacional de las Maderas Tropicales, 2015).

Un incendio forestal no debe ser confundido con una quema controlada, que es la utilización de fuego en un área, bajo determinadas condiciones de clima como son: humedad del combustible, velocidad del viento, temperatura del aire entre otras, lo cual permite pronosticar la profundidad e intensidad del calor y la velocidad de propagación necesaria para favorecer cierto objetivo de manejo (Soares, 1985).

Los incendios de cobertura vegetal se desarrollan sin control ni límites preestablecidos, sobre terrenos caracterizados por alguna clase de cobertura vegetal: nativa, cultivada o inducida. La principal fuente de combustible es la vegetación viva o muerta y, por el alto riesgo que representa para los sistemas naturales o sociales, es necesario prevenirlos y, en caso de presentarse, extinguirlos. Este tipo de incendios no son un fenómeno nuevo en la historia de la Tierra, ni sus impactos potenciales siempre son negativos (Armenteras, *et al.*, 2011).

El problema de los incendios de cobertura vegetal se vuelve notorio cuando su recurrencia supera la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y altera de manera definitiva los procesos naturales que sirven de base para la producción de bienes y servicios ambientales. Podría afirmarse que hoy el fenómeno es la expresión de la degradación de los regímenes naturales del fuego en la mayor parte de los ecosistemas terrestres. Infortunadamente, durante décadas prevaleció una visión basada en supuestos equivocados como, por ejemplo: que en un fenómeno de origen fundamentalmente natural y de impactos locales restringidos a la vegetación, se puede considerar que la propia

.....

naturaleza tiene la capacidad para restaurar los ecosistemas afectados (Armenteras, *et al.*, 2011).

De acuerdo con Soares *et al.* (2017) la clasificación más adecuada para definir los tipos de incendios se basa en el grado de participación de cada estrato de combustible forestal desde el suelo mineral hasta la copa de los árboles, en el proceso de la combustión. En este caso los incendios son clasificados en subterráneos, superficiales y de copa:

- Incendios superficiales: Se propagan en la superficie del piso del bosque, quemando los restos vegetales no descompuestos, tales como hojas y ramas caídas, gramíneas, arbustos, en fin, todo material combustible hasta cerca de 1,80 m de altura. Esos materiales, principalmente durante períodos de seca, son bastante inflamables y por eso los incendios superficiales presentan propagación relativamente rápida, abundancia de llamas y mucho calor.
- Incendios subterráneos: Se propagan a través de las capas de humus o turba existentes sobre el suelo mineral y debajo del piso forestal. Esos combustibles son de textura fina, relativamente compactados y aislados de la atmósfera. Los incendios subterráneos ocurren generalmente en bosques que presentan acumulación de humus y en áreas anegadizas, tales como pantanos, que cuando se secan forman capas de turba debajo de la superficie. Debido al poco oxígeno disponible en la zona de combustión, en estos incendios el fuego se propaga lentamente, sin llamas y con poco humo.
- Incendios de copa: Estos incendios se caracterizan por la propagación del fuego a través de las copas de los árboles, independientemente del fuego superficial. Generalmente se considera incendio de copa aquellos que ocurren en combustibles encima de 1,80 m de altura. Con excepción de algunos incendios causados por rayos, todos los incendios de copa se originan de incendios superficiales. Estos incendios se propagan rápidamente, liberando gran cantidad de calor y tornando el combate extremadamente difícil.

2.2. Quemadas controladas y quemadas prescritas

La quema controlada es el uso del fuego para eliminar vegetación en forma dirigida, circunscripta o limitada a un área previamente determinada conforme a técnicas y procedimientos preestablecidos y con el fin primordial de mantener el fuego dentro de la línea de control perimetral instalada (Haltenhoff, 1998). La quema controlada, aunque ofrezca cierto riesgo e incluso algún temor entre los forestales, es el método más práctico, económico y eficiente de reducción del material combustible (Soares, 2000).

Haltenhoff (1998) define a la quema prescrita como la aplicación cuidadosa del fuego en un sector con vegetación que se desea eliminar, bajo condiciones ambientales que permitan mantener el efecto dentro de un área predeterminada y que, al mismo tiempo, sea posible lograr un comportamiento del fuego tal, que se obtengan precisamente los objetivos o beneficios perseguidos, con un mínimo de daños, y siempre a un costo razonable.

Quema prescrita es la aplicación de una quema en la que se tiene mucho cuidado. Se realiza según un plan técnico escrito, en el que se establecen las condiciones de acuerdo a los combustibles, meteorología y topografía del área a quemar. En el plan se establece la velocidad del viento, la temperatura, humedad relativa para estimar un comportamiento del fuego que sea apropiado para lograr nuestros objetivos (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, 2010).

En las quemadas prescritas se busca un fin concreto bajo una predicción del comportamiento del fuego, como promover la regeneración natural o disminuir la carga de combustibles en cierto porcentaje (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2009; Rodríguez-Trejo, 2015). En general, una quema de este tipo, además de desarrollarse bajo lineamientos de control, requiere un conocimiento detallado del área por quemar, del método y la técnica de quema que se utilizará, de los factores climáticos, la topografía y de los combustibles en el sitio

para que con la quema se alcancen los objetivos planteados (Ramos, 2010).

La prescripción es una herramienta que requiere objetivos bien definidos y cuantificables y gran experiencia en sus actores para tomar hábiles decisiones. Exige un profundo conocimiento de meteorología, combustible forestal, topografía, combate y comportamiento del fuego junto a un estudio profundo del área a quemar. Es una ciencia porque emplea conocimientos de climatología, física, química, etc. que dan noción del manejo del fuego y permiten la aplicación de sus principios en forma amplia a través de distintos ambientes y situaciones (Moscovich, Ivandic y Besold, 2010).

De acuerdo con las definiciones anteriores puede decirse que el uso del fuego por parte de los campesinos y productores agrícolas con el fin de reducir material combustible, son quemadas controladas, mientras que las quemadas prescritas implican un uso más técnico del fuego por parte de investigadores, así como de empresas especializadas o personas con la debida capacitación.

Según Ramos (2010), reduciendo el material combustible, se reduce la intensidad y la velocidad de propagación del fuego, facilitando el control de los incendios forestales. Existen diversas formas para remover parte del combustible forestal acumulado bajo los árboles. Pueden ser utilizados medios químicos, mecánicos u otras prácticas de manejo. No obstante, la quema controlada, en la mayoría de las veces, ha sido la mejor alternativa, fundamentalmente por su bajo costo.

2.3. Efectos del fuego en los ecosistemas forestales

Los efectos del fuego pueden ser positivos o negativos. Si son negativos, estarán relacionados con los daños o consecuencias negativas que producen. Si son positivos, estarán relacionados con sus beneficios o ventajas. 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, Goldemar, Wade y Soares, 1990). El fuego en un incendio forestal altera procesos biológicos y geoquímicos, afecta la cobertura vegetal del suelo, fauna, calidad de las aguas e incluso los gases emitidos modifican la composición de la atmósfera, generando gases de efecto invernadero tales como monóxido y dióxido de carbono (Body *et al.*, 2012).

Los efectos de los incendios son muy variados debido a los múltiples factores de los que depende el fuego: biomasa disponible, intensidad, que depende de la temperatura y duración, área quemada, tiempo desde el último incendio, tipo de suelo, humedad relativa, pendiente y vegetación. De esta manera se conforma en cada ecosistema un régimen de incendios concreto. Sin embargo, en un mismo ecosistema e incluso en el mismo incendio, la severidad, entendida como el grado de impacto en el ecosistema y efectos del fuego es diferente y resulta en un mosaico de manchas de vegetación y suelo que se recuperará con o sin rehabilitación y restauración posterior. Los efectos del fuego sobre la vegetación y los suelos son esenciales ya que influyen directamente sobre la evolución del resto del ecosistema (Body, Cerda, Mataix-Solera y Doerr, 2012).

Los efectos del fuego sobre la vegetación dependen de los factores intrínsecos que vienen definidos por el régimen del incendio, es decir, frecuencia, intensidad, tamaño, forma y época del incendio; además de las condiciones físicas del medio y de la vegetación afectada. Una incidencia reiterada de incendios puede ocasionar graves problemas ambientales, sobre todo en aquellos ecosistemas representados por biotopos sensibles a la erosión y lixiviación de nutrientes, así como aquellos biomas caracterizados por la presencia de la vegetación (Navarro, Olave, Hayas y Castillo, 2015).

La pérdida del potencial biótico es el impacto más importante de los incendios forestales y la consecuente desaparición de la vegetación da lugar a alteraciones en la biodiversidad. La transformación del com-

portamiento hidrológico de las cuencas y los impactos sobre las comunidades biológicas de los ecosistemas y los paisajes asociados, en muchas ocasiones constituyen una fuente peligrosa de plagas y enfermedades. Es posible corregir parte de estos impactos mediante técnicas de restauración de la vegetación y técnicas de restauración paisajista e hidrológica (Navarro *et al.*, 2015).

Los incendios forestales producen enormes daños ambientales. De éstos el más fácilmente apreciable es la pérdida de calidad paisajista debido a la destrucción de la cubierta vegetal y a una evolución de ésta hacia series regresivas. El efecto de los incendios sobre la fauna es la muerte de aquellos animales que no pueden escapar del fuego o el desplazamiento de otros por la pérdida de pastos y hábitats, el suelo se ve afectado por la alteración de la estructura edáfica y el aumento del riesgo de degradación provocando la pérdida del suelo fértil y el avance de la erosión (Navarrete, Reina y Oberhuber, 2007).

En principio, podría decirse que los incendios de la cobertura vegetal afectan la vegetación a través de la combinación de procesos físicos de radiación, convección y conducción, estableciendo distintos escenarios de perturbación para las especies vegetales, cuyos efectos pueden ser catastróficos o tolerables según los grados de adaptación que ellas tengan frente al fuego, lo mismo que a la severidad, intensidad, velocidad y frecuencia con que éste se presente, aunque en condiciones extremas todos los individuos son totalmente vulnerables (Parra-Lara y Bernal-Toro, 2010).

Los incendios forestales tienen muchas repercusiones sobre la diversidad biológica. A escala mundial, son una fuente importante de emisión de carbono, contribuyendo al calentamiento mundial que podría modificar la biodiversidad. En los planos regional y local, modifican el volumen de biomasa, alteran el ciclo hidrológico con consecuencias sobre sistemas marinos como los arrecifes de coral, e influyen en el comportamiento de las especies vegetales y animales. El humo procedente

de los incendios puede reducir notablemente la actividad fotosintética (Davies y Unam, 1999) y perjudicar la salud de los seres humanos y de los animales (Nasi *et al.*, 2001).

Body *et al.* (2012) aseguran que el fuego causa variaciones en la fauna, suelo y vegetación, y a su vez produce efectos negativos en los procesos hidrológicos y geomorfológicos, calidad de las aguas e inclusive en la composición de la atmósfera; sin embargo, hay especies vegetales que presentan continuas adaptaciones dirigidas a resistir y propagar el fuego, incluso han desarrollado mecanismos reproductivos y ciclos vitales que dan ventaja a la especie cuando el fuego está presente.

Los incendios forestales son sucesos que traen consigo secuelas negativas para los ecosistemas, tales como: disminución de biodiversidad, transformación del paisaje, disminución del área de captación de agua de lluvia, migración o muerte de fauna silvestre, contaminación del aire por humo, y degradación de los suelos. Sin embargo, estos siniestros también pueden ser benéficos ya que muchos ecosistemas dependen del fuego para su regeneración (Capulín, Mohedano y Razo, 2010).

El suelo, además de ser el soporte y la fuente de nutrientes de la vegetación y la fauna, es un bien escaso, sobre todo en los terrenos forestales, donde los suelos por lo general tienen muy reducida su fertilidad y es un bien difícilmente recuperable, de modo que la degradación de sus características iniciales físicas, químicas y biológicas, y sobre todo la pérdida de sus partículas más finas y de los nutrientes por la erosión hacen que tenga un proceso de regeneración extremadamente lento (Pérez-Verdín, Márquez-Linares, Cortés-Ortiz y Salmerón-Macías, 2013).

2.4. Comportamiento histórico de los incendios forestales

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 (Comité de Lucha contra Incendios Forestales [CLIF], 1997). Además, ésta permite crear una extensa base de datos, que constituye una herramienta básica e imprescindible para la planificación, tanto en prevención como en extinción de incendios forestales. Para poder elaborar una estadística correcta, que permita obtener conclusiones válidas, es preciso que la información de partida sea real y completa (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012).

Los incendios forestales surgen y se desarrollan mostrando determinadas regularidades impuestas en lo fundamental por las condiciones meteorológicas, el combustible, las causas de su origen y la topografía. Comprender estas regularidades ayuda a entender el fenómeno para planificar su manejo (Ramos y Soares, 2004).

Los incendios forestales son fenómenos muy relacionados con variables espaciales (combustibles, topografía, causas) y temporales (condiciones meteorológicas). Las primeras se caracterizan por su permanencia en el tiempo y las segundas, por su variación cíclica. De acuerdo con lo anterior el comportamiento del fuego a través de un período debe ser similar para determinados espacios y tiempos. Debido a esto, hacer un análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministra la información necesaria para planificar su prevención científicamente fundamentada. Esto es posible por el análisis de las estadísticas de los incendios ocurridos en un cierto lugar y en un determinado período de tiempo (Ramos, 2010).

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 sea la eficiencia del equipo de combate, menor es la extensión del área quemada (Batista y Soares, 1997).

Por su parte Heikkilä *et al.* (2010) plantean que una base para la prevención es una buena estadística de las causas de los incendios y agregan 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.

La existencia de bases de datos con las cifras de incendios forestales en sus variables básicas, es fundamental para poder llevar a cabo cualquier tipo de estudio. Estas bases de datos permiten desarrollar una estadística de incendios, lo que constituye una potente herramienta de análisis de resultados que permite obtener, mediante cruces de campos, conclusiones sobre numerosos aspectos de la prevención contra incendios susceptibles de ser actualizados y mejorados. Toda estadística de incendio constituye una fuente de información de enorme valor para el estudio y análisis de la evolución temporal de diferentes aspectos de los incendios forestales, como son: su ocurrencia, superficie y tipo de vegetación afectada, el foco o lugar de inicio, las condiciones meteorológicas en el momento de inicio y las causas, entre otros. El estudio de la tendencia temporal de cada uno de estos factores junto con los datos recabados, aportados por los horizontes previstos de cambios climáticos, ponen sobre la mesa toda la información necesaria para crear modelos de predicción del comportamiento de los incendios forestales provocados por el cambio climático (Moreno, 2010).

Según Heikkilä *et al.* (2010) 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?

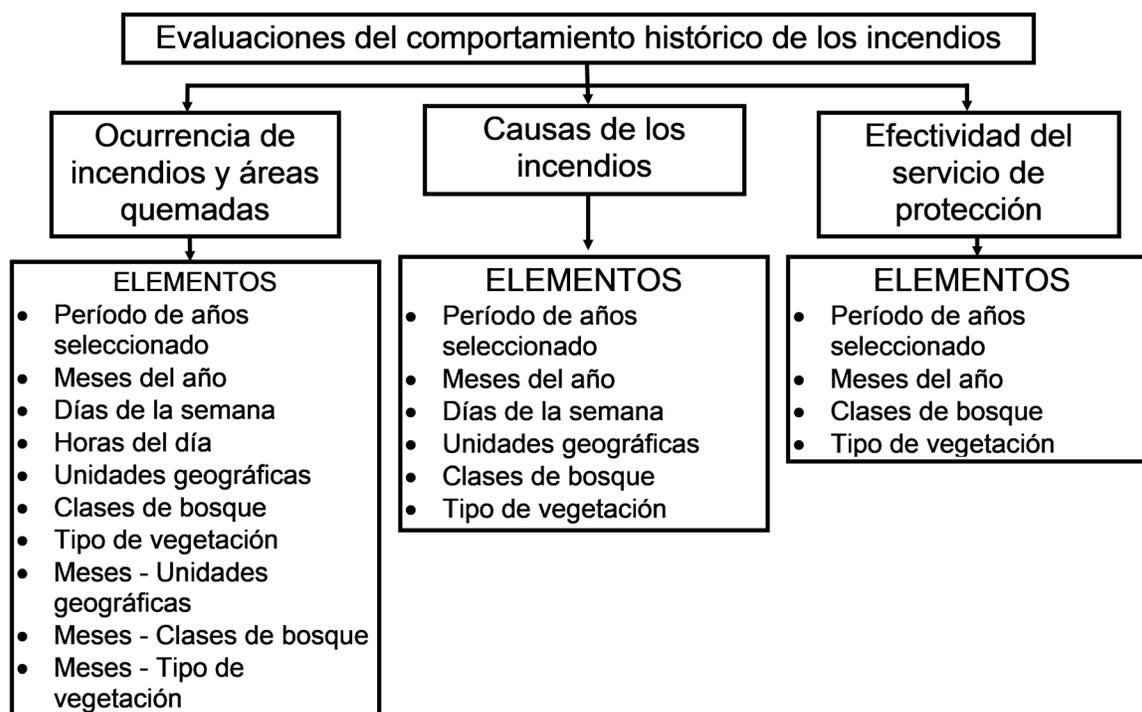
Para mayor eficacia de la prevención de incendios forestales, planes regionales o locales, especificando las técnicas más adecuadas y viables, pueden ser establecidos. Para esto son necesarias algunas informaciones y estadísticas sobre la ocurrencia anterior del fuego y aspectos generales del área con el fin de establecer con más 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).

Los elementos metodológicos necesarios para evaluar correctamente el comportamiento histórico de los incendios forestales se resumen en la figura 1. Estos elementos (Ramos, 1999), los más importantes desde el punto de vista de las informaciones que suministran, tienen en cuenta el carácter espacio-temporal de los incendios forestales. Al desarro-

llos se trata de dar respuesta a preguntas tales como:

- ¿Cuál ha sido la tendencia del número de incendios y de las áreas quemadas en los últimos años?
- ¿Cuándo y dónde ocurren los incendios forestales?
- ¿Cuándo y dónde se quema mayor cantidad de área cubierta de bosques?
- ¿Cuáles son las causas más frecuentes de incendios forestales?
- ¿Cuándo y dónde se presentan con mayor frecuencia cada una de estas causas?
- ¿Cuál es la eficiencia del servicio de protección contra incendios forestales?
- ¿Cuándo y dónde es menos eficiente el servicio?

Figura 1. Elementos metodológicos a considerar para realizar las evaluaciones del comportamiento histórico de los incendios forestales.



Nota. Adaptado de *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales* (Ramos, M. P. 1999).

En la figura 1 se entiende por unidades geográficas a localidades (recintos, parroquias, cantones, provincias) existentes en el área objeto de estudio en las cuales pueden existir comportamientos diferentes. Las clases de bosques hacen referencia a bosques naturales y plantados, mientras que tipo de vegetación pueden ser cultivos agrícolas, pastizales, páramos, ciénagas, bosques o especies. En el caso de las ocurrencias de incendios y áreas quemadas los tres últimos elementos indican la necesidad de hacer análisis bivariados. Los indicadores a considerar en el caso de la efectividad del servicio de protección contra incendios forestales se tratan en el título 2.6.1. de este texto.

Para el registro de las estadísticas de los incendios de vegetación cada país utiliza diferentes modelos, los que son conocidos en Guatemala (Ramos, 2004) como boletas de incendios, las cuales son llenadas para incendios en áreas agrícolas y posteriormente se cuantifican junto a las de los incendios forestales. Según Ramos (1999) en Cuba esos modelos se conocen como actas de incendios, mientras que en España (ADCIF, 2013) como parte de incendio forestal el cual incluye los datos generales del incendio y los datos particulares del monte afectado por el incendio.

En el caso de Cuba las actas de incendios recogen informaciones tales como localización, fechas, quiénes y cómo hicieron la detección, causas del surgimiento, condiciones de peligro, tipo de incendio, medios utilizados en la extinción, datos sobre el bosque afectado, técnicas de extinción, pérdidas económicas, observaciones y se incluye un croquis del área (Ramos, 1998).

En Ecuador se utilizan bitácoras o libros de incidencias donde se anotan algunos detalles de cada una de las emergencias en que participa el Cuerpo de Bomberos. No obstante, las mismas son incompletas. En consecuencia, se consideró oportuno incluir en los anexos de varias de las investigaciones que se presentan en este texto, la propuesta de acta de incendios que se presenta a continuación:

ACTA DE INCENDIO FORESTAL

**SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS
CUERPO DE BOMBEROS - DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

Incendio número: _____ **Año:** _____

1. Localización:

Provincia: _____ Municipio: _____

Cantón: _____ Parroquia: _____

Comunidad/Sitio: _____

Coordenadas cartográficas: X _____, Y _____

2. Fechas y tiempos:

Actividades	Día	Mes	Hora	Día de la semana
Detección				
Llegada de las primeras fuerzas y medios				
Llegada de los primeros medios aéreos				
Extinción total				

3. Detección:

Detectado por		Avisó a	
Transeúnte		ECU 911	
Campeño		Cuerpo de Bomberos	
Trabajadores forestales		Autoridades municipales	
Avión de patrullaje			
Torre de observación			

4. Causa del incendio:

Rayos		Negligencias			Tipo de negligencia	
Accidente		Intencional			Fumadores	
Desconocida		Otras			Quema agrícola	
					Quema de potreros	
					Trabajos forestales	
Otra negligencia:						

Causante:

Identificado ___ No identificado ___

5. Condiciones de peligro:

Datos meteorológicos			Topografía	
Días desde la última lluvia			Exposición (solana)	
Temperatura máxima (°C)			Exposición (umbría)	
Humedad relativa (%)			Pendiente (%)	
Velocidad del viento (km/h)			Terreno llano	
			Terreno ondulado	
			Terreno montañoso	

6. Tipo de incendio:

Subterráneo ___ Superficial ___ De copa ___

7. Fuerzas y medios utilizados en la extinción:

Transporte		Personal	Cantidad
Ninguno		Bomberos	
Vehículos ligeros		Propietarios y trabajadores	
Camiones		Vecinos	
Helicópteros		Fuerzas Armadas	
Tractores		Policía Nacional	
		Voluntarios organizados	
		Voluntarios espontáneos	
Medios pesados		Medios ligeros / herramientas	
Autobombas		Motosierras	
Motoniveladoras		Antorcha de goteo	
Bulldócer		Mochila de extinción	
Tractores		Herramientas especializadas	
Tanqueros			

8. Datos sobre la vegetación afectada:

Tipo de vegetación		Superficie (ha)		Clasificación del bosque		Superficie (ha)
Agrícola				Natural		
Forestal				Plantación		
Potrero o pastizales				Estatal		
Ciénaga				Privado		
Caña guadua				De producción		
Frutales				Protector		
Arbustos				Áreas experimentales		

Especies forestales afectadas: _____

.....

INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO DEL ACTA

Instrucciones generales:

Para todos los incendios se llenará solo un Acta de Incendio. Si el incendio ha afectado a varios términos municipales hace el acta el municipio donde se originó el incendio. En estos casos se anexarán las observaciones correspondientes, en las que se indicará esta situación.

En caso de que un incendio se origine en una provincia y se extienda a la provincia colindante, debe rellenarse un Acta de Incendios por cada provincia afectada, aunque se trate del mismo incendio. Cada parte incluirá la superficie del incendio que afectó a la provincia a la que se refiere el parte.

Hacer los estudios necesarios y el llenado del acta durante los 15 días hábiles posteriores a la completa extinción del incendio.

Instrucciones específicas:

1. Localización:

Provincia:	Indicar la provincia donde se ha producido el incendio.
Municipio:	Indicar el nombre del municipio donde se inició el fuego. Si se originó en otra provincia u otro país, se debe hacer constar en las observaciones el nombre de otra provincia o el del país de origen del incendio.
Cantón:	Indicar el cantón. Esto se puede llenar días después.
Parroquia:	Indicar la parroquia. Esto se puede llenar días después.
Comunidad/Sitio:	Indicar estas entidades.
Coordenadas cartográficas:	Deben ser las del lugar donde se inició el incendio.

2. Fechas y tiempos:

Este cuadro contempla la fecha y la hora de detección del incendio, la hora de llegada de las primeras fuerzas y medios de extinción por tierra, la de llegada de los primeros medios aéreos, así como la fecha y hora a la que el incendio se dio por extinguido. En caso de que no haya habido intervención de medios aéreos, se dejarán en blanco las

correspondientes casillas de fecha y hora de llegada. Es importante apuntar la hora con la mayor exactitud posible, evitando redondear los tiempos. Recuerde que no existe la hora 24h01, caso en el cual lo correcto sería 00h01.

3. Detección:

En este caso se debe registrar quién detectó el incendio y a dónde avisó. Coloque una x sobre la celda correspondiente. En los dos casos puede agregar otros diferentes a los que están en la tabla.

4. Causa del incendio:

Debe marcar una única causa de incendio con una x sobre la celda correspondiente. En “otra negligencia” se incluirá alguna diferente a las que aparecen en la tabla. Si se selecciona “causa desconocida” debe justificarse esto en las observaciones. Úsese esta clasificación como última alternativa, después de realizar las investigaciones correspondientes.

Siempre se anotará el causante del incendio. Si es una persona y ha sido identificada, debe ponerse su nombre. Si no fue una persona se escribe la causa identificada.

5. 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 próximas al área donde ocurrió el incendio o con la ayuda de un kit o medidor meteorológico de bolsillo.

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.

.....

6. Tipo de incendio:

Debe marcarse con una x la opción u opciones que mejor recojan el desarrollo del fuego durante el incendio.

7. Medios utilizados en la extinción:

En todos los casos se marcará con una x la o las celdas que correspondan. También se podrán adicionar otros que no estén en las tablas. Transporte, se refiere al utilizado para llegar al incendio.

8. Datos sobre el bosque dañado:

Si el incendio ocurre en tipo de vegetación forestal, se debe marcar con una x la o las clasificaciones del bosque que correspondan. Deben señalarse las especies forestales afectadas. Si el bosque es natural se anotarán solo las más frecuentes.

Para determinar la superficie afectada por el fuego debe hacerse un recorrido por el perímetro del área quemada y marcar varios puntos con un GPS para posteriormente determinar el área.

2.5. Surgimiento y propagación del fuego

El surgimiento del fuego se simboliza por el triángulo del fuego o de la combustión el cual integra al calor producido por una causa, el oxígeno y el material combustible. La propagación del fuego, por su parte, es representada por un triángulo en cuyos lados se ubican las condiciones meteorológicas, la topografía y el combustible.

La propagación es el fenómeno que convierte el proceso elemental de combustión en un incendio, ya que el desplazamiento en el espacio es esencial para que un fuego lo sea. Esta propagación del fuego en el bosque estará determinada por la acción de leyes físicas y químicas relacionadas con la producción y transmisión del calor, afectadas por los tres factores del triángulo de la propagación (Ramos, 2010).

2.5.1. Causas de los incendios forestales

La mayoría de incendios en la zona tropical son programados intencionalmente para el desmonte y conversión de la tierra, por la agricultura de tala y quema y por incendios provocados; por lo tanto, son incendios de uso de suelo. Existe una relación muy bien establecida entre el fuego y el uso prehistórico del suelo especialmente para la agricultura en los biomas forestales. En épocas de sequía los incendios provocados por quemas son más frecuentes, puesto que escapan a los límites establecidos y la zona se vuelve más propensa a los incendios si las condiciones de sequía se mantienen, tal como sucede generalmente en las comunidades rurales (Rodas, 2015).

El riesgo relacionado con los incendios forestales, debe ser comprendido desde su génesis como un riesgo de origen natural y a la vez antrópico. Sus causas pueden estar vinculadas a la presencia de vegetación seca con alta incidencia de combustibilidad, relacionadas con factores meteorológicos como sequías prolongadas o descargas eléctricas por rayos y la topografía del sitio. La mayoría de sus causas están relacionadas con factores antrópicos y actividades agrícolas en las áreas rurales (Estacio y Narváez, 2012).

El único elemento meteorológico que puede causar directamente un incendio es el rayo. Su efectividad como agente desencadenador depende del contenido de humedad de los combustibles. El rayo ioniza el aire y lo hace conductor, con múltiples corrientes de retorno entre el suelo y la nube. El combustible suele ser un árbol muerto en pie o un tocón seco que arde sin llamas y puede pasar inadvertido durante bastante tiempo, hasta que un viento posterior lo aviva. Cuando se declara un incendio forestal se desencadenan fuertes movimientos ascendentes de aire y se forma una auténtica nube de cenizas, hollín y pavesas que se dispara hacia arriba (6 kilómetros y más) alimentada por un torbellino de fuego. Si existe viento en los niveles superiores, las pavesas ardientes se dispersan delante del fuego y, al caer encendidas, provocan nuevos incendios explosivos que aparecen algunos kilómetros por delante. El penacho de humo y pavesas que asciende dentro de la atmósfera recuerda una erupción volcánica en miniatura. Si la atmósfera está inestable el humo sube vertical, si hay inversión térmica en altura, el humo se extiende como un hongo o yunque de fragua (García de Pedraza y García, 1987).

Desde una perspectiva ecológica, los incendios que se inician naturalmente y aquellos que la gente prende y que refuerzan los ciclos naturales del fuego, son beneficiosos y ayudan a mantener la vida en los ecosistemas que han evolucionado con el fuego. El fuego también puede ser dañino, especialmente en ecosistemas compuestos por plantas y animales que no poseen las adaptaciones que le permiten sobrevivir o aprovechar al fuego, lo que aumenta la degradación del suelo por la erosión, el transporte de sedimentos y la desertificación (Montecino y Pacheco, 2017).

Las causas que dan origen a los incendios, son la base para desarrollar modelos de gestión de riesgos de incendios para poder disminuir el número de eventos y consecuentemente las superficies afectadas (Castellnou, Pagés, Miralles y Piqué, 2009).

El uso del fuego en la agricultura y especialmente en la actividad ganadera es la causa principal del origen de los incendios forestales. La mayoría de estos incendios no se deben a motivos desconocidos ni negligencias, se puede afirmar que existe intencionalidad encubierta en casi todos los casos (Vélez, 2000).

2.5.2. Condiciones meteorológicas

El tiempo atmosférico, es decir, las condiciones meteorológicas, son el estado momentáneo de la atmósfera en un lugar determinado. Serían la temperatura del aire, la humedad relativa, la estabilidad, la precipitación, la velocidad y dirección de los vientos, en un momento determinado.

La posibilidad y la frecuencia de ocurrencias de los incendios forestales están íntimamente relacionadas con las condiciones meteorológicas. Por este motivo el conocimiento de algunas variables meteorológicas es de gran importancia en la prevención de los incendios. A través de las variables meteorológicas se pueden identificar los días o épocas de mayores probabilidades de ocurrencia de incendios y con esas informaciones, tomar medidas técnicas y administrativas para reducir el potencial de daños del fuego (Soares, Batista y Tetto, 2017).

En relación con los incendios forestales, es de gran interés el conocimiento de algunos elementos meteorológicos tales como temperaturas elevadas, baja humedad relativa, días consecutivos sin lluvia, cantidad de precipitación recogida, dirección y velocidad del viento (García de Pedraza y García, 1987). La precipitación y la temperatura son las variables que más influyen en los incendios, a través de su relación con la disponibilidad e inflamabilidad de los combustibles, que a su vez varían según el ecosistema y el tipo de régimen de fuego (Westerling y Bryant, 2008).

La meteorología, sobre todo el viento (que además de acelerar la sequedad del combustible facilita que una ignición inicial se propague,

aportando oxígeno a la combustión), especialmente si es seco y la humedad. Cuanta menor humedad tenga el combustible, menos energía hay que emplear en evaporarla y más rápida es la propagación. La estabilidad de la atmósfera también tiene un papel importante en la propagación (Mérida, 2000).

2.5.3. Topografía

El término topografía se refiere a las características físicas de la superficie de la tierra. El conocimiento de la topografía es importante para comprender el comportamiento del fuego (Heikkilä *et al.*, 1993). Se acostumbra decir que la topografía hace al clima y determina el tipo de combustible en un área determinada. Considerándose que el comportamiento del fuego es, en gran parte, el resultado del clima y del combustible disponible, puede decirse que la topografía dicta el comportamiento del fuego (Batista, 1990). La topografía modifica a los otros componentes del triángulo de la propagación (condiciones meteorológicas y materiales combustibles).

La topografía afecta profundamente las características de los vientos, particularmente los vientos conectivos. Además de esto, es la responsable de la localización de los diversos tipos de combustibles, teniendo influencia sobre su crecimiento e inflamabilidad debido a sus efectos sobre el clima. La topografía debe ser analizada bajo cuatro aspectos: relieve, altitud, exposición y pendiente (Ramos, 2010).

Altitud: las partes superiores de las cordilleras tienen mayor precipitación que las inferiores; exposición: en las laderas con orientación de solana tienen mayor temperatura y, como consecuencia, menor humedad relativa y menos cantidad de agua que la de umbría. El relieve de una montaña influye en el comportamiento del viento: una cumbre redondeada altera en bajo grado el flujo del aire, mientras que una cumbre abrupta origina turbulencias con numerosos remolinos a sotavento (Nasi, Dennis, Meijaard, Applegate y Moore, 2017). La exposición se refiere a la orientación o posición de las laderas o pendientes. Este

factor incide en el comportamiento del incendio por las variaciones del viento y radiación solar que reciben dichas laderas (Julio y Giroz, 1975).

Según Játiva (2012) el relieve influencia los regímenes de vientos y el microclima. Los terrenos montañosos presentan la máxima fricción a los vientos y obstaculizan su movimiento. Así mismo, Bordón (2015) describe que la pendiente, sería el principal factor, pues con pendiente fuerte se acelera la propagación, ya que los combustibles están más cerca de las llamas. El precalentamiento del combustible es más rápido, donde la velocidad del viento aumenta y se desarrolla rápidamente la columna de convección.

2.5.4. Material combustible

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 (Batista y Soares, 1997). También forma parte del triángulo de la propagación. Todo lo que se encuentra en el bosque, es combustible (Ramos, 2010). Se entiende por combustibles forestales a todos aquellos materiales vegetales que se encuentran en zonas rurales, como bosques, matorrales, praderas, pastizales, susceptibles de encenderse y que permiten la propagación del fuego a través de ellos (Pérez, 2006).

Los combustibles vegetales del monte pueden ser ligeros (hierbas, hojas, pinochas, ramillas, piñas), que se inflaman con gran facilidad cuando están secos, o pesados (troncos, ramas, matorral, tocones), que tardan más en inflamarse y en arder. Como medidas preventivas de carácter pasivo, para evitar la iniciación o propagación del incendio forestal, se realizan las barreras cortafuegos, que son franjas o cortes dentro del bosque que se mantienen limpias y sin vegetación (Esparza, 2015).

Como parte del manejo del fuego, es necesario el conocimiento de las propiedades físicas de los combustibles forestales, ya que se trata de variables necesarias para modelar el comportamiento del fuego y sus efectos potenciales, como son las emisiones. Ejemplos de estas propiedades son: disposición de los materiales combustibles (superficial, subterránea o aérea), continuidad horizontal y vertical, peso, estado de descomposición, tiempo de retardo, carga, tamaño del combustible, relación superficie/volumen, compactación, contenido de humedad y densidad básica, entre otras (Sandberg, Cushon y Ottmar, 2001).

Ciertas clasificaciones de los combustibles forestales se deben a sus propiedades físicas, debido a la importancia de éstas en la combustión. Una propiedad física es aquella característica de la materia que al ser observada o medida no altera su composición química. En los combustibles forestales, la medición de estas propiedades es de importancia en la estimación del comportamiento del fuego durante la planeación, manejo y combate de los incendios (Martínez, 2016).

Los combustibles son el único elemento que el hombre puede manipular, por lo que es necesario conocer su carga, así como su calidad y distribución. La falta de información sobre la cantidad de biomasa forestal, ocasiona que se tomen malas decisiones para la ejecución de estrategias de manejo de incendios forestales. Al respecto, las actividades preventivas juegan un papel preponderante en la protección de los recursos, por lo que debe registrarse la acumulación de material vegetativo en el piso del bosque, con el propósito de determinar la intensidad potencial del incendio y establecer áreas prioritarias de atención. Así mismo, los datos sobre disponibilidad y distribución de los combustibles permiten apoyar propuestas referentes a su control y combate, además de ser esenciales para la implementación de modelos que simulen el comportamiento del fuego, con base en los cuales se formulen planes y se haga la asignación adecuada de los recursos financieros para tales propósitos (Xelhuantzi, Flores y Chávez, 2011).

2.6. Protección contra incendios forestales

La protección contra incendios forestales incluye todas las acciones adoptadas para limitar los efectos adversos, de carácter ambiental, social, político, cultural y económico, de los incendios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006). Es el conjunto de actividades dedicadas a reducir los daños ocasionados por incendios forestales, estas son prevención, presupresión, combate y uso racional del fuego para labores silvoagropecuarias (Toledo, 2017).

La Corporación Nacional Forestal (Conaf) ha creado los planes de protección con el fin de establecer una conciencia a la sociedad, elaborando diversas formas de prevenir y mitigar la ocurrencia de estos incendios, ya sea por medios televisivos y/o de afiches publicitarios, estableciendo una labor de prevención dentro de la comunidad urbana y rural. Un plan de protección contra incendios forestales corresponde a la planificación, cuyo objetivo es minimizar la ocurrencia y el daño de los incendios forestales de una determinada superficie (Acuña, 2008).

Julio (1992) señala que en un plan de protección contra incendios forestales deben describirse los problemas respecto a la ocurrencia, propagación y daños de los incendios forestales, las condiciones y circunstancias en que ellos se presentan y las medidas necesarias a realizar para resolverlos, así como el monto, la calidad y organización de los recursos que se deben disponer para el cumplimiento de los objetivos del manejo del fuego.

Un análisis global de los incendios forestales debe tomar en cuenta los numerosos elementos que lo constituyen y que de una u otra forma influyen en él: normativas, usos del suelo, factores sociales y, desde luego, la aportación científico- tecnológica. Es fácil intuir la causa por la cual en la actualidad se carece del control de este fenómeno: una gran complejidad que involucra a múltiples factores de difícil prevención (Zárate, 2004).

Un plan de protección contra incendios forestales corresponde a la organización, cuyo objetivo es minimizar la ocurrencia y el daño de los incendios forestales. En él se describen los problemas relacionados a la ocurrencia, propagación y daños de los incendios, el medio y la disposición necesaria para solucionarlos, así como también el monto, la calidad y distribución de los recursos que se deben disponer para el cumplimiento de los objetivos planteados (Julio, 1992).

Myers (2006) asegura que es necesario capacitar a las comunidades, organizarlas y equiparlas para que puedan suprimir incendios indeseables o proporcionarles las herramientas y la información necesaria para que aumenten su capacidad en la prevención de incendios.

2.6.1. Eficiencia de la protección contra incendios forestales

Las dos actividades clásicas de un sistema de protección contra incendios forestales son la prevención y la extinción. A través de la prevención se reducen o eliminan tanto las fuentes de fuego de naturaleza humana, como las fuentes de propagación del fuego. Se consigue de esta forma reducir la ocurrencia y dificultar la expansión del fuego. A través de la extinción se evita que los incendios iniciados, quemem grandes áreas. Estas actividades se desarrollan muy interrelacionadas, por esto es más común evaluar la eficiencia del sistema de protección en su conjunto (Ramos *et al.*, 2014).

Según Soares (1992), mientras más eficiente sea la protección contra incendios en las áreas forestales, menor será la relación entre el área media quemada por año y el total del área protegida. La relación óptima en un eficiente sistema de protección debe quedar en torno al 0,05 %, pudiendo llegar hasta 0,10 % en áreas de alto riesgo de ocurrencias o de vegetación extremadamente inflamable.

Para la evaluación de la efectividad de la protección contra los incendios pueden utilizarse los indicadores siguientes, modificados de Ramos (1999):

- Densidad de incendios: expresa el número medio de los incendios ocurridos por cada 1 000 ha de superficie.
- Media del área quemada por incendio: es la media de las hectáreas quemadas por incendio.
- Mediana del área quemada por incendio: esta variable define el tamaño del incendio típico ocurrido, no estando afectado por los valores extremos de la distribución, como ocurre en el caso del área quemada media por incendio.
- Densidad de afectaciones: en este caso es la media aritmética del área quemada por cada 1.000 ha de superficie.
- Número de “grandes incendios” que han ocurrido por 1 000 ha: Aquí se limita el número de los incendios ocurridos por 1 000 ha de superficie a aquellos que por su tamaño han resultado menos frecuentes en el territorio.
- Máxima área quemada por un incendio: Se refiere al mayor incendio ocurrido. Indica la máxima severidad desarrollada por el fuego en el tiempo y en el espacio.

Otro indicador a tener en cuenta es el tamaño de los incendios, lo cual según Soares (1985) 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.

Los incendios forestales son un fenómeno espacio temporal, por eso es importante hacer cada análisis precisamente en estos dos contextos, lo cual permitirá definir con mejor precisión cuándo y dónde el sistema de protección es más o menos eficiente. Debido a esto Ramos (1999) plantea que los análisis deben observar la distribución temporal (período de años seleccionado y meses del año) y espacial (tipo de cobertura forestal y grupos de especies) de los incendios.

2.7. Manejo del fuego

El manejo del fuego es la aplicación de tecnologías y herramientas adecuadas para la prevención, la supresión y el uso del fuego a fin de hacer frente a los problemas de los incendios forestales. Son todas las actividades necesarias para la protección contra el fuego de un bosque y otros valores de vegetación que arden fácilmente y el uso del fuego para lograr las metas y objetivos de manejo de un terreno (FAO, 2006).

En muchos países africanos las comunidades locales prenden fuegos porque creen que cuando la sequía es extrema la quema de árboles y/o pastos al formar grandes nubes de humo, éste se combina con nubes de rocío en el cielo, o participan en la formación de nubes y por eso comienza la lluvia (Heikkilä *et al.*, 1993). Hoy se ha observado que, por lo general, después de grandes incendios ocurre la lluvia, siendo muchas veces la clave para la extinción de éstos. Sucede que las pequeñas partículas, al elevarse, se enfrían y actúan como núcleos de condensación, necesarios para que se detone la lluvia (Ramos, 2010).

Las comunidades agrícolas creen que el uso del fuego cumple funciones vitales para su labor, entre otras están fertilidad: los campesinos creen que nutre la tierra y así crece mejor; ahorro de trabajo: aplicar fuego no cuesta nada y requiere poca inversión de energía y tiempo, el fuego es un gran controlador de plagas, aparte de barato, el uso de herbicidas además de crear gastos forma todo un proceso biológico de generación de resistencia, que cada vez se demuestra más con los herbicidas (Gutiérrez, 2016). La necesidad a veces perentoria que el campesino tiene (agricultor, ganadero y selvicultor) de eliminar vegetación, cuya forma más expedita y barata es el fuego (Martínez, 2001).

El manejo del fuego es la disciplina dirigida a la utilización del fuego para lograr el manejo y objetivos de uso tradicional de la tierra y la protección de la vida, propiedades y recursos, mediante la prevención, protección, detección, control, restricción y extinción del fuego en el

bosque y en las áreas rurales, urbanas y otras áreas de vegetación (FAO, 2006).

2.7.1. Usos del fuego

En las áreas agrícolas tradicionalmente los agricultores prenden fuego para eliminar la hierba seca y vieja que produce cenizas que al parecer constituye “fertilizantes”, que pueden limpiar un área y habilitarla para el cultivo y también para eliminar matorrales y malezas; de igual manera, se queman terrenos eriales y forestales con la finalidad de rehabilitarlos e integrarlos a la agricultura. En Ecuador, los campesinos desbrozan áreas de bosques y matorrales, dejando que los troncos caídos se sequen para posteriormente cultivar plátanos, maíz, banano, palma africana, etc., entre los tocones de los árboles; sin embargo, después, cuando los elementos nutritivos del suelo se encuentran agotados, los campesinos abandonan los campos y proceden a desbrozar otra área y a repetir la práctica mediante el uso del fuego (Gil, 1999).

Es importante evaluar los impactos de los fuegos en diferentes clases de vegetación. Muchos de los que antes se agruparon juntos y denominaron incendios indeseables fueron, realmente, fuegos naturales benéficos para ciertos ecosistemas y quemas practicadas por diferentes personas para lograr un fin, sea cual fuere. El fuego ocurre en distintas maneras y para distintos propósitos, entre ellos: incendios naturales en bosques y áreas silvestres; quemas utilizadas para la conversión de monte a usos agropecuarios; quemas agrícolas, como en el caso de la caña o para renovar pastizales; quemas prescritas, utilizadas como parte del manejo forestal; quemas prescritas para mejorar el ambiente para la fauna y flora silvestre de los ecosistemas que dependen al fuego para su existencia (Ladrach, 2009).

La costumbre de quemar la vegetación, como un sistema de limpiar la tierra para sembrar, ha sido una práctica usada por muchos pueblos en el mundo desde los comienzos de la agricultura. En algunas regiones, especialmente en los trópicos, se usa hoy día como un paso rutinario

en el proceso de la agricultura errante. La quema de la vegetación ocurre también en muchas otras formas que no están relacionadas con la agricultura migratoria, algunas veces con un propósito específico, otras veces accidentalmente; en Suramérica, África y Australia, vastas extensiones son quemadas cada año (Bravo, 1986).

Para los agricultores, las razones de las quemas apuntan a la necesidad de preparar la tierra para la próxima siembra, y la opción más barata es la quema y consideran que esta técnica de quema es un buen sistema para la limpieza de la tierra de desechos como rastrojos, ramas, malezas entre otros (del Valle, 2017).

Entre los principales usos del fuego en áreas agrícolas y forestales, se destacan los siguientes:

- Limpieza de terrenos para plantar
- Manejo de la sucesión vegetal
- Manejo de pastizales
- Reciclaje de nutrientes
- Control de plagas y enfermedades
- Favorecer la regeneración natural
- Reducir el material combustible
- Combate a los incendios forestales
- Aprovechamiento forestal
- Control de especies invasoras
- Manejo de la fauna silvestre

2.7.2. Prevención de incendios forestales

La prevención de incendios debe conjugar al menos dos perspectivas complementarias. Por un lado, debe ampliarse y mantenerse operativa la red de cortafuegos y áreas cortafuegos, y por otro, debe impulsarse la prevención social, que colabore a reducir las negligencias y los conflictos socioeconómicos subyacentes a la frecuente ocurrencia de incendios (Ruiz-Mirazo *et al.*, 2007). Para poder llevar a cabo unas adecuadas labores de prevención es necesario conocer las causas de

los incendios forestales. Éstas se pueden dividir en dos grupos: estructurales si no inician el incendio, pero incrementan el riesgo de que se produzca, e inmediatas, si provocan el inicio del incendio (Vilar, Martín y Martínez, 2008).

La detección de incendios es una parte importante de un programa eficaz de manejo del fuego. Puede realizarse de diversas formas: con imágenes de satélite, desde torres de observación de incendios, vigilancia aérea y sistemas de detección de rayos, o seguimiento e información de incendios por la población local. Cuando los residentes locales comprenden el riesgo y los daños de incendios graves no deseados y participan en un programa de manejo del fuego basado en la comunidad, constituyen una parte muy eficaz del sistema general (FAO, 2008).

Una vez detectados los incendios, se necesitan comunicaciones eficaces para proporcionar a los combatientes y a los encargados del manejo información sobre la localización, dimensión y condiciones del incendio. Los centros de despacho de medios, equipados para funcionar con fuentes de energía auxiliares, reciben información sobre focos y localizaciones del fuego, alertan al personal de extinción y les envían a los distintos incendios. Los responsables de los envíos proporcionan comunicaciones regulares a los combatientes sobre los cambios en las previsiones del tiempo, el comportamiento del fuego, la estrategia y la estructura de manejo de emergencias (FAO, 2008).

Una gestión eficiente en el manejo del fuego implica diversos mecanismos que facilitan el desarrollo de los procesos de planificación, programación, dirección, ejecución y control de los proyectos. Los mecanismos de gestión para el manejo del fuego, cumplen con la finalidad de maximizar el funcionamiento de la organización establecida. Ellos abordan el manejo del fuego desde distintos puntos de vistas, en forma coordinada, a fin de clarificar y ordenar las diversas actividades. Los mecanismos de gestión de mayor importancia para la implementación

del Programa de manejo del fuego son: sistema de planes, esquema organizacional, sistema de instrucciones y sistema de información. Siendo el sistema de planes el utilizado por la comuna; este se diferencia de los planes de desarrollo, planes operativos, planes especiales y planes prediales. Con estos mecanismos se obtendrá un orden estructurado para el manejo del fuego donde se permitirá un diseño apropiado para las operaciones (Julio, 2005).

La planificación estratégica de la prevención y atención de desastres tiene dos objetivos principales: por un lado, minimizar los desastres y, por otro, recuperar las condiciones de normalidad que solo se lograrán mediante el planeamiento, organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con las fases de: prevención, respuesta y reconstrucción (Malpartida, 2016).

Las medidas preventivas que deben identificarse en un periodo de máxima sequía para lograr una eficaz protección contra incendios según Anaya y Rodríguez (2017) son las siguientes:

- Aplicar quemas prescritas: La aplicación de quemas prescritas reduciría la carga de combustible a niveles que limiten la propagación del fuego.
- Charlas de concientización: Las mismas que deben realizarse a los lugareños y visitantes, sobre la importancia de los recursos naturales presentes en el bosque y cómo prevenir un incendio forestal, sus principales causas y consecuencias para la protección de estos recursos.
- Instalación de letreros: Contribuye a la divulgación de información sobre la temporada de máxima peligrosidad de ocurrencia de incendios forestales, así como aspectos particulares relacionados con los mismos.
- Limpieza de caminos y senderos: Los principales y secundarios deben mantenerse en buen estado y libres de cualquier clase de material combustible para reducir el riesgo de ocurrencia de incendios forestales.

- Construir cortafuegos: Se debe considerar la construcción y mantenimiento de cortafuegos.
- No usar fuego para eliminar desechos agrícolas: Hay que evitar hacerlo alrededor de las áreas o lugares de mayor índice de peligro.

2.7.3. Extinción de incendios forestales

La extinción de los incendios forestales se basa en tres principios: eliminación del calor, eliminación del combustible y eliminación del oxígeno (Aguirre, 2013) y son todas las actividades concernientes al control y extinción de un incendio tras su detección (FAO, 2006). El combate en la extinción de incendios forestales comprende una serie de actuaciones del personal y operaciones planificadas de ataque con los medios disponibles con el fin de apagar el fuego. El combate también comprende las operaciones de liquidación de focos de fuegos latentes una vez sofocadas las llamas y las de vigilancia activa de la zona incendiada, especialmente su perímetro, para que el fuego no se reproduzca (Ramos, 2010). El combate puede dividirse en cinco etapas: reconocimiento y evaluación, ataque, control, liquidación y vigilancia activa postincendio (Martínez, 1998).

Según Aguirre (2013), la extinción de los incendios forestales es una actividad que se desempeña en:

- Ambiente extraño: horas de máximo calor, presencia de humo, etc.
- Terreno irregular y, en muchas ocasiones, con fuertes pendientes.
- Fuerte estrés psíquico: gran agitación y presencia de peligro.

En cuanto a la extinción de los incendios forestales y la gestión de la emergencia, según Plana, Font y Serra (2016), las actuaciones principales son:

- Desarrollo del dispositivo de extinción, que habitualmente cuenta con medios y formación específica en incendios forestales.

Se compone de medios terrestres y aéreos, y personal de refuerzo en verano.

- Coordinación con el dispositivo de protección civil, tránsito y seguridad y sistemas sanitarios. A medida que los incendios interactúan con la trama urbana, la importancia de este componente se amplifica.

2.8. Índice de vegetación de diferencia normalizada

La fenología de las plantas es importante para las interacciones ecológicas. El momento y el desarrollo de las hojas verdes, la madurez de las plantas y la senescencia afectan las interacciones biofísicas de las plantas con el medio ambiente (Snyder, Huntington, Wehan, Morton y Stringham, 2019).

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (*NDVI-Normalized Difference Vegetation Index*) (Rouse, Haas, Schell y Deering, 1973) es el índice de medida de la cubierta vegetal más utilizado. Los valores de NDVI son el reflejo de la relación de la banda roja y una banda en el infrarrojo cercano (NIR). Por lo tanto, en la vegetación la banda roja se ve influenciada por la cantidad de clorofilas, mientras que la banda NIR es influenciada por el contenido de agua (Asner, 1998; Curran, 1989). Estas propiedades hacen que el NDVI se constituya en una valiosa herramienta para la evaluación de cubiertas vegetales, así como para estudiar la clasificación, dinámica vegetal y sus aspectos fenológicos (Rouse, Haas, Schell, Deering y Harían, 1974).

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, es un índice de gran aplicación para determinar la vegetación, ya que es eficiente para el análisis y monitoreo de las condiciones vegetativas y su dinámica en la cobertura terrestre. El NDVI es un índice que es derivado a través de la respuesta de la vegetación en relación con el espectro electromagnético, siendo expresado como lo indica la Ecuación 1 (Rouse *et al.*, 1973; Kundu, Denis, Patel y Dutta, 2018).

$$NDVI = \frac{IRc - R}{IRc + R} \quad (1)$$

Donde: NDVI es el índice de vegetación cuyo resultado oscila entre -1 y 1, interpretándose los valores menores a 0,1 como suelos desnudos o cuerpos de agua, mayores a estos va en relación equivalente a la cobertura vegetal, entre más alto los valores indican la actividad fotosintética de las diversas coberturas (matorrales, bosque templado, selva y actividad agrícola). IRc representa la banda del infrarrojo cercano y R a la banda del rojo (Yengoh, Dent, Olsson, Tengberg y Tucker, 2015; Van Leeuwen, Hartield, Miranda y Meza, 2013).

La vegetación sana presenta un notable contraste de reflectividad entre las bandas del rojo y del infrarrojo cercano (baja en el primero y alta en el segundo), por contraste, la vegetación enferma o sometida a estrés hídrico presenta una reflectividad más alta en el rojo y mas baja en el infrarrojo cercano, mientras el suelo desnudo ofrece una reflectividad muy similar en las dos bandas. Por lo tanto, cuanto mayor sea el contraste entre el infrarrojo cercano y el rojo, podemos afirmar que la cubierta tiene mayor vigor vegetal. Este es el principio de los índices de vegetación, que refuerzan mediante operaciones aritméticas el contraste reflectivo entre estas dos bandas (Eastman, 1997).

2.9. Aspectos legales relacionados con los incendios forestales en Ecuador

Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente, 2008)

Art. 71. La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

Art. 72. La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración

será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

Art.73. El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 389. El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Art. 395. La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales.

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. El segundo principio que consta en la Constitución es el de la transversalidad de las políticas de gestión ambiental, las que incluirán en todos sus niveles y para todas las personas naturales y jurídicas que se encuentren en el país.
3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Código Orgánico Integral Penal (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019)

Art. 246. Incendios forestales y de vegetación. La persona que provoque directa o indirectamente incendios o instigue la comisión de tales actos, en bosques nativos o plantados o páramos, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años. Se exceptúan las quemas agrícolas o domésticas realizadas por las comunidades o pequeños agricultores dentro de su territorio. Si estas quemas se vuelven incontrolables y causan incendios forestales, la persona será sancionada por delito culposo con pena privativa de libertad de tres a seis meses. Si como consecuencia de este delito se produce la muerte de una o más personas, se sancionará con pena privativa de libertad de trece a dieciséis años.

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019)

Art. 369. Interés público. Las acciones que se emprendan para el adecuado manejo integral del fuego e incendios forestales, con el fin de proteger y conservar el patrimonio natural y la biodiversidad son de interés público. Las medidas que se desarrollen y adopten para dicho fin, serán vinculantes, en todos los niveles de gobierno, el sector privado y la población en general.

Art. 370. Responsabilidad ciudadana. El manejo integral del fuego implica un trabajo coordinado con los propietarios públicos y privados de los predios aledaños o que fomenten conservación de la biodiversidad y del patrimonio forestal nacional, así como con la ciudadanía en general, quienes deberán incorporar acciones directas en materias de prevención de incendios forestales cuando de alguna forma sus actividades pongan en el peligro los bienes y servicios ambientales de las áreas naturales señaladas.

Art. 374. Coordinación con la Autoridad Nacional de Agricultura. En materia de prevención y control de incendios en plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción y con fines comerciales, la

.....

Autoridad Nacional de Agricultura emitirá la norma técnica en coordinación con la Autoridad Nacional Ambiental.

Art. 378. Programa Nacional de Manejo Integral del Fuego. La Autoridad Ambiental Nacional creará el Programa Nacional de Manejo Integral del Fuego como la instancia interna de coordinación y asesoramiento técnico a la Autoridad Ambiental Nacional en acciones de manejo integral del fuego que se realicen a nivel nacional.

Art. 379. Plan nacional de contingencia contra incendios forestales. Entiéndase como plan nacional de contingencia contra incendios forestales, al conjunto de protocolos y procedimientos que orientan las actividades institucionales ante situaciones de emergencia relacionados con los incendios forestales. La Autoridad Ambiental Nacional en coordinación con el Sistema de Seguridad Pública y del Estado, y demás entidades competentes, deberán desarrollar, implementar y actualizar de manera anual el mencionado plan.

Art. 384. La Autoridad Ambiental Nacional, podrá autorizar el uso del fuego de forma excepcional, en las siguientes situaciones.

- a. En terrenos públicos o privados cuyas peculiaridades justifique el empleo del fuego controlado en prácticas agropecuarias, agroforestales, mediante previa aprobación de la autoridad ambiental nacional, en coordinación con la autoridad nacional de agricultura y en observancia de los criterios técnicos que la misma establezca para el efecto.
- b. En el uso de quemas prescritas destinadas al manejo de ecosistemas y reducción de combustibles para la prevención y control de incendios forestales.

2.10. Referencias bibliográficas

- Acuña, V. A. (2008). *Plan de protección contra incendios forestales para la comuna de Maullín, provincia de Llanquihue, región de Los Lagos* (Trabajo de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fifa189p/doc/fifa189p.pdf>
- Aguirre, F. (2013). *Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas* (2.^a ed.). Aragón, España. http://aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/MedioAmbiente/Areas/08_Medio_forestal/02_Gestion_forestal/PUBLICACIONES/MANUAL_INCENDIOS_CUADRILLAS.pdf
- Anaya, J. A. y Rodríguez, J. L. (2017). Acciones para la prevención de incendios forestales en cinco rodales del lote 7 perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Guisa. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(2), 181-193.
- Área de Defensa Contra Incendios Forestales. (2013). *Incendios Forestales en España 1 de enero - 31 de diciembre 2012*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <https://www2.fire.uni-freiburg.de/inventory/stat/es/Advance-Wildland-Fire-Report-Spain-2012.pdf>
- Armenteras, D., Bernal, F., González, F., Morales, M., Pabón, J., Páramo, G. y Parra, A. (2011). *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia* (tomo 1). Cali, Colombia: Universidad Autónoma del Occidente.
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador, 12 de octubre 2008. Registro Oficial N.º 449. Quito, Ecuador.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. Decreto Ejecutivo 752. Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun.-2019. Quito, Ecuador. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2019). Código Orgánico Integral Penal. Quito, Ecuador. <https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/CODIGO-ORGANICO-INTEGRAL-PENAL.pdf>

Batista, A. C. y Soares, R. V. (1997). Manual de prevenção e combate a incêndios florestais. Curitiba. Paraná. Brasil. 50 p.

Batista, A. C. (1990). Incêndio Florestais. Recife, Brasil: Universidad Federal Rural de Pernambuco.

Body, M., Cerda, A., Mataix-Solera, J. y Doerr, S. (Abril de 2012). Efectos de los Incendios Forestales en la vegetación y el suelo en la Cuenca Mediterránea: Revisión Bibliográfica. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (58), 33-55.

Bordón. (2015). *Control y extinción de incendios forestales en Oliveros, Santa Fe*. Santa Fe, Argentina: Editorial Luz y Vida.

Bravo, R. (1986). El uso del fuego en la agricultura: mitos y realidades. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 3(2). <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25808>

Capulín, J., Mohedano, L. y Razo, R. (2010). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 79-87. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316076009.pdf>

Castellnou, M., Pagés, J., Miralles, M. y Piqué, M. (2009). Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. Castilla: Sociedad Española de Ciencias Forestales.

Comité de Lucha contra Incendios Forestales. (1997). *Libro rojo de la prevención contra los incendios forestales*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Davies, S.J. y Unam, L. (1999). Smoke-haze from the 1997 Indonesian forest fires: effects on pollution levels, local climate, atmospheric CO₂ concentrations, and tree photosynthesis. *Forest Ecology and Management*, 124: 137-144. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00060-2)
- De Ronde, C., Goldemar, J., Wade, D. y Soarez, R. (1990). Prescribed fire in industrial plantations. In Goldammer, J.G. *Fire in the Tropical Biota- Ecosystem and global Challenges*. Berlin.
- Del Valle, M. A. (2017). Análisis de las quemas controladas en la comuna de Mariquina y la Unión, región de Los Ríos. Un estudio de caso (Tesis de maestría). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/egv181a/doc/egv181a.pdf>
- Díaz, C. P. (2011). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral Minas de Matahambre (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Eastman, J. R. (1997). Idrisi para Windows. Guía del Usuario. Versión 2.0. Clark Labs Clark University. USA.
- Esparza F. (2015). El fuego o combustión. Bomberos de Navarra. http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf
- Estacio, J. y Narváez, N. (Marzo de 2012). Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito: conocimiento e intervención pública del riesgo. *Letras Verdes*, (11), 27-52.
- García de Pedraza, L. y García, M. D. (1987). La meteorología y los incendios forestales. <http://www.divulgameteo.es/uploads/Meteorolog%C3%ADa-incendios-forestales.pdf>
- Gil, J. (1999). Incendios forestales: causas y efectos, 1. [http://cebem.org/cmsfiles/articulos/INCENDIOS_FORESTALES_Causas_y _efectos.pdf](http://cebem.org/cmsfiles/articulos/INCENDIOS_FORESTALES_Causas_y_efectos.pdf)
- Gobierno de la República de Panamá / Ministerio de Ambiente / Organización Internacional de las Maderas Tropicales. (2015). Me-

.....

Metodología de investigación de causas que provocan los incendios forestales. http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2902/Technical/INVESTIGACION%20DE%20CAUSAS%20DE%20OCURRENCIA%20DE%20INCENDIOS%20FORESTALES.pdf

Grillo, F., Diaz, D. y Caamaño, A. (2012). Incendios forestales / Manejo del fuego. Curso Nivel II. Grupo Acción Forestal (Grafor) Bomberos Granada. <https://docplayer.es/72165157-Curso-nivel-ii-incendios-forestales-manejo-del-fuego.html>

Gutiérrez, A. (2016). De la supresión al manejo del fuego en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas: perspectivas campesinas. *Región y Sociedad*, 70. <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v29n70/1870-3925-regsoc-29-70-00031.pdf>

Haltenhoff, H. (1998). Silvicultura preventiva. Manual Técnico N.º 18. Corporación Nacional Forestal. Chile.

Heikkilä, T., Grönqvist, R. y Jurvélius, M. (1993). *Handbook on Forest Fire Control. A Guide for Trainers*. Forestry Training Programme, Publication 239.

Heikkilä, T. V., Grönqvist, R. y Jurvélius, M. (2010). *Wildland Fire Management. Handbook for Trainers*. FAO. 248 p.

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. (2010). Manejo del fuego con participación comunitaria (primera publicación). <http://colproforh.org/v2/wp-content/uploads/2015/06/Curso-B%3%A1sico-de-Manejo-del-Fuego-con-Participaci%C3%B3n-comunitaria.pdf>

Játiva, A. W. (2012). *Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito. Una amenaza integral a la sociedad y al medio ambiente*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7351/1/AC-IS-ESPE-047519.pdf>

Julio, G. y Giroz, G. (1975). Notas sobre el comportamiento del fuego y su aplicación en el control de incendios forestales. *Bosque*, 1(1). <http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v1n1/art04.pdf>

- Julio, G. (1992). *Método de determinación de las prioridades de protección*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago de Chile. Manual Docente N.º 10.
- Julio, G. (2005). *Fundamentos del Manejo de Fuego*. Chile: Valdivia. Chile. 285p.
- Kundu, A., Denis, D. M., Patel, N. R. y Dutta, D. (2018). A Geo-spatial study for analysing temporal responses of NDVI to rainfall. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 39, 107-116. DOI: 10.1111/sjtg.12217
- Ladrach, W. (2009). El efecto del fuego en los ecosistemas agrícolas y forestales. Bethesda, Maryland, USA: ISTF Noticias. http://www.istf-bethesda.org/specialreports/fuego_fire/ecologia_del_fuego-esp.pdf
- Malpartida, R. C. (2016). *Riesgo a incendios forestales en la provincia de Satipo-Junin* (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Centro de Perú. Huancayo, Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3471/Malpartida%20Mauricio.pdf?sequence=1>
- Martínez, E. (2001). *Manual de quemas controladas*. Madrid-España: Aedos S.A. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zJ9yYqVCt8gC&oi=fnd&pg=PA3&dq=manejo+del+fuego+basado+en+la+comunidad+&ots=qH8NC6CxnH&sig=zbk7I7Rkkgg2l-vgBepO7s7yuMHl#v=onepage&q&f=false>
- Martínez, J. L. (2016). *Propiedades físicas y dinámica de combustibles forestales* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/bitstream/handle/20.500.12098/452/mccf-mvjl_16.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mérida, J. (2000). Factores topográficos. En *La defensa contra incendios forestales. España: Fundamentos y Experiencias*. España: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. España.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012). *Estadística general de incendios forestales*. Memoria. Madrid, España; 32. <https://www.google.com.ec/>

- Montecino, E. y Pacheco, A. (2017). Estudio de una microcuenca hidrográfica en el Lote 79 de la Empresa Forestal Integral Macurijes dirigido a la prevención de los incendios forestales. *Revista Científico estudiantil Ciencias Forestales y Ambientales*, 2(1), 60-67. <https://cifam.upr.edu.cu/index.php/cifam/article/view/70/60>
- Moreno, J. M. (2016). *Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: información y herramientas para la adaptación (Infoadapt)*. Memoria final del proyecto. Toledo, España: Universidad de Castilla-La Mancha. https://www.adaptecca.es/sites/default/files/editor_documentos/infoadapt_memoria_final_proyecto.pdf
- Moscovich, F., Ivandic, F. y Besold, L. (2010). *Manual de combate de incendios forestales y manejo del fuego (nivel inicial)*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Myers, R. (2006). *Convivir con el fuego: manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el manejo integral del fuego*. The Nature Conservancy. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego. https://www.conservationgateway.org/Documents/el_manejo_integral_del_fuego.pdf
- Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., Applegate, G. y Moore, P. (2002). Los incendios forestales y la diversidad biológica. *Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*, 209. <http://www.fao.org/3/y3582s/y3582s08.htm>
- Navarrete, R., Reina, J., y Oberhuber, T. (2007). *Incendios forestales. Manual Práctico*. Ecologista en acción, 10.
- Navarro, R., Olave, F., Hayas, A., y Castillo, M. (2015). Metodología para la investigación de un plan de restauración post incendio en Chile: la experiencia del Parque Nacional de Torres del Paine. *Anales Instituto Patagonia*, 43(1), 53-73.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1986). *Terminología del control de incendios en tierras incultas*. Estudios FAO Montes N.º 70. Roma, Italia.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2006). *Código de Manejo del Fuego*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/forestry/12026-0a9216e5f27d5e74ec640fdb1585b0ddb.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). *Manejo del fuego*. Departamento Forestal FAO. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/j9255s/j9255s00.pdf>

Parra-Lara, A. C. y Bernal-Toro, F. H. (2010). Incendios de cobertura vegetal y biodiversidad: una mirada a los impactos y efectos ecológicos potenciales sobre la diversidad vegetal. *El Hombre y la Máquina*, N.º 35. https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11499/A0173.pdf?sequence=4&isAllowed=y_

Pausas, J. G. (2012). *Incendios forestales*. España: Editorial Catarata.

Pérez, P. C. (2006). Caracterización del combustible en plantaciones de pino radiata sometidas a diferentes esquemas de manejo. Universidad de Chile, Manejo de recursos forestales. Santiago-Chile: Empresa Forestal Monteaguila S.A. http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/perez_p/sources/perez_p.pdf

Pérez-Verdín, G., Márquez-Linares, M. A., Cortés-Ortiz, A. y Salmerón-Macías, M. (2013). Análisis espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en Durango, México. *Revista Madera y Bosques*, 19(2), 87. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v19n2/v19n2a3.pdf>

Plana, E., Font, M. y Serra, M. (2016). Los incendios forestales. Guía para comunicadores y periodistas. http://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_es.pdf

Ramos, M. P. (1998). Metodología para la obtención y reporte de la información estadística sobre los incendios forestales. En II Congreso Forestal de Cuba. *Memorias del II Congreso Forestal de Cuba*. La Habana, Cuba.

Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

- Ruiz-Mirazo, J., Robles, A. B., Jiménez, R., Martínez, J. L., López, J. y González, J. L. (2007). *La prevención de incendios forestales mediante pastoreo controlado: el estado del arte en Andalucía*. Wildfire 2007, Sevilla, España. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/42910/1/Ruiz%20Mirazo%20Estado%20del%20Arte.pdf>
- Sandberg, D. V., Ottmar, R. D. y Cushon, G. H. (2001). Characterizing fuels in the 21st century. *International Journal of Wildland Fire*. 381-387. doi: [10.1071/WF01036](https://doi.org/10.1071/WF01036)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. Diario Oficial de la Federación. 16 de enero de 2009. México, D.F., México. <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3331/1/nom-015-semarnat-sagarpa-2007.pdf>
- Snyder, K. A., Huntington, J. L., Wehan, B. L., Morton, C. G. y Stringham, T. K. (2019). Comparison of landsat and land-based phenology camera normalized difference vegetation index (NDVI) for dominant plant communities in the great basin. *Sensors*, **19**(5), 1139. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/5/1139/pdf>
- Soares, R. V. (1985). *Incendios florestais. Controle e uso do fogo*. Curitiba, Brasil: Fundacao de Pesquisas Florestais do Paraná.
- Soares, R. V. (1992). Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. *Revista Floresta*, **22**(12), 39-53. <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/6424/4616>
- Soares, R. V. (2000). Novas tendências no controle de incêndios florestais. *Floresta*, **30**(1), 11–21. <https://doi.org/10.5380/rf.v30i12.2363>
- Soares, R. V., Batista, A. C. y Tetto, A. F. (2017). *Incêndios florestais: Controle, efeito e uso do fogo*. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná.

- Toledo, M. I. (2017). *Plan de protección contra incendios forestales para la Reserva Nacional Mocho Choshuenco* (Trabajo de grado). Escuela de Geografía de la Universidad Austral. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/fcl594p/doc/fcl594p.pdf>
- Van Leeuwen, W. J. D., Hartield, K., Miranda, M. y Meza, F. J. (2013). Trends and ENSO/AAO Driven Variability in NDVI Derived Productivity and Phenology alongside the Andes Mountains. *Remote Sensing*, 5, 1177-1203. DOI: 10.3390/rs5031177
- Vélez, R. (2000). Combustibles forestales: Combustibilidad. En *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. España. 7.1-7.16 pp.
- Vilar, L., Martín, M. P. y Martínez, J. (2008). Empleo de técnicas de regresión logística para la obtención de modelos de riesgo humano de incendio forestal a escala regional. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (47), 5-29. file:///D:/16%20-%20Bibliograf%C3%ADa/TEMA%202%20-%20comportamiento%20del%20fuego/2027-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2008-1-10-20160303.pdf
- Westerling, A. L. y Bryant, B. P. (2008). Climate change and wildfire in California. *Climatic Change*, 87(1), 231-249. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10584-007-9363-z.pdf>
- Xelhuantzi, J., Flores, J. G. y Chávez, Á. A. (2011). Análisis comparativo de cargas de combustibles en ecosistemas naturales afectados por incendios. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(3), 37-52. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/624/1297>
- Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E. y Tucker, C. J. (Eds). (2015). Applications of NDVI for Land Degradation Assessment. In *Use of the normalized difference vegetation index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales*. Switzerland: SpringerBriefs in Environmental Science, Springer, Cham. DOI: 10,1007/978-3-319-24112-8_3



Zárate, L. G. (2004). *Estudio de las características físicas y geométricas de la llama en los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universitat Politècnica de Catalunya. España. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6436/03CAPITULO1.PDF?sequence=3&isAllowed=y>

1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

III. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Para hacer un plan de prevención es preciso conocer el perfil de los incendios forestales, esto es, saber dónde, cuándo y por qué ellos ocurren.

Soares y Batista (2007)

Formular un proyecto de investigación previo a la titulación es un proceso que le permite al estudiante organizar sus ideas en torno a un problema o pregunta que él considera importante resolver y para lo cual tiene capacidades y conocimientos suficientes desde su trayectoria académica. En este apartado se presentan elementos tales como resumen, abstract, diseño teórico de la investigación, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas de 12 proyectos de investigación como modalidad de titulación desarrollados por estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

.....

3.1. Análisis del sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador

Betzabeth Brillith Cantos Parrales, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
René Gras Rodríguez

Resumen

El análisis del sistema de protección contra incendios forestales suministra informaciones imprescindibles para su perfeccionamiento. El objetivo de este trabajo fue analizar el sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador. La investigación se llevó a cabo siguiendo un diseño no experimental de tipo longitudinal y transversal. Toda la información fue obtenida en el Cuerpo de Bomberos de la localidad, con la cual se creó una base de datos de los incendios ocurridos en el periodo 2010-2020, formada por campos tales como número del incendio, parroquia, comunidad o sitio, año, mes, día del mes, día de la semana, hora de detección y causa. Las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales se identificaron considerando los elementos utilizados por Ramos (2004) en su "Informe final sobre técnicas de prevención de incendios forestales". En el periodo analizado ocurrieron 218 incendios, reportándose la mayor cantidad de los mismos en el año 2020 con un total de 41 (18,81 %). El 84,40 % de los flagelos se presentó de agosto a diciembre y durante el día entre las 13:00 y las 16:00 horas ocurrió el 48,62 %. Los incendios ocurrieron en 78 localidades siendo Sancán la más afectada con el 13,55 % del total. Las estadísticas sobre los incendios forestales ocurridos en el cantón Jipijapa durante el periodo 2010 a 2020, aunque son incompletas, permitieron establecer patrones temporales y espaciales de las ocurrencias de incendios y su causalidad, lo cual constituye un aporte importante y relevante sobre cuándo, dónde y por qué ocurren los incendios en la localidad, informaciones imprescindibles para los decisores en el área de los incendios forestales.

Palabras clave: Incendios de vegetación, estadísticas de incendios, manejo integrado del fuego.

Abstract

The analysis of the forest fire protection system provides essential information for its improvement. The objective of this work was to analyze the forest fire protection system in Jipijapa, Manabí, Ecuador. The research was carried out following a non-experimental longitudinal and cross-sectional design. All the information was obtained in the Fire Department of the town with which a database of fires that occurred in the period 2010-2020 was created, consisting of fields such as fire number, parish, community or site, year, month, day of the month, day of the week, time of detection and cause. The deficiencies of the forest fire protection system were identified considering the elements used by Ramos (2004) in his Final Report on Forest Fire Prevention Techniques. In the analyzed period, 218 fires occurred, with the largest number of them reported in 2020 with a total of 41 (18.81%). 84.40 % of flajelos occurred from August to December and 48.62 % occurred during the day between 1:00 p.m. and 4:00 p.m. The fires occurred in 78 localities, Sancán being the most affected with 13.55 % of the total. The statistics on forest fires that occurred in the Jipijapa canton during the period 2010 to 2020, although incomplete, made it possible to establish temporal and spatial patterns of fire occurrences and their causality, which constitutes an important and relevant contribution on when, where and why fires occur in the locality, essential information for decision-makers in the area of forest fires.

Keywords: Vegetation fires, fire statistics, integrated fire management.

.....

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar el sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador

Objetivos específicos

- Describir las estadísticas de incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos del cantón Jipijapa durante el periodo 2010-2020
- Identificar las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador

Objeto de estudio

Sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Campo de acción

Sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador, considerando estadísticas de incendios y deficiencias del sistema

Preguntas de investigación

- ¿Dónde, cuándo y por qué ocurren los incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador?
- ¿Cuáles serán las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales en Jipijapa, Manabí, Ecuador?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos

o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Jipijapa está ubicado al sur de Manabí y es conocido también como “La sultana del café”, pues en una época fue el principal productor de café en el Ecuador. Su nombre se debe a que antiguamente estuvo poblada por la tribu indígena Xipixapa, aunque se especula que también los mayas se extendieron por esta región. Lo que sí es seguro es que las parcialidades indígenas que habitaron lo que hoy es Jipijapa fueron víctimas de saqueos, incendios y otros atropellos de conquistadores y piratas (Plaza, 2020). Jipijapa limita al norte por los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al sur con la provincia de Santa Elena y el cantón Puerto López, al este con los cantones Paján y 24 de Mayo y al oeste con el océano Pacífico. En la actualidad el cantón Jipijapa está subdividido en tres parroquias urbanas (San Lorenzo de Jipijapa, Dr. Miguel Morán Lucio y Manuel I. Parrales y Guale) y siete rurales (La América, El Anegado, Julcuy, La Unión, Membrillal, Pedro Pablo Gómez y Puerto Cayo), ocupando una superficie de 1 540 km (Plaza, 2020) (Figura 1).

Figura 1. Mapa del cantón Jipijapa y sus parroquias.



Fuente: Fitorrecursos de interés para el turismo en los bosques secos de la región Costa.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), Jipijapa representa el 7,7 % del territorio de la provincia de Manabí y cuenta con 71,1 mil habitantes (5,2 % respecto a la provincia de Manabí), con una población urbana del 55,6 % y rural con 43,4 %, siendo un 50,7 % hombres y 49,3 % mujeres.

El clima de Jipijapa se clasifica como BSh (semiárido cálido) por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual es de 23,7 °C y la precipitación media anual de 537 mm. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 123 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 2,2 °C (Figura 2) (Climate-Data.Org., 2020).

La época templada dura de 2 a 7 meses; inicia a partir del 23 de febrero al 14 de mayo, y la temperatura máxima promedio diario es de 27 °C; por otro lado, la época fresca dura de 3 a 4 meses, va desde el 27 de junio al 5 de noviembre, y la temperatura máxima es de 26 °C. El día más frío del año es el 22 de agosto, con una temperatura mínima de 18 °C y máxima promedio de 26 °C (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [Inamhi], 2018).

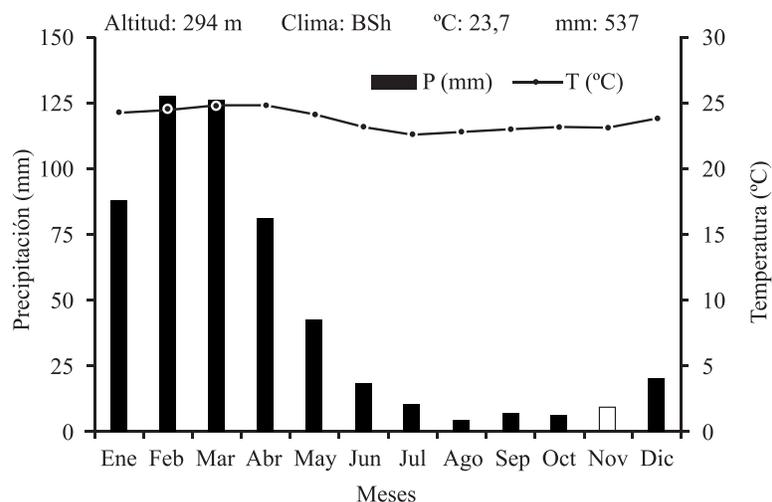


Figura 2. Climograma de Jipijapa.

Fuente: Climate-Data.org (2020).

Descripción de las estadísticas de incendios forestales

Para desarrollar esta investigación se utilizó un diseño no experimental de tipo longitudinal. Dichos estudios, según Hernández *et al.* (2014), recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos.

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Jipijapa durante el periodo 2010-2020 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. Se creó una base de datos con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma fue formada por campos tales como número del incendio, parroquia, comunidad o sitio, año, mes, día del mes, día de la semana, hora de detección y causa.

Deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales

Las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales se identificaron considerando los elementos utilizados por Ramos (2004) en su “Informe final sobre técnicas de prevención de incendios forestales”. Entre esos elementos pueden citarse: procedimientos y medidas de prevención de incendios forestales en uso en el área objeto de estudio, planes y programas relacionados con campañas de comunicación pública para la creación de conciencia pública sobre el uso del fuego en las actividades agrícolas y forestales, plan de prevención para el uso del fuego y los incendios forestales, además de la organización y los procedimientos utilizados por el sistema de extinción de incendios forestales (Anexo 1). Toda esta información se obtuvo a través de una entrevista realizada a dos miembros del Cuerpo de Bomberos de Jipijapa. En el Anexo 2 se presentan algunas imágenes del momento de la entrevista.

Resultados

Distribución espacial de las ocurrencias de incendios forestales

Distribución de las ocurrencias de incendios según las localidades

Los 218 incendios reportados en el cantón Jipijapa durante el período 2010-2020 ocurrieron en un total de 78 localidades (Anexo 3). La correspondiente distribución de las cantidades y los respectivos porcentajes en los 14 sitios con mayor número de ocurrencias se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de las ocurrencias de incendios según las localidades en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Localidades	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)
Vía a Cayo	5	4,27
San Vicente	10	8,55
Parrales iguales	6	5,13
Sancán	29	24,79
Ciudadela 1 de Julio	7	5,98
Julcuy	9	7,69
La Cárcel	6	5,13
Quimis	7	5,98
Cdla. Luis Bustamante	7	5,98
Choclo	7	5,98
Santa Rosa	7	5,98
Chade	6	5,13
Colón Quimis	5	4,27
Puerto Cayo	6	5,13
Total	117	100,00

Distribución temporal de las ocurrencias de incendios forestales

Distribución a través del periodo de años

En el periodo 2010-2020 se reportaron en Jipijapa un total de 218 incendios, la mayor cantidad de ellos ocurrió en el año 2020, con un total de 41 incendios (18,81 %) (Tabla 2).

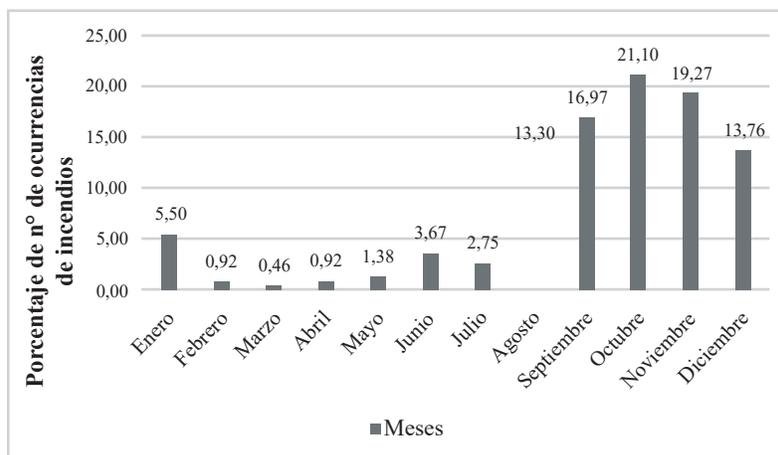
Tabla 2. Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los años en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Años	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)
2010	7	3,21
2011	4	1,83
2012	9	4,13
2013	22	10,09
2014	18	8,26
2015	6	2,75
2016	40	18,35
2017	21	9,63
2018	17	7,80
2019	33	15,14
2020	41	18,81
Totales	218	100,00

Distribución según los meses del año

En la figura 3 se verifica que la distribución de las ocurrencias es diferente para cada uno de los meses del año. La mayor cantidad de ellas se registró durante los meses de agosto a diciembre, periodo durante el cual ocurrió el 84,40 % del total de incendios.

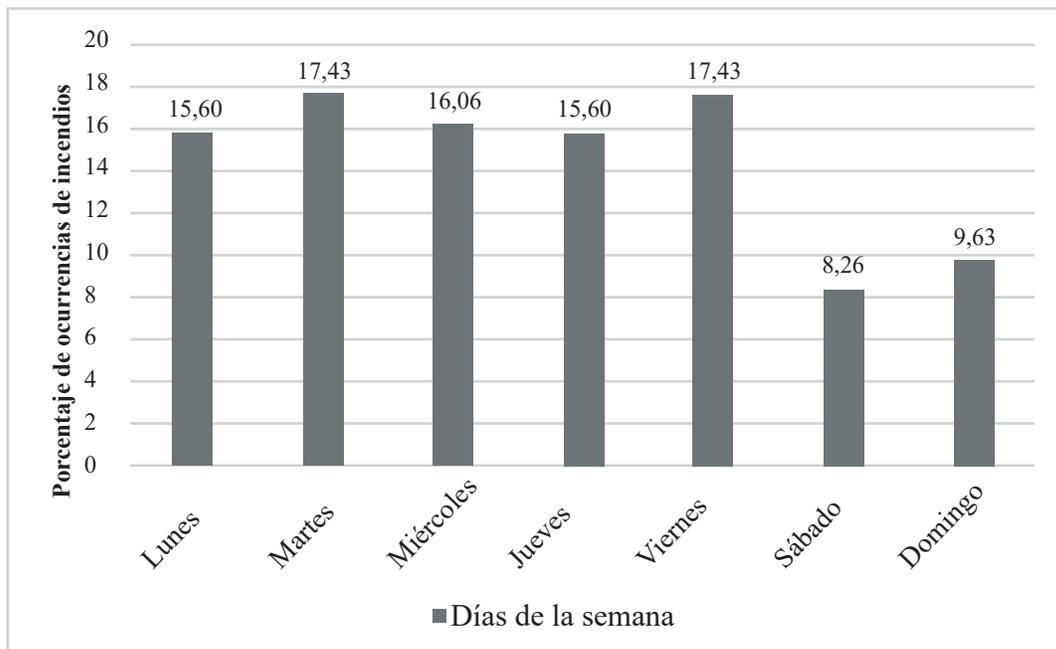
Figura 3. Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los meses en el cantón Jipijapa (2010-2020).



Distribución según los días de la semana

Los mayores porcentajes de los incendios ocurridos del 2010 al 2020 en el cantón Jipijapa, a lo largo de la semana, se presentaron los días laborables (Figura 4), comportamiento que sugiere extremar las medidas de prevención durante esos días.

Figura 4. Porcentajes de las ocurrencias de incendios durante la semana en el cantón Jipijapa (2010-2020).



Distribución durante las horas del día

Entre las 13:00 y las 16:00 horas del día ocurrió el 48,62 % del total de los incendios (Tabla 3), reportándose durante las horas de la noche pocas incidencias de incendios y ninguna en la madrugada. Este comportamiento está relacionado con las variaciones diarias de la temperatura del aire y de la humedad relativa.

Tabla 3. Distribución de las ocurrencias de incendios durante las horas del día en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Horas	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)
8:00	8	3,67
9:00	4	1,83
10:00	12	5,50
11:00	12	5,50
12:00	18	8,26
13:00	28	12,84
14:00	28	12,84
15:00	25	11,47
16:00	25	11,47
17:00	17	7,80
18:00	8	3,67
19:00	18	8,26
20:00	9	4,13
21:00	2	0,92
22:00	2	0,92
23:00	2	0,92
Totales	218	100,00

Distribución espacial de las causas de los incendios forestales **Distribución de las causas según las localidades**

Las causas de los incendios en las 14 localidades con mayor cantidad de ocurrencias, en los casos en que éstas fueron identificadas, se muestran en la tabla 4. La distribución obtenida indica sobre cuál de ellas se debe centrar el trabajo de prevención. La tabla completa se encuentra en el Anexo 4.

Tabla 4. Distribución de las ocurrencias de incendios según las causas en las 14 localidades con mayor cantidad de incendios en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Localidades	Negligencias		Intencionales		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Vía a Cayo	1	3,03	0	0,00	0	0,00
Ciudadela 1 de Julio	3	9,09	0	0,00	0	0,00
Choclo	3	9,09	0	0,00	0	0,00
Parrales Iguales	4	12,12	0	0,00	0	0,00
Santa Rosa	2	6,06	0	0,00	0	0,00
Sancán	10	30,30	0	0,00	0	0,00
San Vicente	2	6,06	0	0,00	0	0,00
Cdla. Luis Bustamante	2	6,06	0	0,00	0	0,00
La Gloria	1	3,03	0	0,00	0	0,00
La Cárcel	2	6,06	0	0,00	0	0,00
Chade	3	9,09	0	0,00	0	0,00
Vía Colón	0	0,00	1	100,00	4	100,00
Totales	33	100,00	1	100,00	4	100,00

Nota. Se muestran solo las ocurrencias en que fue posible identificar las causas de su origen.

Distribución de las causas según los días de la semana

La mayor cantidad de incendios originados por negligencias se registraron los días martes y viernes, mientras que el único incendio que se originó de forma intencional, fue un jueves (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución semanal de las ocurrencias de incendios según las causas en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Días de la semana	Negligencias	Intencionales	Desconocidas			
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Lunes	9	13,85	0	0,00	0	0,00
Martes	18	27,69	0	0,00	0	0,00
Miércoles	9	13,85	0	0,00	0	0,00
Jueves	7	10,77	1	100,00	1	25,00
Viernes	12	18,46	0	0,00	2	50,00
Sábado	5	7,69	0	0,00	0	0,00
Domingo	5	7,69	0	0,00	1	25,00
Totales	65	100,00	0	100,00	4	100,00

Distribución de las causas a través de los años

Durante el periodo objeto de análisis las mayores incidencias de incendios originados por negligencias fueron en 2019 y 2020 (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución anual de las ocurrencias de incendios según las causas en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Años	Negligencias	Intencionales	Desconocidas			
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
2010	2	3,08	1	100,00	0	0,00
2011	1	1,54	0	0,00	0	0,00
2012	2	3,08	0	0,00	0	0,00
2013	8	12,31	0	0,00	0	0,00
2014	3	4,62	0	0,00	0	0,00
2015	3	4,62	0	0,00	0	0,00
2016	6	9,23	0	0,00	0	0,00
2017	5	7,69	0	0,00	0	0,00
2018	5	7,69	0	0,00	0	0,00
2019	13	20,00	0	0,00	0	0,00
2020	17	26,15	0	0,00	4	100,00
Totales	65	100,00	1	100,00	4	100,00

grandes proporciones piden colaboración a otros cuerpos de bomberos, caso en el cual siguen dirigiendo la extinción los primeros en llegar, excepto si llega otra persona con mayor calificación, quien tomará el mando de las acciones.

- Para el combate al fuego utilizan herramientas manuales tales como McLeod, machete, Pulaski, bate fuego, rozón y rastrillo segador. No obstante, no conocen los métodos existentes para la construcción de los cortafuegos o las líneas de defensa con estas herramientas, lo cual influye en la eficiencia del trabajo.
- Los métodos que utilizan en el combate son el directo y el indirecto en dependencia del comportamiento del fuego como consecuencia de la vegetación, la topografía y las condiciones meteorológicas. No obstante, el personal de las brigadas es reducido para enfrentar incendios de grandes proporciones, lo cual no es frecuente en la zona objeto del estudio.

Discusión

Distribución espacio-temporal de los incendios

En esta investigación se consideró un período de once años (2010-2020), tiempo durante el cual ocurrieron 218 incendios forestales. En un periodo de 10 años (1997-2006), García (2007) reportó 73 incendios en la provincia de Pinar del Río, Cuba. Por su parte, Ramos (2012) reportó la ocurrencia de 192 incendios forestales en la Empresa Forestal Macurije, Cuba, durante un periodo de seis años (2006-2011). En el cantón Santa Ana, García (2019) reportó la ocurrencia de 91 incendios en el periodo 2012-2018.

Las épocas de mayores 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 influenciada por los tipos de vegetación (Soares, 1985). En correspondencia con este planteamiento, mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron de agosto a diciembre, durante el periodo 2002-2011, en

Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante el periodo agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba, la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo (Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013).

En cuanto a la distribución de las ocurrencias durante los días de la semana, en este trabajo se obtuvo que la mayor cantidad se registró durante los días laborables. No coinciden con estos resultados los obtenidos por Castro (2009), de 1999 al 2008 y Ramos (2012), del 2006 al 2011 para la Empresa Forestal Macurije, en Cuba. Igualmente, tampoco coincidió con lo obtenido por Ramos *et al.* (2013) en el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, y en Pinar del Río, Cuba. Lo mismo ocurrió en el caso del cantón Santa Ana en el período 2012-2018, según reportó García (2019). En estos lugares no se encontró diferencia en cuanto a la cantidad de incendios ocurridos los días laborales y los fines de semana.

Con relación a la distribución de las ocurrencias de incendios en función del horario de detección, por lo general, la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos *et al.* (2013), en Monte Alegre, Brasil, y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas. García (2019) encontró que en el cantón Santa Ana, en el periodo 2012-2018, la mayor cantidad de incendios se originó entre las 14:00 y las 16:00 horas. Coincidiendo con los resultados anteriores, en esta investigación se obtuvo que la mayor cantidad de incendios ocurrió entre las 13:00 y las 16:00 horas.

Causas de los incendios forestales

Los resultados obtenidos en este trabajo con respecto a las causas no coinciden con los obtenidos por García (2007) para la provincia de Pinar del Río de 1997 al 2006 y tampoco con los obtenidos por Ramos (2012), para la Empresa Forestal Macurije. Esto es debido a la gran cantidad de incendios que se originan por rayos en estas empresas

y en general en la provincia, precisamente al final del periodo poco lluvioso y comienzos del lluvioso con la característica de que, durante estos incendios, por lo general, se queman pocas hectáreas.

En el caso de América del Sur, Sanhueza (2004) al referirse a las causas de los incendios plantea que más del 95 % de la causalidad obedece a causas antrópicas, y el sentido común y la experiencia de la mayoría de los profesionales dedicados al tema conducen a afirmar que, sin dudas, el uso del fuego en la habilitación de terrenos para la agricultura, ganadería y asentamiento humano, constituye el factor de mayor importancia en el origen de los incendios forestales y en la devastación de los bosques sudamericanos. En Brasil y Chile se encuentra un notable incremento de la intencionalidad en el inicio de los incendios y la piromanía en los alrededores de las grandes urbes, donde está surgiendo como una enfermedad mental producto del desarrollo de la civilización. Según García (2019), en el cantón Santa Ana, durante el periodo 2012-2018, en el 89,01 % de los casos no se identificó la causa del origen de los incendios.

Deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales

En el control de incendios forestales, a diferencia de otras actividades productivas, es difícil definir términos concretos o resultados esperados. La ocurrencia y daños dependen también de las variables no controladas por el hombre (el clima, por ejemplo). No obstante, en alguna medida es posible utilizar indicadores que permitan evaluar la gestión a realizar desde un punto de vista cuantitativo (Volpi, 2004).

La prevención de incendios y la educación del público son factores clave para reducir este problema. Es importante sensibilizar a la población sobre los numerosos beneficios de los bosques y sobre el hecho que no puede continuar el uso indiscriminado del fuego. Es muy probable que resulte mejor invertir en sensibilización y en programas eficaces de educación pública conducentes a la prevención (Julio, 2004).

El Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) como institución encargada de la conservación y protección de los recursos naturales nacionales, realiza diversas acciones para la prevención y control de los incendios forestales a nivel nacional. Por medio de las diferentes Direcciones Provinciales se ejecutó el Plan de Prevención, Control de Incendios Forestales y Remediación de Áreas Afectadas en el Ecuador, el mismo que fue elaborado por el Programa Nacional de Restauración Forestal, de esta Cartera de Estado. Esto se enfoca en la recuperación de áreas afectadas por los incendios en época seca. Por consiguiente, es necesario promover acciones preventivas en la lucha contra incendios forestales, a través de la difusión y concienciación en los sitios de mayor incidencia (MAAE, 2019).

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- Las estadísticas sobre incendios forestales en el cantón Jipijapa durante el periodo 2010-2020, aunque son incompletas, permitieron establecer patrones temporales y espaciales de las ocurrencias de incendios y su causalidad, lo cual constituye un aporte importante y relevante sobre cuándo, dónde y por qué ocurren los incendios en la localidad, informaciones que podrán utilizar los decisores de las actividades de manejo del fuego.
- En el ámbito espacial quedó establecido que los 218 incendios ocurridos en el periodo analizado se registraron en un total de 78 localidades. No obstante, el 81,19 % se concentró en 14 de ellas.
- Temporalmente se pudo definir que la época de incendios se ubica de agosto a diciembre y que la mayor cantidad de ellos se iniciaron entre las 13:00 y las 16:00 horas, lo cual está asociado a la distribución anual de las precipitaciones y al comportamiento diario de la temperatura del aire y de la humedad relativa, condiciones que favorecen el aumento de la cantidad de combustibles disponibles. Las causas para el inicio del fuego y,

consecuentemente, la generación de incendios en la localidad objeto de estudio, todas fueron de origen antrópico.

- El sistema de protección contra incendios forestales en el cantón Jipijapa tiene varias deficiencias tanto de carácter conceptual como práctico, las que afectan su eficiencia. Se destacan la falta de claridad con el concepto de incendio forestal, el desconocimiento de métodos para el uso eficiente de las herramientas manuales utilizadas para la construcción de cortafuegos y líneas de defensa y las características del sistema de detección de incendios.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar lo siguiente:

- Repetir esta investigación en otras localidades de la provincia de Manabí y del país con el fin de perfeccionar la protección contra incendios.
- Como parte de la vinculación de la universidad con la sociedad, el trabajo debe ser presentado en el Cuerpo de Bomberos del cantón Jipijapa.

Referencias bibliográficas

Castro, J. (2009). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral “Macurijes” de 1998 a 2007* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Climate-Data.org. (2020). Clima Jipijapa: climograma de Jipijapa - Climate-Data.org.

García, H. J. (2007). *Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia Pinar del Río de 1997 a 2006* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

García, H. J. (2019). *Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012-2018. Santa Ana* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). *Clima promedio de Jipijapa*. Jipijapa: Inamhi.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Población de Jipijapa. Jipijapa: Censo Poblacional y de Vivienda*. Recuperado de <http://poblacion.population.city/ecuador/jipijapa/>
- Julio, G. (2004). Gestión en la protección contra incendios forestales en América del Sur. Córdoba, España.
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2019). *Prevención y control de incendios una prioridad nacional*. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente y Agua.
- Plaza, J. (2020). *Historia de Jipijapa*. Jipijapa: Gobierno de Manabí Jipijapa. Obtenido de <https://www.manabi.gob.ec/cantones/jipijapa#:~:text=Municipio%20Jipijapa&text=Est%C3%A1%20ubicado%20al%20sur%20de,se%20extendieron%20por%20esta%20regi%C3%B3n>
- Ramos, M. P. (2004). *Técnicas de prevención de incendios forestales. Informe final*. Proyecto TCP/GUA/2903 (A) - FAO. Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales del Departamento de Petén, Guatemala.
- Ramos, M. P. (2012). *Desempeño de los índices de Nesterov, fórmula de Monte Alegre y fórmula de Monte Alegre alterada en la Empresa Forestal Macurije, Pinar del Río, Cuba* (Tesis de pos-doctorado). Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.
- Ramos, M. P., Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. y Martínez, L. W. (2013). Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, 43(2), 231-240.

Sanhueza, P. I. (2004). Diagnóstico Regional de América del Sur sobre la Cooperación Internacional en el Manejo de Incendios Forestales. Conaf, Chile.

Soares, R. V. (1985). *Incendios florestais. Controle e uso do fogo*. Fundacao de Pesquisas Florestais do Paraná, 213.

Volpi, C. E. (2004). *Plan de proteccion contra incendios forestales para el parque Nacional Alerce Andino*. Valdivia-Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fifu.81p/pdf/fifu.81p.pdf>

Anexos

Anexo 1. *Elementos que se tuvieron en cuenta durante la entrevista realizada al personal del Cuerpo de Bomberos.*

Comportamiento histórico de los incendios forestales

- ¿Realizan análisis de las estadísticas de los incendios?
- ¿Qué elementos tienen en cuenta para hacer estos estudios?

Prevención

- ¿Existen mapas en la institución que muestren el sistema de protección y su estructura? (Torres de observación, tomas de agua, trochas (rondas), carreteras, caminos, instalaciones vulnerables (casas, viveros, huertos semilleros, etc.), puntos de ubicación de las cuadrillas o brigadas, equipos y vehículos de combate, etc.).
- ¿Existe algún personal dedicado a la prevención durante todo el año?, ¿qué calificación tienen?, ¿qué actividades realizan?
- ¿Ubican los incendios forestales en mapas?
- ¿Utilizan algún índice de peligro?, ¿cuál?, ¿en qué consiste?, ¿divulgan el grado de peligro?
- ¿Utilizan las informaciones meteorológicas?, ¿cuáles y de dónde las obtienen?
- ¿Qué acciones de educación formal y no formal realizan sobre prevención de las causas de incendios de origen antrópico?
- ¿Qué procedimientos y medidas de prevención de incendios



forestales se utilizan en el cantón?, ¿quiénes y cómo las implementan?, ¿a quiénes están dirigidas?

- ¿Elaboran planes de prevención para el uso del fuego y los incendios forestales? Si tienen eso, pida una copia y que expliquen quién lo hace, en qué fecha lo hacen, cómo lo implementan en la práctica, dificultades que han tenido con eso, etc.
- ¿Cómo realizan la divulgación de las acciones de prevención (materiales informativos, volantes, medios de divulgación, contactos personales, otros)?
- ¿Existen planes y programas relacionados con campañas de comunicación para la creación de conciencia pública sobre el uso del fuego en las actividades agrícolas y forestales? Si la respuesta es sí, entonces pedir el plan o el programa de comunicación para nosotros analizarlo.
- ¿Sabemos cuál es el símbolo de la prevención de incendios en Ecuador?
- ¿Pueden mencionar posibles alternativas al uso del fuego en actividades agrícolas y forestales?
- Violaciones más frecuentes en el área de la protección contra incendios forestales.
- Conocimiento sobre lo dispuesto tanto en el COA como en el Reglamento al COA.

Comunicaciones

- Características de los equipos y medios utilizados, tipos, cantidad, ubicación, alcance, etc.
- Sistema de alarma (organigrama).
- ¿Quiénes avisan al Cuerpo de Bomberos para salir a combatir un incendio forestal?, ¿existen algunas dificultades con eso?, ¿cuál es el tiempo promedio entre el inicio del incendio y la llegada a ustedes de ese aviso y cuál el tiempo promedio entre esto y la llegada a los incendios?

Vigilancia

- ¿Existe control de acceso de personal y/o vehículos a áreas forestales? (Puntos de control).
- Formas en que se materializa la vigilancia. Cantidad de hombres por hectáreas. Características de los vigías. Formas de patrullaje (itinerarios).
- Formas de actuación: educación, persuasión, advertencia, aplicación de la ley.
- Permanencia del personal encargado de la vigilancia durante el año.
- Sistema de torres de observación. Características, equipamiento (alidadas, binoculares, estuche meteorológico), cantidad, radio de acción, triangulación, funcionamiento, mantenimiento.

Silvicultura preventiva

- Existencia de cortafuegos: tipos, mantenimiento, densidad, vías de acceso, transitabilidad, ubicación (con relación a la velocidad predominante de los vientos, topografía). Instructivos técnicos para su construcción y ubicación.
- Modificación estructural de los combustibles (quemadas prescritas, pastoreo, aprovechamiento de residuos, desbroces, podas artificiales, etc.).
- Medidas de prevención en áreas de aprovechamiento de la madera o de productos forestales no madereros y su transporte.
- Presencia del tema incendios forestales en los planes de manejo forestal. Para evidenciar esto sería bueno, si les fuera posible, visitar alguna propiedad dedicada a la producción de madera.

Colindancias o áreas de amortiguamiento

- Legislación, reglamentos, etc. Medidas de prevención aplicadas.
- Funcionamiento como áreas de amortiguamiento.
- Usos del fuego. Técnicas empleadas. Medidas de prevención empleadas.

Anexo 2. Imágenes tomadas durante el desarrollo de la entrevista.



Acompañada de mi tutor, Dr. Marcos Pedro Ramos, entrevistando al Sr. Miguel Fuentes (capitán del Cuerpo de Bomberos).



Diálogo con el Sr. Vicente García (maquinista, cabo).



Junto al mapa del Cuerpo de Bomberos del cantón Jipijapa y sus parroquias.

Anexo 3. Distribución de las ocurrencias de incendios según las localidades en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Localidades	Ocurrencias		Localidades	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
Las Mercedes	1	0,47	San Antonio	2	0,93
Vía Cayo	5	2,34	Cabo de Hacha	1	0,47
Eloy Alfaro	4	1,87	Pacheco	1	0,47
San Vicente	10	4,67	La Susana	2	0,93
Parrales iguales	6	2,80	Los Vergeles	2	0,93
Puertas del Sol	3	1,40	Paján	1	0,47
Sancán	29	13,55	La Piladora	1	0,47
Renato Burgos	2	0,93	Colón Quimis	5	2,34
República	1	0,47	San Gregorio	1	0,47
Quiteño Libre	1	0,47	Camal Municipal	1	0,47
Cdla. 1 de Julio	7	3,27	Cdla. El Paraíso	3	1,40
Vía a Manta	2	0,93	Puerto Cayo	6	2,80
Julcuy	9	4,21	Colimes	2	0,93
La Naranja	1	0,47	Colegio República	1	0,47
La Cárcel	6	2,80	La Gloria	1	0,47
24 de Mayo	4	1,80	By Pass	2	0,93
Colorado	1	0,47	San Sebastián	1	0,47
Cdla. 8 de Enero	1	0,47	Cdla. Che Guevara	1	0,47
Cdla. 3 de Mayo	1	0,47	La Pila	1	0,47
Joa	3	1,40	Cdla. Bellavista	1	0,47
Quimis	7	3,27	San Bembe	4	1,87
Cdla. Luis Bustamante	7	3,27	Las Américas	3	1,40
1 de Noviembre	1	0,47	El Anegado	1	0,47
Gangotena	1	0,47	Cdla. Ricardo Loor	1	0,47
Curva de la muerte	1	0,47	El Páramo	1	0,47
Choclo	7	3,27	Cascol	2	0,93
Innfa	1	0,47	Cristo del Consuelo	1	0,47
Choconcha	2	0,93	Cdla. Casa para todos	1	0,47
Santa Rosa	7	3,27	Av. Los Choferes	1	0,47
Los Patios	1	0,47	Calle Washington y Rocafuerte	1	0,47
Pedro Pablo Gómez	2	0,93	Avilés y Juan Montalvo	1	0,47
Los Amarillos	3	1,40	Vía Colón	1	0,47
Montalvo	1	0,47	Cabañas del Redondel	2	0,93
Chade	6	2,80	Vía Novoa	2	0,93
Matapalo	1	0,47	Centro de Rehabilitación	2	0,93
Canta Gallo	1	0,47	Recinto Pita	2	0,93
Cdla. San José	1	0,47	Jipijapa	2	0,93
Cdla. Renato Ibarra	1	0,47	Positos	1	0,47
Vía Guayaquil	3	1,40	Total	218	100,00

Anexo 4. Distribución de los incendios por localidades según las causas en el cantón Jipijapa (2010-2020).

Localidades	Negligencias		Intencionales		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Vía a Cayo	1	1,56	0	0	0	0
Merced	0	0,00	1	100	0	0
Puertas del Sol	1	1,56	0	0	0	0
República	1	1,56	0	0	0	0
Cdla. 1 de Julio	3	4,69	0	0	0	0
Cdla. 24 de Mayo	3	4,69	0	0	0	0
Cdla. 3 de Mayo	1	1,56	0	0	0	0
Cdla. 1 de Julio	1	1,56	0	0	0	0
Joa	1	1,56	0	0	0	0
Vía Manta	1	1,56	0	0	0	0
Cdla. 1 de Noviembre	1	1,56	1	0	0	0
Gangotena	1	1,56	1	0	0	0
Choclo	3	4,69	0	0	0	0
Parrales Iguales	4	6,25	0	0	0	0
Santa Rosa	2	3,13	0	0	0	0
Sancán	10	15,63	0	0	0	0
Cdla. San José	1	1,56	0	0	0	0
Los Vergeles	2	3,13	0	0	0	0
San Vicente	2	3,13	0	0	0	0
Julcuy	2	3,13	0	0	0	0
Cdla. Luis Bustamante	2	3,13	0	0	0	0
La Gloria	1	1,56	0	0	0	0
La Cárcel	2	3,13	0	0	0	0
Chade	3	4,69	0	0	0	0
San Sebastián	1	1,56	0	0	0	0
Eloy Alfaro	1	1,56	0	0	0	0
El Paraíso	1	1,56	0	0	0	0
El Anegado	1	1,56	0	0	0	0
El Páramo	1	1,56	0	0	0	0
Puerto Cayo	1	1,56	0	0	1	25
Jipijapa	2	3,13	0	0	0	0
Av. Los Choferes	1	1,56	0	0	0	0
Calle Washington y Rocafuerte	0	0,00	0	0	1	25
Avilés y Juan Montalvo	1	1,56	0	0	0	0
San Bembe	3	3,13	0	0	0	0
Vía Colón	0	0,00	0	0	1	25
Choconcha	1	1,56	0	0	0	0
Vía Novoa	0	0,00	0	0	1	25
Las Américas	1	1,56	0	0	0	0
Centro de Rehabilitación	1	1,56	0	0	0	0

Investigaciones sobre el comportamiento histórico



Positos	1	1,56	0	0	0	0
Totales	65	100,00	1	100,00	4	100,00

Nota: Se muestran solo las ocurrencias en que fue posible identificar las causas de su origen.

.....

3.2. Ocurrencia de incendios forestales en Olmedo, Manabí, Ecuador, en el período 2011-2019

Gema Monserrate Espinales Reyes, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
Ignacio Estévez Valdés, Tayron Omar Manrique Toala

Resumen

La quema de la vegetación en las zonas rurales, relacionada principalmente con las actividades agrícolas, es una fuente importante de producción de gases de efecto invernadero, a la vez que producen otros efectos negativos sobre el medio ambiente. El presente estudio se realizó con el objetivo de analizar la ocurrencia de incendios forestales en Olmedo, Manabí, Ecuador, en el periodo 2011-2019. Los datos fueron facilitados por el Cuerpo de Bomberos de la localidad. La investigación se llevó a cabo considerando la ocurrencia de incendios y sus causas en un contexto espacio-temporal (localidades, período de años, meses y días de la semana). El procesamiento de la información se realizó con el programa Microsoft Excel 2010. Entre los principales resultados obtenidos se puede mencionar que en el período de estudio se registró un total de 87 incendios forestales distribuidos en 38 localidades: 22 de los 55 recintos (59,77 %) y 16 de los 32 sitios (40,23 %) existentes en el área cantonal. La principal conclusión obtenida es que la mayor parte de incendios forestales ocurrieron en el período seco, que va de julio a diciembre, focalizándose en los meses de noviembre y diciembre, por lo que se requiere extremar las medidas de prevención y control en este período.

Palabras clave: Incendios de vegetación, comportamiento histórico, bitácoras, prevención.

Abstract

The burning of vegetation in rural areas, mainly related to agricultural activities, is an important source of greenhouse gas production, as well as other negative effects on the environment. The present study was car-

ried out in order to analyze the occurrence of forest fires in the Olmedo, Manabí, Ecuador in the period 2011 - 2019. The data were provided by the local Fire Department. The research was carried out considering the occurrences of fires and their causes in a spatio-temporal context (locations, period of years, months and days of the week). The information processing was carried out with Microsoft Excel 2010. Among the main results obtained, it can be mentioned that in the study period a total of 87 forest fires distributed in 38 locations were registered: 22 enclosures (59.77 %) and 16 sites (40.23 %). The main conclusion obtained is that most of the forest fires occurred in the dry period that runs from July to December, focusing on the months of November and December, which is why it is necessary to take extreme measures of prevention and control in this period.

Keywords: Vegetation fires, historical behavior, logs, prevention.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar la ocurrencia de incendios forestales en Olmedo, Manabí, Ecuador, en el periodo 2011-2019.

Objetivos específicos

- Definir la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en el cantón Olmedo.
- Analizar la distribución espacio-temporal de las causas que originaron los incendios forestales.

Objeto de estudio

Ocurrencia de incendios forestales en Olmedo.

Campo de acción

Ocurrencia de incendios forestales en Olmedo, considerando tanto la distribución espacio-temporal de la ocurrencia como las causas que originan los incendios.

.....

Pregunta de Investigación

¿Cuál habrá sido la ocurrencia de incendios forestales y sus causas en Olmedo, Manabí, Ecuador, en el período 2011-2019?

Alcance de la investigación

El alcance de la presente investigación es descriptivo.

Materiales y métodos

Localización del área de estudio

El cantón Olmedo se encuentra localizado en la parte sur oriental de la provincia de Manabí, limitando al norte con el cantón Santa Ana, al sur con el cantón Paján, al este con los cantones Colimes y Balzar de la provincia del Guayas y al oeste con el cantón 24 de Mayo (Figura 1). En el ámbito jurisdiccional no registra división de parroquias (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [Senplades], 2015).

El cantón Olmedo se encuentra en la zona climática tropical megatérnico húmedo, con temperaturas que oscilan entre 23 y 27 °C, con un promedio en zonas rurales de 24 °C, mientras que las precipitaciones medias anuales se encuentran entre 1 000 y 1 800 mm, siendo la humedad relativa promedio del 84 %. En Olmedo se encuentran zonas que poseen un déficit hídrico para actividades agrícolas, con precipitaciones que van de 500 a 600 mm. El número de días secos varía desde 130, en la parte oriental del cantón, hasta 170 días, en el occidente. El clima del área de estudio presenta dos épocas bien definidas: la época de lluvias entre los meses de enero y mayo y la época de sequía, entre junio y diciembre (Senplades, 2015).

Generalmente en las partes altas se encuentran suelos de textura que va de arcillosa-arenosa a franco-arcillosa-limosa, encontrándose los más profundos en la parte baja del valle, que son de origen aluvial, cuya textura generalmente va de franco-arcilloso a arcilloso-limoso, muy apropiado para el uso agrícola y ganadero. Sobre las colinas de lutitas, limolitas y entre pendientes de 25 al 45 %, son comunes los sue-

Investigaciones sobre el comportamiento histórico

los desarrollados con más del 35 % de arcilla y un pH cercano a 7. Los tipos de suelo característicos del cantón son: mollisoles, inceptisoles, entisoles, alfisoles y vertisoles. El cantón Olmedo posee una superficie de 23 273 ha de las cuales 12 939 ha están cubiertas por pastos (55-60 %); 4 407 ha están destinadas para conservación y protección; 2 758 ha poseen uso agrícola, 1 800 ha poseen un uso agropecuario mixto; 594 ha son de uso forestal; 607 ha constituyen tierras en descanso; 63 ha son para uso antrópico y apenas 1,5 ha son tierras improductivas, mientras que el área urbana representa 103,5 ha (Senplades, 2015).

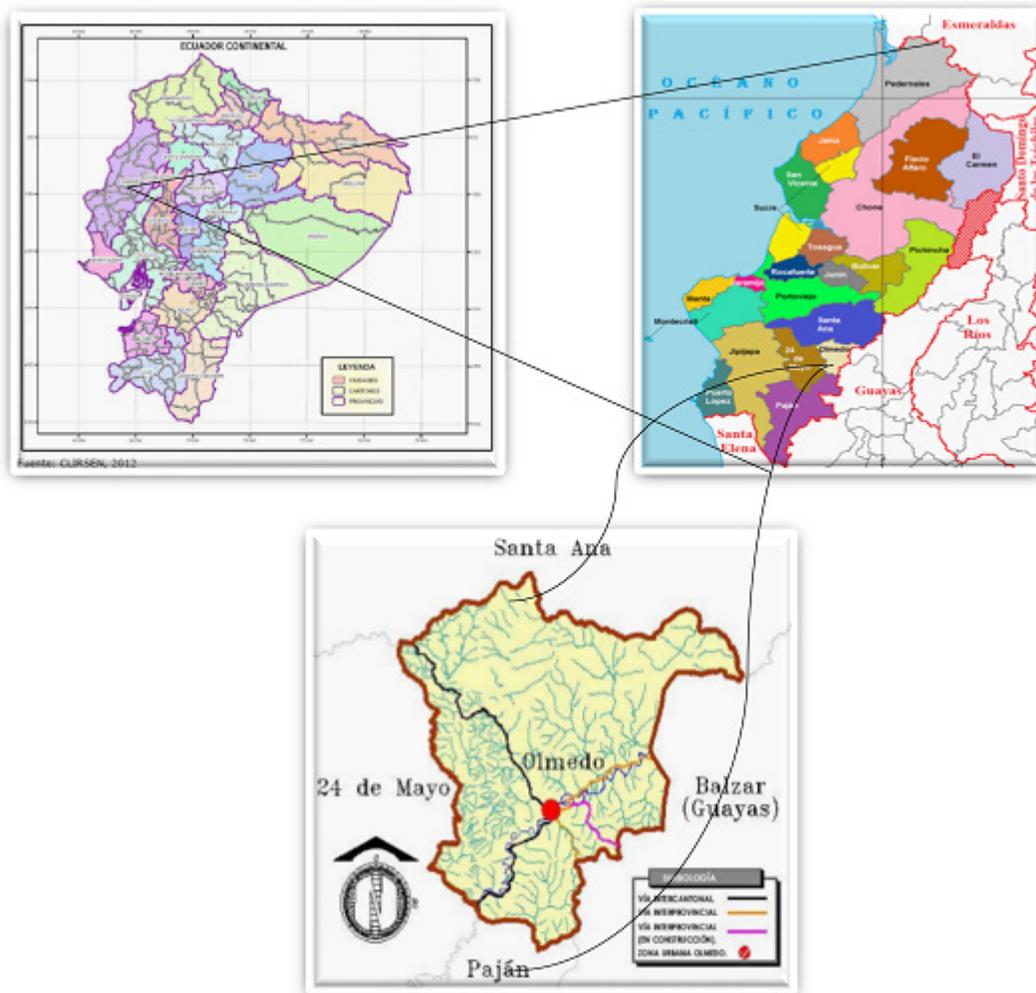


Figura 1. Ubicación del cantón Olmedo.

En el cantón Olmedo se encuentra principalmente dos tipos de formaciones geológicas: la formación Borbón y la formación Onzole, aunque también se puede encontrar: depósitos aluviales de textura variable, depósitos coluviales y depósitos coluvio-aluviales. El territorio posee fuertes contrastes en el que predominan pendientes fuertes (91 216 ha) que van del 40 al 70 %; pendientes muy fuertes, de 70 al 100 % y pendientes escarpadas que superan el 100 %; además, se encuentran pendientes de media a fuerte que van del 25 al 40 %; pendientes medias entre 12 y 25 % y planas, con pendientes entre 0 y 2 % (Senplades, 2015).

La ecología del área está representada por las formaciones bosque deciduo de tierras bajas de la costa, bosque semideciduo de las cordilleras costeras, bosque de terrazas y de la llanura aluvial de la costa y el basal ribereño de tierras bajas de la costa (Senplades, 2015). Los recursos forestales del cantón Olmedo, al igual que otros cantones de Manabí, sufren las consecuencias de la acción depredadora de los seres humanos, por lo que permanentemente se reduce de manera alarmante su superficie boscosa, siendo la principal causa el cambio de uso de suelo para convertir los bosques en potreros o campos de cultivo. Sin embargo, en la última década el incremento del sector pecuario ha reducido miles de hectáreas de bosques provocando la extinción de una gran variedad de plantas y animales (Senplades, 2017).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial en el cantón Olmedo se constató la incidencia de eventos antrópicos, de los cuales una gran mayoría son incendios forestales de poca y mediana magnitud; se determinó que la vegetación afectada principalmente fue malezas, pastos y matorrales (Senplades, 2015).

Datos del Instituto Espacial Ecuatoriano del año 2011 indican que la vegetación arbustiva y herbácea disminuyó en el período 1990-2008 de 5,82 % a 0,34 % y los bosques desaparecieron por el cambio de uso de suelo provocando un aumento de las tierras agropecuarias de

92,08 % a 98,04 %. De igual manera la Secretaría de Gestión de Riesgos en el año 2013 informó sobre eventos antrópicos en el cantón Olmedo, de los cuales la mayoría son incendios forestales de poca y mediana intensidad. Las áreas más afectadas fueron de malezas, pastos y matorrales, aunque no cuantifican superficies (Senplades, 2017).

Base de datos de incendios forestales

Para desarrollar esta investigación se utilizó un diseño de investigación no experimental de tipo longitudinal. Dichos estudios, según Hernández, *et al.* (2014), recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos.

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Olmedo del 2011 al 2019 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. La base de datos se creó con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, fecha, hora de detección, tipo de incendio, causa, tipo de negligencia, vegetación afectada, tipo de bosque (natural o plantación) y área quemada. Debe decirse que no todos los campos de la mencionada base de datos pudieron ser llenados para cada uno de los incendios ocurridos por falta de información en las bitácoras utilizadas por el Cuerpo de Bomberos para registrar sus actuaciones en incendios forestales.

Distribución espacio-temporal de las ocurrencias de incendios forestales y sus causas

La definición de la distribución espacio-temporal de los incendios forestales ocurridos en el cantón Olmedo se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de las ocurrencias de incendios y sus causas de acuerdo a variables tales como: localidades, periodo de años, meses y días de la semana. Se observó

la clasificación de causas dada por Vélez (1981) la cual es utilizada en otros países. Esta clasificación agrupa las causas en naturales (rayos y autocombustión), negligencias, intencionales, accidentes y desconocidas. El procesamiento de la información se realizó con Microsoft Excel 2010.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

En el cantón Olmedo durante el período 2011-2019 se reportó un total de 87 incendios forestales distribuidos en 38 localidades; entre ellas 22 recintos (59,77 %) y 16 sitios (40,23 %), puesto que el cantón no posee parroquias rurales (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en Olmedo (2011-2019).

Recintos	Ocurrencia		Sitios	Ocurrencia	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
El Pajarito	2	2,30	Ándico	4	4,00
Montenegro	6	6,89	Los Limos	4	4,60
San Pablo Arriba	1	1,15	La Majagua	1	1,15
Las Villegas	4	4,60	El Laurel	8	9,18
Tablada de Cadi	2	2,30	El Potrillo	2	2,30
La Pajita	1	1,15	La Planchada	1	1,15
Sequel de arriba	1	1,15	Estero Saíno	2	2,30
Santa Margarita	3	3,45	La Guaracha	1	1,15
Tablada de Cadial	1	1,15	Cañita de Villegas	1	1,15
Las delicias	3	3,45	Cerro Canoa	4	4,60
Tablada de Soledad	2	2,30	Vía a Balzar	2	2,30
Calvo Grande	1	1,15	Vía Sixto Durán	1	1,15
San Pablo	1	1,15	Las Mercedes	1	1,15
San Roque	2	2,30	Aguas Blancas	1	1,15
Las Losas	9	10,34	Y de Bellavista	1	1,15
Cristo del Consuelo	6	6,89	El Sequel	1	1,15
Estero León	1	1,15	Total	35	40,23

La Cruz	1	1,15
Dos Bocas	2	2,30
El Cedro	1	1,15
La Canoa	1	1,15
Estero Chico	1	1,15
Total	52	59,77

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución a través del periodo de años

La distribución de los incendios forestales a través de los años durante el período 2011-2019 en el cantón Olmedo mostró que los mayores porcentajes de éstos se presentaron en el período 2016-2019, cuyos años superan la media anual calculada de 9,6 incendios; cuantificándose en 58, lo que representa el 66,6% del total (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los años en Olmedo (2011-2019).

Años	Incendios	
	(N.º)	(%)
2011	7	8,1
2012	5	5,7
2013	7	8,1
2014	4	4,6
2015	6	6,9
2016	9	10,3
2017	14	16,1
2018	16	18,3
2019	19	21,8
Total	87	100,0

Distribución según los meses del año

La figura 2 muestra que la distribución de la ocurrencia de incendios durante el período 2011-2019 cambia durante el año, presentando cuatro meses: octubre, noviembre, diciembre y enero, valores por encima de la media (7,2 incendios) con 72 flagelos (82,7 % del total) en esa

época del año la cual coincide con el periodo seco, en el que se realiza la limpieza de terrenos con fuego, para la siembra de cultivos estacionales, una vez que comienza la lluvia en febrero o marzo.

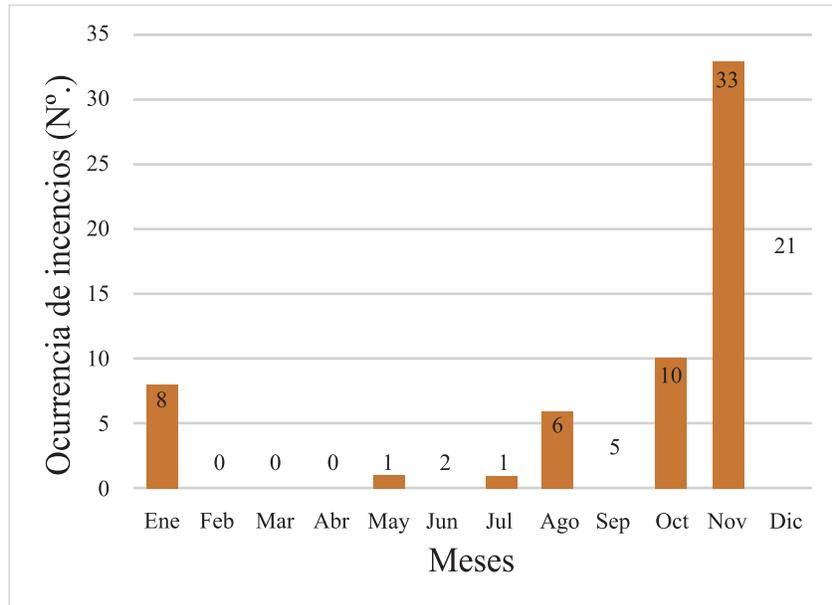


Figura 2. Distribución de la ocurrencia de incendios según los meses en Olmedo (2011-2019).

Distribución según los días de la semana

La distribución del número de incendios ocurridos en el período de estudio con relación a los días de la semana muestra que los días viernes y sábados se presenta el mayor porcentaje de siniestros (Figura 3) por lo que se hace necesario observar principalmente durante esos días de la semana los protocolos de prevención con el fin de evitar la ocurrencia de incendios forestales.

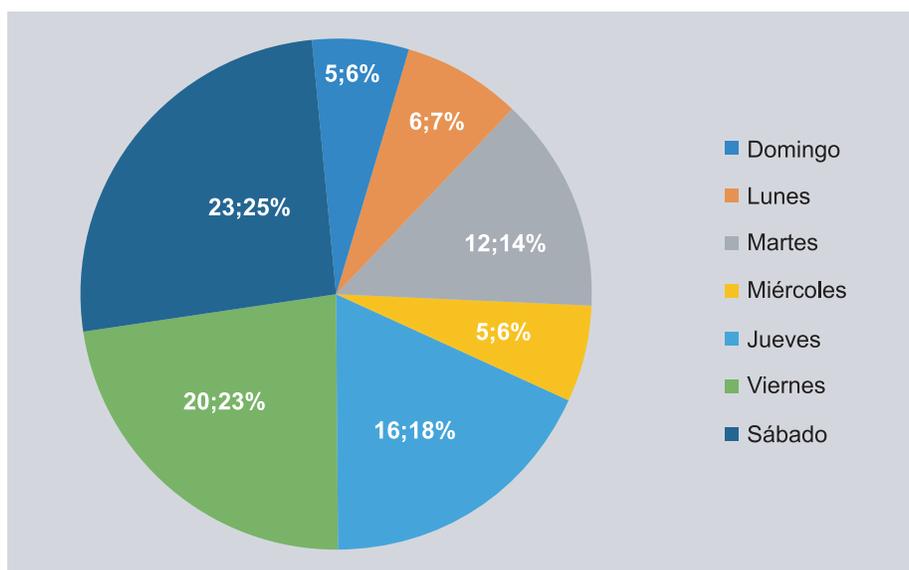


Figura 3. Porcentajes de la ocurrencia de incendios por días de la semana en Olmedo (2011-2019).

Distribución espacial de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas según las localidades

La distribución de las causas en las nueve localidades donde se reportó la mayor cantidad de incendios se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de las causas de incendios según las localidades más afectadas en Olmedo (2011-2019).

Localidades	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total (N.º)
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
Recinto Las Losas	3	18,75	1	20,00	5	20,83	9
Sitio El Laurel	1	6,25	1	20,00	6	25,00	8
Recinto Montenegro	2	12,50	1	20,00	3	12,50	6
Recinto Las Villegas	2	12,50	0	0,00	2	8,33	4
Sitio Ándico	3	18,75	0	0,00	1	4,17	4
Sitio Los Limos	0	0,00	0	0,00	4	16,67	4
Sitio Cerro Canoa	1	6,25	0	0,00	3	12,50	4
Recinto Sta. Margarita	2	12,50	1	20,00	0	0,00	3
Recinto Las Delicias	2	12,50	1	20,00	0	0,00	3
Totales	16	100,00	5	100,00	24	100,00	45

Distribución temporal de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas a través del periodo de años

Entre los orígenes de incendios forestales en el cantón Olmedo predominan los incendios cuya causa es desconocida con un valor de 39 incendios que representan el 44,83 % y las negligencias con un total de 34 incendios (39,08 %). Además, se encuentran 14 incendios intencionales (16,09 %) (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de las causas de incendios a través de los años en Olmedo (2011-2019).

Años	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total (N.º)
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
2011	3	8,82	1	7,14	3	7,69	7
2012	3	8,82	0	0,00	2	5,14	5
2013	4	11,76	0	0,00	3	7,69	7
2014	2	5,89	1	7,14	1	2,56	4
2015	3	8,82	0	0,00	3	7,69	6
2016	3	8,82	1	7,14	5	12,82	9
2017	5	14,71	2	14,28	7	17,95	14
2018	2	5,89	6	42,85	8	20,51	16
2019	9	26,47	3	21,43	7	17,95	19
Total	34	100,00	14	100,00	39	100,00	87

Distribución de las causas según los meses del año

En cuanto a la distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas (Tabla 5), de un total de 87 incendios forestales la mayor cantidad originados por negligencias se presentó en noviembre (13) y diciembre (8), de forma intencional en octubre (5) y noviembre (5) y por causas no determinadas en noviembre (15) y diciembre (11).

Tabla 5. Distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas en Olmedo (2011-2019).

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)
Enero	4	11,11	0	0,00	4	10,81	8
Febrero	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Marzo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Abril	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Mayo	0	0,00	0	0,00	1	2,70	1
Junio	2	5,56	0	0,00	0	0,00	2
Julio	0	0,00	0	0,00	1	2,70	1
Agosto	3	8,33	1	7,14	2	5,41	6
Septiembre	2	5,56	1	7,14	2	5,41	5
Octubre	4	11,11	5	35,72	1	2,70	10
Noviembre	13	36,11	5	35,72	15	40,54	33
Diciembre	8	22,22	2	14,28	11	29,73	21
Totales	36	100,00	14	100,00	37	100,00	87

Distribución de las causas a través de los días de la semana

En la tabla 6 se muestra que las negligencias predominan los días sábados con 13 incendios (31,71 %) y las causas intencionales con 5 incendios (29,41 %), mientras que entre las causas desconocidas el valor más alto se registró el día viernes con 9 incendios (31,04 %).

Tabla 6. Distribución semanal de la ocurrencia de incendios según las causas en Olmedo (2011-2019).

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Totales
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)
Domingo	3	7,31	0	0,00	2	6,90	5
Lunes	2	4,88	1	5,88	3	10,34	6
Martes	6	14,63	2	11,76	4	13,79	12
Miércoles	2	4,88	2	11,76	1	3,45	5
Jueves	7	17,08	4	23,53	5	17,24	16
Viernes	8	19,51	3	17,65	9	31,04	20
Sábado	13	31,71	5	29,41	5	17,24	23
Totales	41	100,00	17	100,00	29	100,00	87

Discusión

Ocurrencia de incendio

Al analizar la ocurrencia de incendios forestales en el cantón Olmedo en el periodo 2011-2019, se encuentra un registro de 87 flagelos, 52 de los cuales afectaron a recintos y 16 a varios sitios, puesto que en el área de estudio no existen parroquias rurales. La ocurrencia media anual en el periodo de estudio fue de 9,6 incendios y el valor máximo se registró en el año 2019 con 19 incendios (21,80 % del total), valor inferior al obtenido por García (2019) en el cantón Santa Ana en el período 2012-2018 cuya media fue de 13. Asimismo, Ramos, Padrón y Cabrera (2013), en un estudio similar realizado en Pinar del Río, Cuba, en el período 2002-2011, reportaron 73 incendios, para una media anual de 7,3 incendios.

En cuanto a la distribución mensual se obtuvo en noviembre el valor máximo de incendios (33), similar a lo reportado por García (2019), mientras que Ramos *et al.* (2013) en Pinar del Río, Cuba, encontraron la mayor cantidad en el mes de marzo, lo cual se debe a la ubicación de las áreas objeto de estudio en diferentes hemisferios.

Causas de los incendios forestales

En el presente estudio las principales causas encontradas fueron desconocidas (39 incendios), negligencias (34 incendios) e intencionales (14 incendios), lo cual difiere con lo encontrado con Ramos *et al.* (2013) quienes reportaron que las causas naturales facilitaron el surgimiento de 54 incendios (62,07 % del total), seguido de las intencionales (20,69 %) y las negligencias (17,24 %); mientras que García (2019) en su estudio realizado en un área colindante, muy cercana al cantón Olmedo, no pudo especificar la causa del origen de los incendios por falta de datos.

En relación con la distribución mensual de las causas se encontró que las negligencias mostraron su mayor valor en noviembre con 13 incendios (36,11 %) al igual que las intencionales con 5 incendios (35,72 %) y las desconocidas con 15 incendios (40,54 %) lo que difiere con lo reportado por García (2019) quien encontró que el mes de mayor impacto fue diciembre con 22 incendios ocasionados por causas desconocidas; mientras que Ramos *et al.* (2013) en el periodo del 2002 al 2011 reportaron 54 incendios provocados por rayos, siendo los meses de mayor impacto mayo y julio.

Conclusiones

- Durante el periodo 2011-2019 ocurrieron en el área territorial del cantón Olmedo un total de 87 incendios, con la característica de que la mayor parte de ellos se dan en el periodo seco que va de julio a diciembre, focalizándose en los meses de noviembre y diciembre, cuando los campesinos realizan el respectivo desmonte y limpieza de sus predios previo a nuevos cultivos estacionales.
- Las principales causas de los incendios fueron las desconocidas, las negligencias y las intencionales con 37, 36 y 14 incendios forestales, respectivamente.

Recomendaciones

- Se requiere la vigencia de medidas de prevención y control, que permitan minimizar los efectos provocados por los incendios forestales, puesto que, siendo un cantón pequeño, presenta un número significativo de flagelos, lo que conlleva a que en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial se integre la gestión de riesgos, cuya acción preventiva podría ayudar a mejorar las condiciones y la calidad de vida de la población y evitar los riesgos que representan los incendios.
- Para evitar las causas que originan los flagelos existe una serie de protocolos y medidas que se deben considerar para lo cual sería imperativo el concurso de toda la población y, por otro lado, se debería considerar la realización de otros proyectos de estas características que permitan visualizar con mayor objetividad la problemática relacionada con los incendios forestales.

Referencias bibliográficas

- García, H. J. (2019). *Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el período 2012-2018*. Santa Ana (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Instituto Geográfico Militar. (1984). *Instituto Geográfico del Ecuador*. http://www.igm.gob.ec/work/files/cartabase/m/MIV_D2.htm
- Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Ramos, M. P., Padrón, C. y Cabrera, J. (2013). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la empresa forestal “Minas de Matahambre”, Pinar del Río, Cuba de 2002 a 2011. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 1(2), 1-15.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Olmedo. Olmedo, Manabí, Ecuador: GAD Olmedo.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Olmedo 2015-2017. Olmedo, Manabí, Ecuador: GAD Olmedo.

Vélez, R. (1981). Defensa contra incendios en el medio natural. Tratado del Medio Natural (tomo IV). Universidad Politécnica de Madrid. España, pp. 293-348.

.....

3.3. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador (2014-2018)

Cindy Gabriela González Reyes, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
Mónica Virginia Tapia Zúñiga, Ignacio Estévez Valdés

Resumen

Las estadísticas de los incendios forestales proporcionan información precisa para la toma de decisiones. El análisis de los datos permite definir cuándo, dónde y por qué se originan los incendios. El objetivo de esta investigación fue analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján, provincia de Manabí, Ecuador, en el período 2014-2018. Los datos fueron facilitados por el Cuerpo de Bomberos del cantón Paján. El análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales se realizó considerando un contexto temporal (años, meses, días, hora del día) y espacial (tipo de vegetación afectada, localidades) de las ocurrencias de incendios. Para realizar el procesamiento de la información se utilizó el programa Microsoft Excel. Como resultado se obtuvo que el año 2018 fue el de mayor porcentaje de ocurrencias (30,16 %) y que en los meses de octubre y noviembre se registró el 85,72 % del total de las ocurrencias, siendo en horas de la tarde donde ocurrió el mayor número de incendios. En la parroquia Cascol ocurrieron más de la mitad de los incendios (50,79 %). El tipo de vegetación que más se vio afectada a causa de los incendios forestales fue la maleza, con un 46,03 %. Se pudo constatar que en las bitácoras faltan informaciones importantes para hacer los correspondientes análisis del comportamiento histórico con la calidad requerida.

Palabras clave: Incendios de la cobertura vegetal, bitácoras, prevención de incendios, siniestro.

Abstract

Forest fire statistics provide accurate information for decision making. The analysis of the data allows to define when, where and why the fires

originate. The objective of this research was to analyze the historical behavior of forest fires in the Paján canton, Province of Manabí, Ecuador, in the 2014-2018 period. The data were provided by the Paján Canton Fire Department. The analysis of the historical behavior of forest fires was carried out considering a temporal (years, months, days, time of day) and spatial context (type of vegetation affected, localities) of fire occurrences. The Microsoft Excel was used to process the information. As results, it was obtained that the year 2018 was the one with the highest percentage of occurrences (30.16 %) and that in the months of October and November 85.72 % of the total occurrences were recorded, being in the afternoon hours where the greatest number of fires occurred. In Cascol Parish more than half of the fires occurred (50.79 %). The type of vegetation that was most affected by forest fires was weeds, with 46.03 %. It was found that in the logbooks there is a lack of important information to make the corresponding analysis of the historical behavior with the required quality.

Keywords: Plant cover fires, logbooks, fire prevention, accident.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján, provincia de Manabí, Ecuador, en el período 2014-2018.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios.
- Identificar las causas de los incendios de acuerdo con los datos disponibles.

Objeto de estudio

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján.

.....

Campo de acción

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján considerando la distribución temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) y espacial (localidades, tipos de vegetación) de la ocurrencia y las causas de los incendios.

Pregunta de investigación

¿Cuál habrá sido el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador, en el período 2014-2018?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

A continuación, se describen características del cantón Paján tales como ubicación, límites, clima, superficie, población y actividades económicas según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014-2019). El cantón Paján (San Juan Bautista de Las Golondrinas de Paján) posee una superficie de 1 086 km² y está ubicado al extremo sur de la provincia de Manabí. Limita al norte con el cantón 24 de Mayo, al noroeste con el cantón Jipijapa y Olmedo y al sur y sureste con la provincia del Guayas (Figura 1).

Figura 2. Mapa de localización del cantón Paján.



Fuente: Gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Manabí - PDOT 2015.

El río Paján es el principal curso hidrográfico que atraviesa de este a oeste, nace en las montañas de Vargas Torres, Ramo Grande, Ramo Chico, es alimentado por el estero Cancagua, río Mis Baque, estero María de Oro, río Hondo, estero la Trinidad, estero la Canoa, el Aguacatal, Guineal, las Guabas, las Muras, el Ají, Unión de las Cruces, varios esteros y riachuelos que sirven de afluentes y complementan la red hidrográfica hasta desembocar en el río Daule con el nombre de Colimes. La temperatura media anual en Paján es de 24 °C, con precipitaciones medias anuales de entre 1 000 y 2 000 mm. El clima es seco tropical, con marcada diferencia entre invierno y verano.

La población del cantón Paján, según datos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Paján (2014-2019), es de 37 073 habitantes cuya distribución por parroquias, de acuerdo al sexo, se muestra en la tabla 1. El 53 % de la población en el cantón Paján son hombres y el 47 % son mujeres.

Tabla 1. Distribución por parroquias de la población del cantón Paján.

Parroquias	Total	Hombres	Mujeres
Paján Urbano	6 260	3 262	2 998
Colimes	6 151	3 171	2 980
Campozano	8 682	4 563	4 119
Cascol	7 249	3 911	3 338
Guale	3 739	2 035	1 704
Lascano	4 992	2 587	2 405
Total	37 073	19 529	17 544

Fuente: PDOT cantón Paján, 2014.

La principal actividad económica del cantón es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con un 68,20 % de la población económicamente activa vinculada a la misma (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la población según las actividades económicas fundamentales en el cantón Paján.

Actividades económicas	Porcentajes
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	68,20
Comercio	7,70
Actividades del hogar	3,70
Transporte y almacenamiento	3,60
Construcción	3,60
Industrias manufactureras	3,10
Enseñanza	2,80
Administración pública y defensa	2,00
Actividades de alojamiento	1,90
Otras actividades de servicios	1,00
Otros	2,50

Fuente: PDOT cantón Paján, 2014.

Base de datos para la recolección de información de los incendios forestales

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Paján, perteneciente a la provincia de Manabí, durante los años 2014 al 2018, fueron proporcionados por el Cuerpo de Bomberos de este cantón. Con esta información se creó la base de datos mediante una hoja electrónica, misma que se conformó con campos tales como número de incendios, municipio, parroquia, cantón, coordenadas (lugar exacto donde ocurrió el siniestro), año, mes, día, hora de detección, tipo, causa, vegetación afectada y área quemada. No se encontró en las bitácoras del Cuerpo de Bomberos del cantón Paján toda la información necesaria para hacer un análisis detallado del comportamiento histórico de los incendios.

Distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios

La determinación de la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en el cantón Paján se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de los incendios ocurridos de acuerdo a los años, los meses, los días de la semana, las horas del día, los tipos de vegetación y las localidades. También las causas de los flagelos fueron analizadas de acuerdo con el procedimiento anterior. En este trabajo se utilizó la clasificación de las ocurrencias dada por Vélez (1981).

Resultados

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios

Distribución a través del período de años

Durante el periodo 2014-2018 ocurrieron en Paján 63 incendios forestales, siendo el año 2018 el de mayor porcentaje de incendios reportados (30,16 %) (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de las ocurrencias de los incendios a través del período de años en el cantón Paján (2014-2018).

Años	Incendios	
	Número	%
2014	6	9,52
2015	7	11,11
2016	18	28,57
2017	13	20,63
2018	19	30,16
Total	63	100,00

Distribución según los meses del año

En la figura 3 puede observarse que en el período de verano es donde ocurre la mayor cantidad de incendios forestales, reportándose durante los meses de octubre y noviembre el 85,71 % de los mismos.

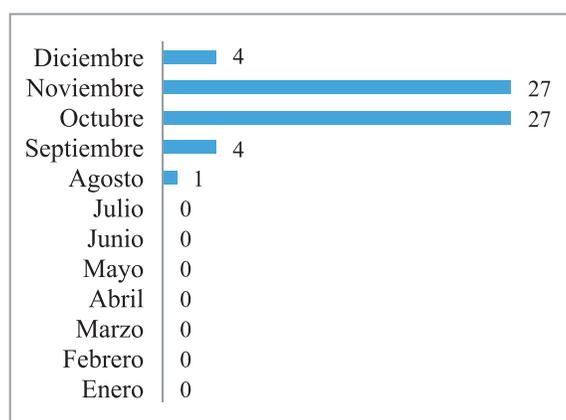


Figura 3. Distribución de los incendios forestales a lo largo de los meses en el cantón Paján (2014-2018).

Distribución según los días de la semana

La figura 4 muestra la distribución de la ocurrencia de incendios forestales en el periodo 2014-2018 durante los días de la semana. Se observa mayor cantidad los días miércoles, jueves y sábado, mientras que el día martes se registró el menor porcentaje de incendios.

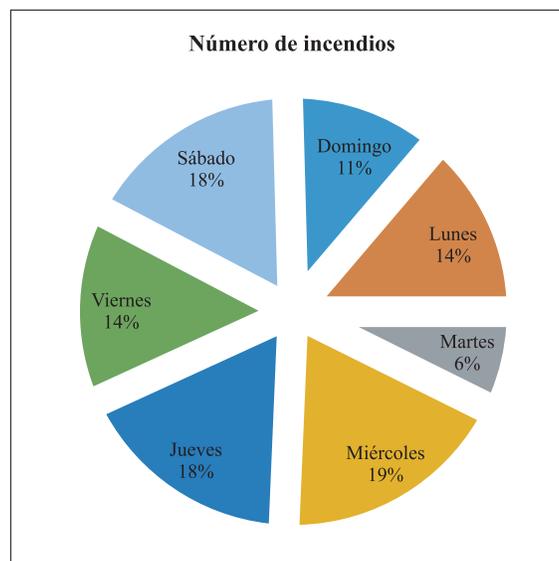


Figura 4. Porcentaje de ocurrencia de incendios forestales durante los días de la semana en el cantón Paján (2014-2018).

Distribución según las horas del día

La tabla 4 muestra que las horas de mayores ocurrencias fueron las 14:00 y 15:00 en las cuales ocurrieron 21 incendios (33,33 %) del total registrado. En horas de la mañana fue donde menos se reportó la ocurrencia de los incendios.

Tabla 4. Porcentaje de ocurrencias de incendios durante las horas del día en el cantón Paján (2014-2018).

Horas	Ocurrencia		Horas	Ocurrencia	
	Número	%		Número	%
5:00:00	1	1,59	14:00:00	11	17,46
6:00:00	0	0,00	15:00:00	10	15,87
7:00:00	1	1,59	16:00:00	6	9,52
8:00:00	2	3,17	17:00:00	8	12,70
9:00:00	2	3,17	18:00:00	5	7,94
10:00:00	3	4,76	19:00:00	0	0,00
11:00:00	3	4,76	20:00:00	1	1,59
12:00:00	1	1,59	21:00:00	2	3,17
13:00:00	7	11,11	Total	63	100,00

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

De los 63 incendios reportados en las bitácoras del Cuerpo de Bomberos del cantón Paján, la parroquia Cascol registró la mayor cantidad de ocurrencias (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de la ocurrencia de incendios según las parroquias del cantón Paján durante el período 2014-2018.

Parroquias	Ocurrencia	%
Paján	14	22,22
Campozano	6	9,52
Cascol	32	50,79
Guale	7	11,11
Lascano	4	6,35
Total	63	100,00

Los incendios reportados se distribuyen en 28 comunidades o sitios (Tabla 6), siendo el sitio Guanábano donde más incendios se registraron (5) con el 7,94 % del total, mientras que en Colimes, Cascol, Banchal, Las Maravillas y Las Cañas se reportaron cuatro incendios en cada uno de ellos.

Tabla 6. Porcentaje de la ocurrencia de incendios por comunidad en el cantón Paján durante el periodo 2014-2018.

Comunidades	No	%	Comunidades	No	%	Comunidades	No	%
La Naranja	2	3,17	Vía Campozano	2	3,17	Colegio Cascol	1	1,59
Leonidas Plaza	3	4,76	Banchal	4	6,35	La Unión	2	3,17
El Torito	2	3,17	Las Planchadas	1	1,59	Campozano	1	1,59
Guanábano	5	7,94	UPC	1	1,59	Vía La Balsa	1	1,59
Los Amarillos	3	4,76	Centro de Salud	1	1,59	Vía La Fuente	1	1,59
San Juan	3	4,76	Las Maravillas	4	6,35	Cdla. M. Martínez	2	3,17
La Cadena	3	4,76	Las Cañas	4	6,35	Vía Noboa	1	1,59
Colimes	4	6,35	Antena de Claro	1	1,59	La Victoria	2	3,17
Entrada a Paján	3	4,76	Santa Rosa	1	1,59	Total	63	100%
Cascol	4	6,35	Gasolinera Zapotal	1	1,59			

Distribución de la ocurrencia de los incendios según los tipos de vegetación

En la tabla 7 se observa que en 29 incendios (46,03 %) la vegetación afectada fue maleza.

Tabla 7. Ocurrencia de incendios según los tipos de vegetación en Paján durante el período 2014-2018.

Tipos de vegetación	Incendios Número	%
Teca	2	3,17
Caña guadúa	3	4,76
Maleza	29	46,03
Monte	17	26,99
Otros	12	19,05
Total	63	100,00

Identificación de las causas de los incendios forestales

Durante el período 2014 a 2018 ocurrieron 63 incendios, no identificándose la causa de su origen en 40 de ellos (63,49 %).

Tabla 8. Causas de los incendios forestales en el cantón Paján durante el periodo 2014-2018.

Causas	Incendios Número	%
Negligencia	6	9,52
Intencional	11	17,46
Desconocida	40	63,50
Natural	6	9,52
Total	63	100,00

.....

Discusión

Estadística de incendios

En esta investigación se consideró un período de cinco años (2014-2018) ocurriendo en el mismo 63 incendios forestales. Ramos (2012) reportó la ocurrencia de 192 incendios forestales en la Empresa Forestal Macurije, Cuba, durante un periodo de seis años (2006-2011). Por su parte García (2007), en el período de 1996 a 2006 en la provincia de Pinar del Río reportó 73 incendios.

En el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, García (2019) obtuvo que durante los años 2012-2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el período septiembre-enero, mientras que en esta investigación se obtuvo que en octubre y noviembre ocurrió la mayor cantidad de incendios.

En cuanto a la distribución de la ocurrencia de los incendios forestales durante los días de la semana, Castro (2009) no encontró diferencias en el período 1999 al 2008, al igual que Ramos (2012) en el período 2006 a 2011 en la Empresa Forestal Macurije en Cuba. Lo mismo ocurrió para el caso del cantón Santa Ana en el período 2012-2018, según reportó García (2019), donde el mayor número de incendios se registró los días miércoles, jueves y sábado.

Causas de los incendios forestales

En esta investigación se encontró que el Cuerpo de Bomberos no identificó la causa del 63,50 % de los incendios. Este resultado no coincide con los obtenidos por Ramos (2012) para la empresa Forestal Macurije, Cuba, y tampoco con los obtenidos por García (2007), en la provincia de Pinar del Río, Cuba, de 1997 a 2006, lugares donde el porcentaje de causas desconocidas es muy bajo. Según García (2019), en el cantón Santa Ana, durante el período 2012-2018, en el 89,01 % de los casos no se identificó la causa del origen de los incendios.

En América del Sur las causas que originan el 95 % de los incendios forestales obedece a causas antrópicas como el uso del fuego, habilitación de terrenos para la agricultura, ganadería, asentamiento humano, los que constituyen los principales factores para el origen de los incendios forestales (Sanhueza, 2004).

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Paján durante el período 2014-2018 ocurrieron 63 incendios forestales, reportándose los mismos por lo general en horas de la tarde, siendo los meses de octubre y noviembre donde más se presentaron incendios, ocurriendo un mayor porcentaje en la parroquia Cascol.
- En relación con las causas que originaron los incendios forestales se obtuvo que las mismas fueron negligencias, intencional y de origen desconocido predominando en mayor porcentaje esta última con el 63,50 % del total.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar lo siguiente:

- Repetir este tipo de trabajo de investigación en otros cantones de la provincia de Manabí y también del país con el fin de mejorar y corregir la gestión de las actividades de manejo del fuego.
- Como parte de la vinculación de la universidad con la sociedad, el trabajo debe ser presentado en el Cuerpo de Bomberos del cantón Paján con el fin de impulsar la publicación de los resultados.

Referencias bibliográficas

Castro, J. (2009). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral "Macurijes" de 1998 a 2007* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

3.4. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín, Manabí, Ecuador, en el periodo 2009-2018

Jonathan Raymundo Lizame Ronquillo, Marcos Pedro Ramos Rodríguez, Ignacio Estévez Valdés

Resumen

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales proporcionan informaciones importantes para la elaboración de programas eficaces de manejo del fuego en las comunidades, pues permiten definir dónde, cuándo y por qué se producen los incendios. El objetivo de este proyecto fue analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín, Manabí, Ecuador, en el período 2009-2018. La información de registro de incendios se obtuvo de las bitácoras del Cuerpo de Bomberos de Junín. Esta investigación se realizó considerando las ocurrencias de incendios y las áreas quemadas en un contexto espacio-temporal (años, meses, días de la semana, horas del día y localidades). El procesamiento de los datos se realizó con ayuda del programa Microsoft Excel. En el período se reportaron 49 incendios, correspondiendo al año 2016 el mayor porcentaje (30,61 %). En los meses de octubre, noviembre y diciembre ocurrió el 87,75 % del total de incendios, los cuales ocurrieron en 30 localidades, concentrándose en seis de ellas el 40,81 % del total. En el período evaluado se quemaron 123 ha. Se comprobó que en las bitácoras faltan informaciones importantes sobre área quemada, coordenadas, causas, condiciones de peligro, tipo de incendio, medios utilizados en la extinción y datos sobre la vegetación afectada.

Palabras clave: Época de incendios, área quemada, manejo del fuego.



Abstract

The analyzes of the historical behavior of forest fires provide important information for the development of effective fire management programs in the communities, these data allow to define where, when and why the fires occur. The objective of this project was to analyze the historical behavior of forest fires in the Canton Junín, Manabí, Ecuador, in the period 2009-2018. The fire registration information was obtained from the log of the Junín Fire Department. This investigation was carried out considering the occurrences of fires and burned areas in a spatio-temporal context (years, months, days of the week, hours of the day and locations). The data processing was carried out with the help of Microsoft Excel, with 49 occurrences reported, corresponding to 2016 with the highest percentage (30.61 %). In the months of October, November and December, 87.75 % of the total number of fires occurred, the fires occurred in 30 locations, concentrating in six of them, 40.81 % of the total, in the period evaluated, 123 ha were burned. It was found that in the logbooks there is a lack of recording important information that allows obtaining information from; burned area, coordinates, causes, danger conditions, type of fire, means used in extinction and vegetation data.

Keywords: Fire seasons, burned area, fire management

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín, Manabí, Ecuador, en el período 2009-2018.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales y las áreas quemadas.
- Identificar las causas de la ocurrencia de incendios de acuerdo con los datos disponibles.

Objeto de estudio

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín.

Campo de acción

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín considerando la distribución temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) y espacial (localidades) de los incendios y de las áreas quemadas.

Pregunta de investigación

¿Cuál fue el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Junín, Manabí, Ecuador, en el periodo 2009-2018?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Junín se encuentra ubicado en la zona central de Manabí, limitando al norte con los cantones Tosagua y Bolívar, al sur con el cantón Portoviejo, al este con el cantón Bolívar y al oeste con el cantón Rocafuerte (Figura 1).

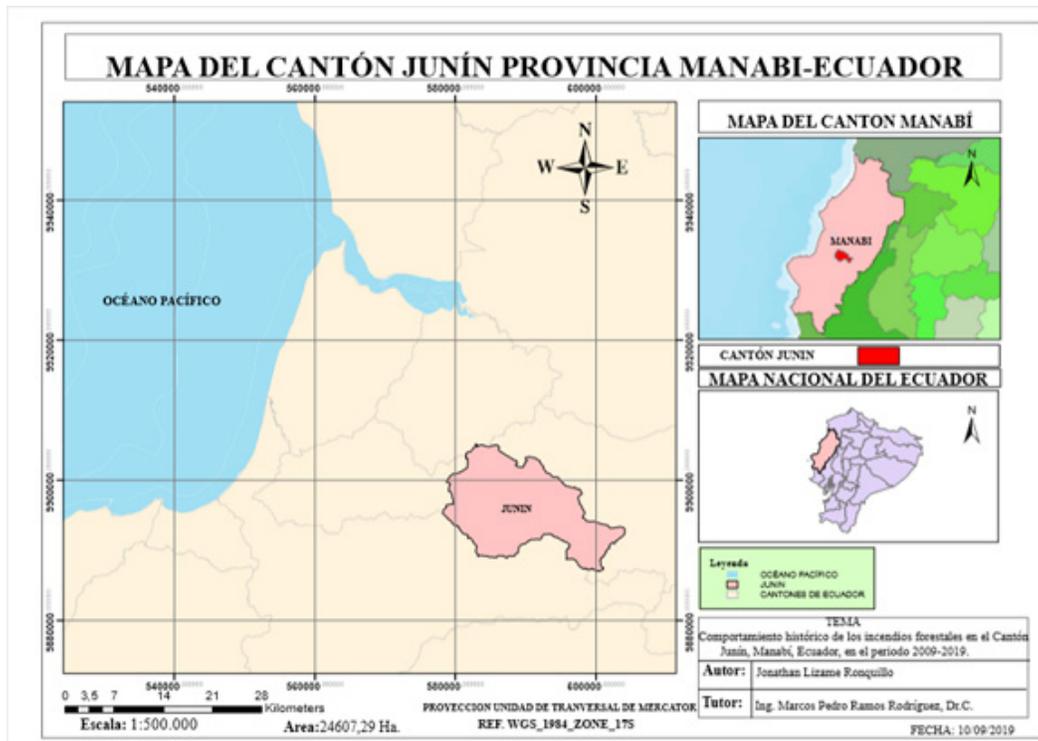


Figura 1. Mapa del cantón Junín, provincia de Manabí, Ecuador. Junín es el segundo cantón más pequeño de la provincia de Manabí, después del cantón Jaramijó, posee más de 40 000 hectáreas dedicadas a la agricultura, ganadería y avicultura (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial [PDOT], 2015). De acuerdo al último censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en el cantón Junín se registraron 18 942 habitantes, de los cuales 9 192 son mujeres y 9 750 hombres.

Junín se encuentra ubicado de manera privilegiada entre grandes áreas naturales, asentado sobre un suelo conformado por sedimentos aluviales que pertenecen al último período geológico, se levanta en medio de una extensa zona montañosa, con pequeños valles entre elevaciones. Esta zona posee un sistema ecológico caracterizado porque al norte posee bosque decíduo de tierras bajas de la costa y al sur y oriente, los ecosistemas están asociados a bosques siempreverdes.

Base de datos de incendios forestales

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Junín del 2009 al 2018 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. La base de datos se creó con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos, tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, año, mes, día del mes, día de la semana, hora de detección, tipo de incendio, causa, tipo de negligencia, vegetación afectada, tipo de bosque (natural o plantación) y área quemada. Lamentablemente no todos los campos de la mencionada base de datos pudieron ser llenados para cada uno de los incendios ocurridos por falta de información en las bitácoras utilizadas para registrar las actuaciones del Cuerpo de Bomberos en incendios forestales.

Descripción de las estadísticas de los incendios

La descripción de las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Junín se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de los incendios ocurridos y las áreas quemadas de acuerdo a variables tales como: años, meses, días de la semana, horas del día y localidades. También las causas de las ocurrencias fueron analizadas de acuerdo con el procedimiento anterior, en este caso se observó la clasificación dada por Vélez (1981).

Resultados

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios y áreas quemadas

Distribución a través del periodo de años

La figura 2 muestra las estadísticas de incendios forestales de los años 2009-2018. En este período ocurrieron un total de 49 incendios lo cual implica una media de 4,90 ocurrencias al año y la afectación de 123,15 ha en los 10 años de estudio. Los mayores porcentajes de ocurrencias se presentaron en los años 2011 y 2016, representando el 57,14 % del total de las afectaciones.

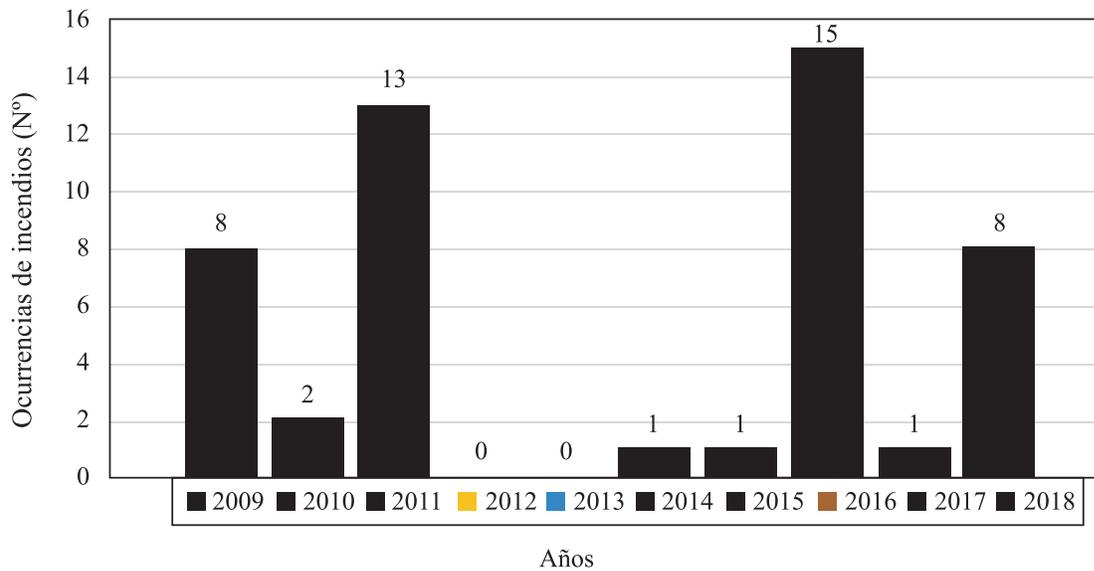


Figura 2. Distribución de la ocurrencia de incendios en el cantón de Junín (2009-2018).

Distribución según los meses del año

La figura 3 muestra que en el mes de noviembre se reportó la mayor cantidad de incendios, coincidiendo con el período en que la población realiza desmonte o quema para limpieza de terrenos. En noviembre se quemaron 65,83 ha.

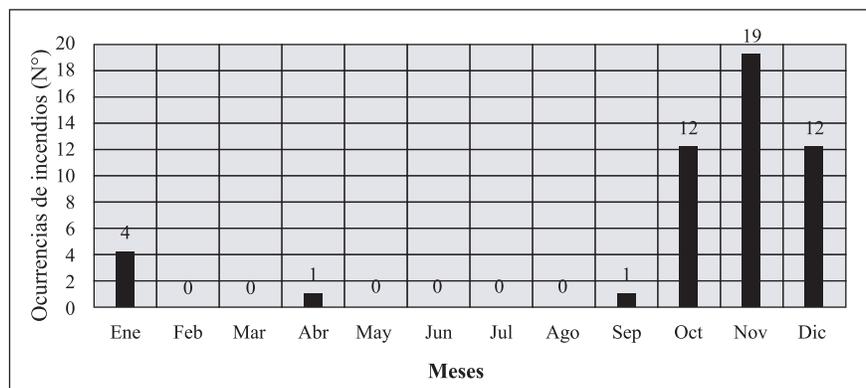


Figura 3. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los meses en el cantón Junín (2009-2018).

Distribución según los días de la semana

La distribución del número de incendios ocurridos del 2009 al 2018 y los correspondientes porcentajes según los días de la semana se muestran en la figura 4. Los días domingos y lunes se reportó la mayor cantidad de incendios, pese a esto se indica que durante toda la semana deben mantenerse las mismas medidas de prevención.

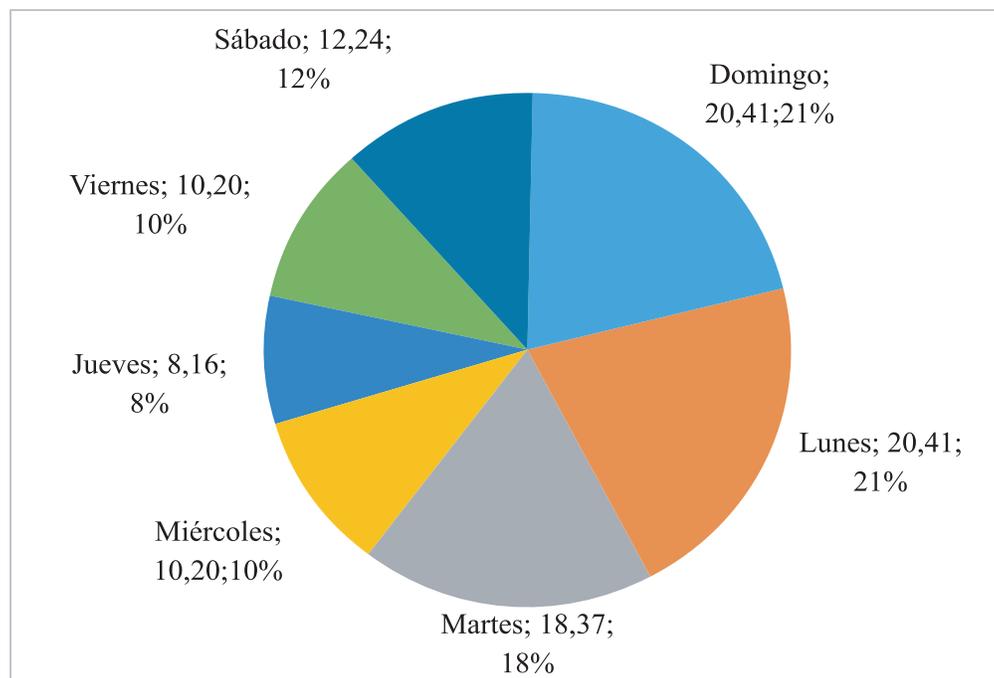


Figura 4. Porcentajes de la ocurrencia de incendios durante la semana en Junín (2009-2018).

Distribución según las horas del día

La distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día se presenta en la tabla 1. Se observa que entre las 13h00 y las 20h00 horas ocurrió el 76 % del total de incendios, reportándose pocas ocurrencias durante las horas de la tarde y la noche. Este comportamiento está relacionado con las variaciones diarias de la temperatura del aire y de la humedad relativa.

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las horas del día en Junín (2009-2018).

Horas	Ocurrencias		Horas	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
1:00	1	2,00	14:00	2	4,00
1:30	1	2,00	14:30	1	2,00
2:00	0	0,00	15:00	3	6,00
3:00	0	0,00	15:30	4	8,00
4:00	0	0,00	16:00	6	12,00
5:00	0	0,00	17:00	3	6,00
6:00	0	0,00	17:30	1	2,00
7:00	0	0,00	18:00	3	6,00
8:00	0	0,00	19:00	1	2,00
8:30	1	2,00	19:30	2	4,00
9:00	1	2,00	20:00	4	8,00
10:00	0	0,00	20:30	1	2,00
11:00	1	2,00	21:00	1	2,00
11:30	1	2,00	22:00	0	0,00
12:00	3	6,00	23:00	0	0,00
13:00	5	10,00	24:00	0	0,00
13:30	3	6,00	Totales	49	100,00

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios y áreas quemadas

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

Los 49 incendios reportados en el cantón Junín durante el periodo 2009-2018 ocurrieron en 30 localidades con un total de 123,15 ha afectadas, de las cuales se concentran en seis de ellas el 40,8 % de los incendios (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en el cantón Junín (2009-2018).

Localidades	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)
Agua Fría	5	10,20
Antenita	1	2,04

Balsa tumbada	2	4,08
Col. Carlos García	1	2,04
Diez de Agosto	1	2,04
El Caucho	1	2,04
El Moro	1	2,04
El Palmar	3	6,12
Entrada agua fría	1	2,04
Higuerón	1	2,04
La Balsa	1	2,04
La Mijarra	1	2,04
Las Cañitas	1	2,04
Las Chavelas	1	2,04
Loma Seca	2	4,08
Los Algarrobos	1	2,04
Milagros	1	2,04
Mocorita	3	6,12
Naranjito	1	2,04
Patagonia	1	2,04
Pechichal	2	4,08
Piscinas Gisol	1	2,04
Pita chica	3	6,12
Pita grande	1	2,04
Río frío	3	6,12
Santa Clara	1	2,04
Sitio Mendoza	1	2,04
Soledad	2	4,08
Velasco Ibarra	2	4,08
Vía Calceta	3	6,12
Total	49	100,00

Distribución de las áreas quemadas según las localidades

La distribución de las áreas quemadas según las localidades se muestra en la figura 5. Se observa que se afectaron 123 ha, correspondiendo a las comunidades Agua fría, Mocorita, Patagonia y La Soledad el 45,83 % del total.

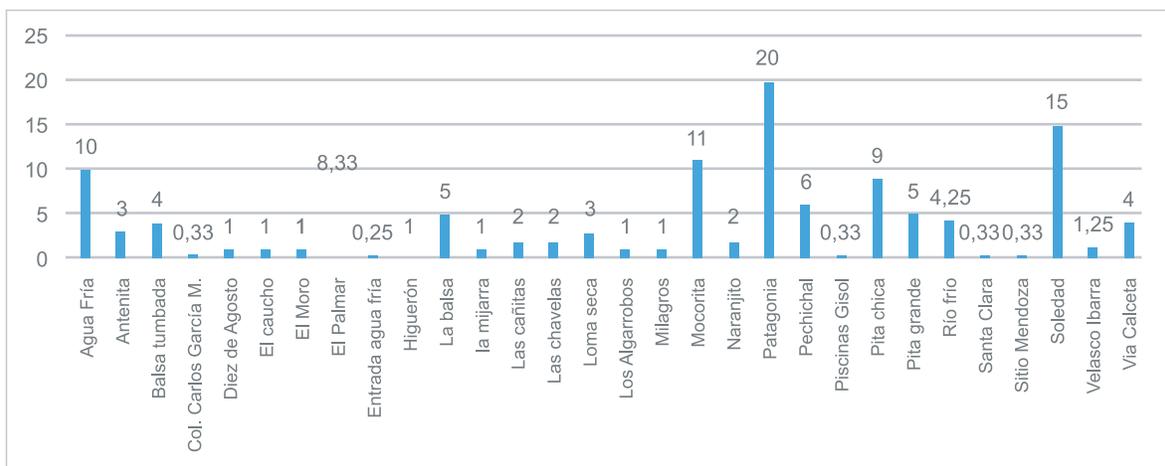


Figura 5. Distribución de las áreas quemadas, según las localidades en el período 2009-2018.

Discusión

En esta investigación se consideró un período de 10 años (2009-2018) ocurriendo en el mismo 49 incendios forestales. En un período de 22 años en la región del Maule, Chile (1986-2012) Díaz-Hormazábal y González (2016) reportaron 378 eventos por año, localizándose la mayor parte de los incendios en la zona costera y en el llano central, fuertemente asociados a la red vial y a las ciudades más pobladas. Por su parte, Ramos (2012), reportó la ocurrencia de 192 incendios forestales en la Empresa Forestal Macurije durante un período de seis años (2006-2011).

Las épocas de mayores ocurrencias de incendios durante el año pueden variar bastante entre las regiones, especialmente en países de grandes dimensiones territoriales, en correspondencia con el clima, aunque puede ser influenciada por los tipos de vegetación (Soares, 1985). Según este planteamiento, mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron de septiembre a enero, de acuerdo con Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013) durante el período 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante el período agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba, la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo. En el cantón

Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, García (2019) encontró que durante los años 2012-2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el período septiembre-enero.

Con relación a la distribución de la ocurrencia de incendios en función del horario de detección, por lo general la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos, *et al.* (2013) en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas. García (2019), obtuvo que en el cantón Santa Ana en el período 2012-2018 la mayor cantidad de incendios se originó entre las 14h00 y las 16h00 horas.

Conclusiones

La investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Junín durante el período 2009-2018 ocurrieron 49 incendios forestales, registrándose la mayor cantidad de ellos durante las horas de la tarde, y durante los meses de septiembre, octubre, diciembre y enero el 40,52 % del total.
- Un total de 30 comunidades de este cantón fueron afectadas por el fuego.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar lo siguiente:

- Repetir esta investigación en otras localidades de la provincia de Manabí y del país con el fin de perfeccionar las actividades de manejo del fuego.
- Impulsar la difusión de los resultados, fundamentalmente en el Cuerpo de Bomberos de Junín.

3.5. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas, Ecuador (2009-2018)

Jonathan Josué Lozada Castillo, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
Alfredo Jiménez González

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas, Ecuador, en el período 2009-2018. La información sobre los incendios en Esmeraldas fue obtenida en el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. El análisis de los datos se realizó tomando en cuenta la ocurrencia de los incendios en un contexto espacio-temporal (años, meses, días de la semana, horas del día y localidades). Durante el período analizado se reportaron un total de 98 incendios con una media anual de 14 siniestros, siendo el año 2012 el de mayor porcentaje (35,71 %). También se obtuvo que en los meses de agosto a enero ocurrió el 97,9 % del total de incendios ocurridos en el periodo objeto de análisis. Los incendios fueron reportados en 41 localidades concentrándose en siete de ellas el 43,88 % del total. El 81,63 % de los incendios se originó por negligencias. Independientemente de que en las bitácoras faltan informaciones importantes para realizar estos análisis, el trabajo realizado ha permitido establecer patrones espaciales y temporales de la ocurrencia de incendios, lo cual es de gran importancia para los decisores en el ámbito del manejo integral del fuego.

Palabras clave: Incendios de vegetación, manejo integral del fuego, estadísticas de incendios forestales.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the historical behavior of forest fires in the Esmeraldas canton, Ecuador, in the period 2009-2018. The information on the fires in Esmeraldas was obtained from the Fire Department of that town. The data analysis was carried out taking into account the occurrence of fires in a spatio-temporal context (years,

months, days of the week, hours of the day and locations). During the analyzed period, a total of 98 fires were reported with an annual average of 14 calamities, 2012 being the year with the highest percentage (35.71 %). It was also obtained that in the months of August to January, 97.95 % of the total fires occurred in the period under analysis. The fires were reported in 41 localities, concentrating in seven of them 43.88 % of the total. The 81.63 % of fires were caused by negligence. Regardless of the fact that important information is lacking in the logs to carry out these analyzes, the work carried out has made it possible to establish spatial and temporal patterns of the occurrence of fires, which is of great importance for decision-makers in the field of integral fire management.

Keywords: Vegetation fires, integral fire management, forest fire statistics.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas, Ecuador, en el período 2009-2018.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales.
- Analizar la distribución espacio-temporal de las causas que originaron los incendios forestales.

Objeto de estudio

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas.

Campo de acción

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas considerando la distribución temporal (años, meses, días de

la semana, horas del día) y espacial (localidades) de las ocurrencias y de sus causas.

Pregunta de investigación

¿Cuál habrá sido el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Esmeraldas, Ecuador, en el período 2009-2018?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Esmeraldas tiene una extensión de 1 338,67 km² y está ubicado en el norte del Ecuador y al centro de la provincia que lleva el mismo nombre. Limita al norte con el océano Pacífico, al sur con el cantón Quinindé, al este con el cantón Atacames y al oeste con el cantón Río Verde (Figura 2). Tiene 8 parroquias rurales: Camarones, Tachina, San Mateo, Vuelta Larga, Tabiazo, Chinca, Carlos Concha y Majua (GAD, 2012).

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el periodo 2009-2018 en el cantón Esmeraldas fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. La base de datos se creó con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, año, mes, día del mes, día de la semana, hora de detección, tipo de incendio, causa, tipo de negligencia, vegetación afectada, tipo de bosque (natural o plantación) y área quemada.

Descripción de las estadísticas de los incendios

La descripción de las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Esmeraldas se efectuó siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de los incendios ocurridos y las áreas quemadas de acuerdo a variables tales como: años, meses, días de la semana, horas del día y localidades. Las causas se clasificaron de acuerdo con Ramos, González, Figueredo y Martínez (2009) en naturales (rayos y autocombustión), negligencias, intencionales, accidentes y desconocidas.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

En la tabla 1 se muestra la distribución de la ocurrencia y los respectivos porcentajes según las localidades durante el periodo 2009-2018 donde se registró un total de 98 incendios distribuidos en 41 localidades, concentrándose en siete de ellas el 43,88 %.

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en Esmeraldas (2009-2018).

Localidades	Ocurrencias		Localidades	Ocurrencias	
	(No.)	(%)		(No.)	(%)
5 de Agosto	1	1,02	Mira al Mar Alto	1	1,02
Atacames-Súa	4	4,08	Patio de la Policía	1	1,02
Balao	2	2,04	Primavera	1	1,02
Barrio Chone	3	3,06	Río Verde	1	1,02
Barrio La Cocoi	1	1,02	San Martín de Porres	2	2,04
Barrio Las Américas	1	1,02	San Mateo	3	3,06
Barrio Lindo	1	1,02	Santa Cruz	1	1,02
Camarones	1	1,02	Tabule	1	1,02
Ciudadela Universitaria	1	1,02	Tachina	16	16,33
Codesa	2	2,04	Tatica	2	2,04
Colinas del Sol	3	3,06	Tercer Piso	4	4,08
Colope	1	1,02	Tiwinza	1	1,02
El Regocijo	4	4,08	Tolita	6	6,12
Jardines de la Paz	2	2,04	Universidad LVT	3	3,06
Judiciales	2	2,04	Venus	1	1,02
Julio Estupiñán	2	2,04	Vista al mar	4	4,08
La Victoria	2	2,04	Voluntad de Dios	1	1,02
Las Acacias	1	1,02	Vuelta Larga	1	1,02
Las Orquídeas	1	1,02	Winchele	3	3,06
Las Palmas	4	4,08	Vuelta Larga	1	1,02
Los Puentes	5	5,10	Total	98	100,00

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución a través del periodo de años

Durante el periodo 2009-2018 en el cantón Esmeraldas ocurrieron 98 incendios forestales con una media anual de 14,00 eventos, siendo el año 2012 el de mayor porcentaje de incendios reportados (35,71 %) (Tabla 2).

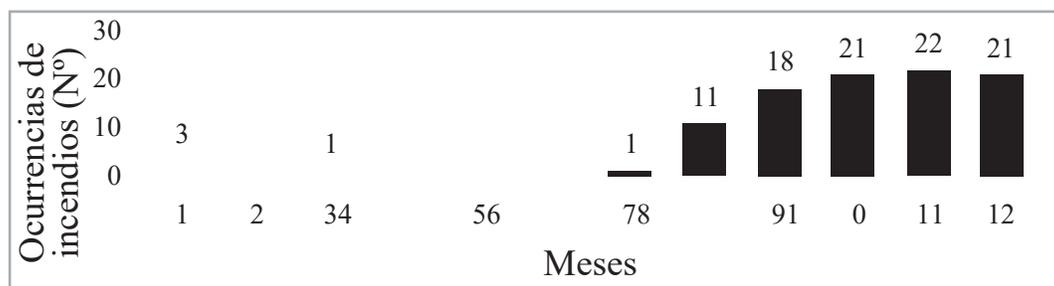
Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los años en Esmeraldas (2009-2018).

Años	Ocurrencia de incendios	
	(No.)	(%)
2009	0	0,00
2010	3	3,06
2011	0	0,00
2012	35	35,71
2013	0	0,00
2014	13	13,27
2015	5	5,10
2016	17	17,35
2017	21	21,43
2018	4	4,08
Total	98	100,00

Distribución durante los meses del año

La distribución de la ocurrencia de los incendios forestales en el período 2009-2018 durante los meses permite observar que entre los meses de agosto y diciembre se registró el 94,89 % de la ocurrencia, etapa del año que coincide con el período seco, en el cual se realiza la limpieza de terrenos con fuego para la siembra de maíz (Figura 3).

Figura 3. Distribución de la ocurrencia de incendios durante los meses del año.

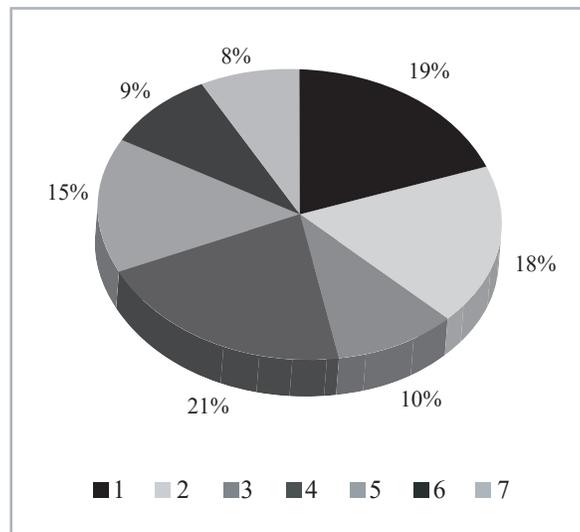


Nota: 1= enero; 2 = febrero, ...,12 = diciembre

Distribución según los días de la semana

Los mayores porcentajes de incendios durante el período 2009-2018 según los días de la semana se presentaron los días miércoles y domingo con el 21 y 19 %, respectivamente, aunque los porcentajes no son muy diferentes de los días lunes (18 %) y jueves (15 %). Esto indica que durante toda la semana es necesario observar las medidas de prevención con igual interés.

Figura 4. Distribución de los porcentajes de la ocurrencia de incendios según los días de la semana.



Nota: 1= domingo, 2= lunes, 3= martes, 4= miércoles, 5= jueves, 6= viernes, 7= sábado

Nota: 1= domingo; 2= lunes; 3= martes; 4= miércoles; 5= jueves; 6= viernes; 7= sábado

Distribución durante las horas del día

La distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día mostró que entre las 12:00 y las 18:00 horas ocurrió el 58,23 % del total de incendios, reportándose pocos siniestros durante las horas de la noche y de la mañana (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día.

Horas	Ocurrencias		Horas	Ocurrencias	
	(No.)	(%)		(No.)	(%)
1:00	1	1,02	13:00	4	4,08
2:00	1	1,02	14:00	10	10,20
3:00	0	0,00	15:00	14	14,29
4:00	0	0,00	16:00	9	9,18
5:00	0	0,00	17:00	11	11,22
6:00	2	2,04	18:00	9	9,18
7:00	1	1,02	19:00	5	5,10
8:00	1	1,02	20:00	2	2,04
9:00	3	3,06	21:00	2	2,04
10:00	8	8,16	22:00	0	0,00
11:00	6	6,12	23:00	0	0,00
12:00	9	9,18	24:00	0	0,00
Total			98	100,00	

Distribución espacial de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas según las localidades

La mayor cantidad de incendios originados por negligencias se presentó en Tachina, sitio al cual corresponde también la mayor cantidad de incendios reportados por causas desconocidas (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de las causas de los incendios según las localidades.

Localidades	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total (N.º)
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
Atacames-Súa	3	9,09	0	0,00	1	14,29	4
El Regocijo	4	12,12	0	0,00	0	0,00	4
Las Palmas	2	6,06	1	33,33	1	14,29	4
Los Puentes	4	12,12	1	33,33	0	0,00	5
Tachina	12	36,36	0	0,00	4	57,14	16
Tolita	5	15,15	1	33,33	0	0,00	6
Vista al Mar	3	9,09	0	0,00	1	14,29	4
Total	33	100,00	3	100,00	7	100,00	4

Distribución temporal de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas a través del período de años

De acuerdo con los datos de la tabla 5 de los 98 incendios reportados en el periodo 2008 al 2019, 80 de ellos (81,63 %) se originaron por negligencias; 7 (7,14 %) fueron de origen intencional y en 11 de ellos (11,22 %) no se identificó la causa de su origen.

Tabla 5. Distribución de las causas de los incendios a través del período de años.

Localidades	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total (No.)
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
5 de Agosto	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Atacames-Súa	3	3,75	0	0,00	1	9,09	4
Balao	2	2,50	0	0,00	0	0,00	2
Barrio Chone	3	3,75	0	0,00	0	0,00	3
Barrio La Cocoli	0	0,00	0	0,00	1	9,09	1
Barrio Las Américas	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Barrio Lindo	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Camarones	0	0,00	0	0,00	1	9,09	1
Ciudadela Universitaria	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Codesa	1	1,25	1	14,29	0	0,00	2
Colinas del Sol	3	3,75	0	0,00	0	0,00	3
Colope	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
El Regocijo	4	5,00	0	0,00	0	0,00	4
Jardines de la Paz	2	2,50	0	0,00	0	0,00	2
Judiciales	2	2,50	0	0,00	0	0,00	2
Julio Estupiñán	1	1,25	1	14,29	0	0,00	2
La Victoria	2	2,50	0	0,00	0	0,00	2
Las Acacias	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Las Orquídeas	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Las Palmas	2	2,50	1	14,29	1	9,09	4
Los Puentes	4	5,00	1	14,29	0	0,00	5
Mira al Mar Alto	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Patio de la Policía	0	0,00	0	0,00	1	9,09	1
Primavera	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1

Investigaciones sobre el comportamiento histórico

Río Verde	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
San Martín de Porres	2	2,50	0	0,00	0	0,00	2
San Mateo	1	1,25	2	28,57	0	0,00	3
Santa Cruz	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Tabule	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Tachina	12	15,00	0	0,00	4	36,36	16
Tatica	2	2,50	0	0,00	0	0,00	2
Tercer Piso	4	5,00	0	0,00	0	0,00	4
Tiwinza	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Tolita	5	6,25	1	14,29	0	0,00	6
Universidad LVT	3	3,75	0	0,00	0	0,00	3
Venus	0	0,00	0	0,00	1	9,09	1
Vista al Mar	3	3,75	0	0,00	1	9,09	4
Voluntad de Dios	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Vuelta Larga	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Winchele	3	3,75	0	0,00	0	0,00	3
Vuelta Larga	1	1,25	0	0,00	0	0,00	1
Total	80	100,00	7	100,00	11	100,00	15

Distribución de las causas a través de los meses del año

La distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas se muestra en la tabla 6. Según estos resultados el 66,25 % de los incendios originados por negligencias se presentan en los meses de octubre, noviembre y diciembre, mientras que el 71,43 % de los incendios originados de forma intencional se presentó en septiembre y noviembre, mientras que el 63,63 % de las ocurrencias cuya causa no fue determinada ocurrió en septiembre y octubre.

Tabla 6. Distribución de las causas de los incendios según los meses del año.

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Enero	3	3,75	0	0,00	0	0,00
Febrero	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Marzo	0	0,00	0	0,00	1	9,09
Abril	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mayo	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Junio	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Julio	1	1,25	0	0,00	0	0,00
Agosto	11	13,75	0	0,00	0	0,00
Septiembre	12	15,00	2	28,57	4	36,36
Octubre	17	21,25	1	14,29	3	27,27
Noviembre	18	22,50	3	42,86	1	9,09
Diciembre	18	22,50	1	14,29	2	18,18
Totales	80	100	7	100	11	100

Distribución de las causas según los días de la semana

Las diferentes causas presentan una distribución similar durante todos los días de la semana (Tabla 7). No obstante, los días viernes y sábados fue menor la cantidad de eventos originados por negligencias, mientras que el mayor número de incendios de forma intencional se reportó el día jueves.

Tabla 7. Distribución de las causas de los incendios a través de los días de la semana.

Días de la semana	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Domingo	16	20,00	0	0,00	2	18,18
Lunes	16	20,00	1	14,29	1	9,09
Martes	10	12,50	0	0,00	0	0,00
Miércoles	13	16,25	2	28,57	5	45,45
Jueves	11	13,75	3	42,86	1	9,09
Viernes	8	10,00	0	0,00	1	9,09
Sábado	6	7,50	1	14,29	1	9,09
Totales	80	100,00	7	100,00	11	100,00

Discusión

Ocurrencia de incendios

En esta investigación se consideró un período de 10 años (2009-2018), en este espacio de tiempo ocurrieron 98 incendios forestales. En la Empresa Forestal Macurije durante un período de seis años (2006-2011) Ramos (2012) reportó la ocurrencia de 192 incendios forestales, mientras que en un período de tres años y 6 meses (2015-2019) Vélez (2020) en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, reportó 214 incendios forestales. En el cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador, Rodríguez (2019) reportó 177 incendios forestales en el periodo (2010-2019). Sin embargo, en el cantón Rocafuerte, Medranda (2019) reportó la ocurrencia de 310 incendios en el periodo 2016-2019.

En esta investigación los incendios ocurrieron con mayor frecuencia durante los meses de agosto a diciembre. De acuerdo con Soares (1985) las épocas de mayor ocurrencia de incendios forestales durante el año varían según la región, principalmente en países de grandes extensiones territoriales. Las variaciones son causadas especialmente por el clima, aunque puede ser influenciada por los tipos de vegetación. Según Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013), durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios sucedieron durante el periodo agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba, la mayor cantidad se presentó en el periodo marzo-mayo. Por su parte, Medranda (2019), reportó que de los incendios ocurridos del 2016 al 2019 en el cantón Rocafuerte, se pueden agrupar en dos subperiodos de mayores ocurrencias, uno de diciembre a enero y otro que agrupa a los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

En cuanto a la distribución de la ocurrencia durante los días de la semana no se encontraron diferencias importantes para los valores de la ocurrencia de incendios. Estos resultados son similares al estudio de Vélez (2020) en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, donde describe que los días martes y miércoles se presenta el mayor porcentaje de ocurrencias, aunque el mismo no es muy diferente al resto de los

.....

días; de la misma forma sucedió para el caso del cantón Rocafuerte en el período 2016-2019 donde según Medranda (2019), aunque el día miércoles se reportó la mayor cantidad de incendios, a través del análisis de varianza pudo comprobarse que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana. Resultados similares obtuvieron Castro (2009) de 1999 al 2008 y Ramos (2012) del 2006 al 2011 para la Empresa Forestal Macurije, en Cuba. Ramos *et al.* (2013), tampoco reportaron diferencias durante el período 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba.

Con relación a la distribución de las ocurrencias de incendios en función del horario de detección, por lo general, la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos *et al.* (2013) en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, se encontró que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas.

Causas de los incendios forestales

Los resultados obtenidos en este trabajo con respecto a las causas, no son similares a los obtenidos por García (2007) y Ramos (2012) para la Empresa Forestal Macurije en la que la mayor cantidad de incendios se originan por rayos. En el caso de América del Sur, Sanhueza (2004), al referirse a las causas de los incendios, plantea que más del 95 % de la causalidad obedece a causas antrópicas, y el sentido común y la experiencia de la mayoría de los profesionales dedicados al tema conducen a afirmar que sin duda el uso del fuego, en la habilitación de terrenos para la agricultura, ganadería y asentamientos humanos, constituye el factor de mayor importancia en el origen de los incendios forestales, y en la devastación de los bosques sudamericanos. En Brasil y Chile, un notable incremento de la intencionalidad en el inicio de los incendios y la piromanía en los alrededores de las grandes urbes, está surgiendo como una enfermedad mental producto del desarrollo de la civilización.

Según Vélez (2020) en el cantón Sucre durante el periodo 2015-2019 el 49,53 % los incendios se originaron por negligencias, similar a lo obtenido por Medranda (2019) durante el período 2016-2019 en el cantón Rocafuerte en el que, de los 309 incendios reportados, 162 (52,43 %) se originaron por negligencias, 86 (27,83 %) fueron de origen intencional y en 61 de ellos (19,74 %) no se identificó la causa de su origen.

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Esmeraldas durante el periodo 2009-2018 ocurrieron 98 incendios forestales, registrándose la mayor cantidad de ellos durante las horas de la tarde y durante el periodo agosto-diciembre, ocurriendo el 43,88 % de ellos en siete de las 41 localidades donde se reportaron incendios. Esta información constituye un aporte importante y relevante sobre cuándo, dónde y por qué ocurren los incendios en la localidad, fundamentación que contribuye al perfeccionamiento del trabajo de los decisores en el ámbito de las actividades de manejo integrado del fuego.
- Se pudo constatar que 81,63 % de los incendios reportados se originó por negligencias lo cual indica un uso no seguro del fuego.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar:

- Repetir esta investigación en otras localidades de la provincia de Esmeraldas y del país, para poder fundamentar científicamente las decisiones que se tomen en el ámbito del manejo del fuego.
- Presentar los resultados en el Cuerpo de Bomberos del cantón Esmeraldas.

.....

Referencias bibliográficas

- Castro, J. (2009). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral "Macurijes" del 1998 al 2007* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- García, H. J. (2007). *Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia Pinar del Río de 1997 a 2006* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Gobierno Autónomo Descentralizado. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 - 2022*.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). (S. A. de C, Vol. 1, Issue 1).
- Medranda, J. A. (2019). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador, en el periodo 2016-2019* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
- Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Cuba: Universidad de Pinar del Río.
- Ramos, M. P. (2012). *Desempeño de los índices de Nesterov, fórmula de Monte Alegre y fórmula de Monte Alegre alterada en la Empresa Forestal Macurije, Pinar del Río, Cuba* (Tesis de pos-doctorado). Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.
- Ramos, M. P., González, R., Figueredo, M. C. y Martínez, L. W. (2009). *La defensa contra los incendios forestales en Cuba*. En R. Vélez R., España. *La defensa contra los incendios forestales: fundamentos y experiencias*. McGraw-Hill.
- Ramos, M. P., Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. y Martínez, L. W. (2013). Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, 43(2), 231-240.

- Rodríguez, K. (2019). *Comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019)* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
- Sanhueza, P. I. (2004). Diagnóstico Regional de América del Sur sobre la Cooperación Internacional en el Manejo de Incendios Forestales. Conaf, Chile.
- Soares, R. V. (1985). *Incendios florestais. Controle e uso do fogo*. Fundacao de Pesquisas Florestais do Paraná, 213.
- Vélez, I. (2020). *Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, en el período 2015-2019* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador.

.....

3.6. Ocurrencias de incendios forestales en el cantón Bolívar, Manabí, Ecuador (2010-2019)

Andrea Patricia Martínez Alcívar, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
René Gras Rodríguez

Resumen

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales permiten obtener información importante para poder elaborar programas que sean eficaces en el manejo de estos eventos en las diferentes comunidades. El objetivo de este trabajo fue analizar cuándo y dónde ocurrieron los incendios forestales en el cantón Bolívar, provincia Manabí, Ecuador, durante el período 2010-2019. Para ello la información fue obtenida de los archivos del Cuerpo de Bomberos de dicho cantón, el cual tiene su sede en la parroquia Calceta. La investigación fue realizada con base en las ocurrencias de incendios en el contexto espacial (localidades) y temporal (años, meses, días de la semana y horas). El procesamiento de datos fue realizado con la ayuda del programa Microsoft Excel. Entre los resultados se obtuvo que en el período objeto de estudio se registraron 98 incendios, reportándose entre el año 2012 y 2017 el mayor porcentaje de eventos correspondiendo a un 57,14 % del total de incendios. Durante el periodo octubre-diciembre ocurrió el 87,75 % del total de incendios reportados en el período objeto de estudio. Los incendios se registraron en 30 sitios, ocurriendo en seis de ellos el 40,81 % del total de quemas. A pesar de la falta de información fue posible establecer dónde y cuándo ocurren los incendios en el área objeto de estudio, lo cual constituye un aporte significativo para la fundamentación de las decisiones en el ámbito del manejo del fuego.

Palabras clave: Incendios forestales, prevención de incendios, estadísticas de incendios, manejo del fuego.

Abstract

The analyzes of the historical behavior of forest fires allow giving important information to be able to develop programs that are effective

in managing these events in the different communities. The objective of this work was to analyze when and where forest fires occurred in Bolívar canton, Manabí province, Ecuador, during the 2010-2019 period. For this, the information was obtained from the archives of the Fire Department of said canton, which has its headquarters in the Calceta parish. The research was carried out based on the occurrences of fires in the spatial (localities) and temporal (years, months, days of the week and hours) context. The data processing was carried out with the help of Microsoft Excel and among the results it was obtained that in the period under study, 98 occurrences were registered, with the highest percentage of events reported between 2012 and 2017, corresponding to 57.14% of the total fires. During the October - December period, 87.75% of the total fires reported in the period under study occurred. The fires were registered in 30 sites, occurring in six of them 40.81% of the total occurrences. Despite the lack of information, it was possible to establish where and when fires occur in the area under study, which means a significant contribution to the foundation of decisions in the field of fire management.

Keywords: Forest fires, fire prevention, fire statistics, fire management.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar cuándo y dónde ocurrieron los incendios forestales en el cantón Bolívar, provincia Manabí, Ecuador, durante el periodo 2010-2019.

Objetivos específicos

- Describir la distribución temporal de la ocurrencia de incendios en el área objeto de estudio.
- Definir la distribución espacial de los incendios en el cantón Bolívar.

.....

Objeto de estudio

Ocurrencia de los incendios forestales.

Campo de acción

Ocurrencia de los incendios forestales en el cantón Bolívar considerando la distribución espacio-temporal de los mismos.

Pregunta de investigación

¿Cuándo y dónde ocurrieron los incendios forestales en el cantón Bolívar, provincia Manabí, Ecuador, durante el periodo 2010-2019?

Alcance de la investigación

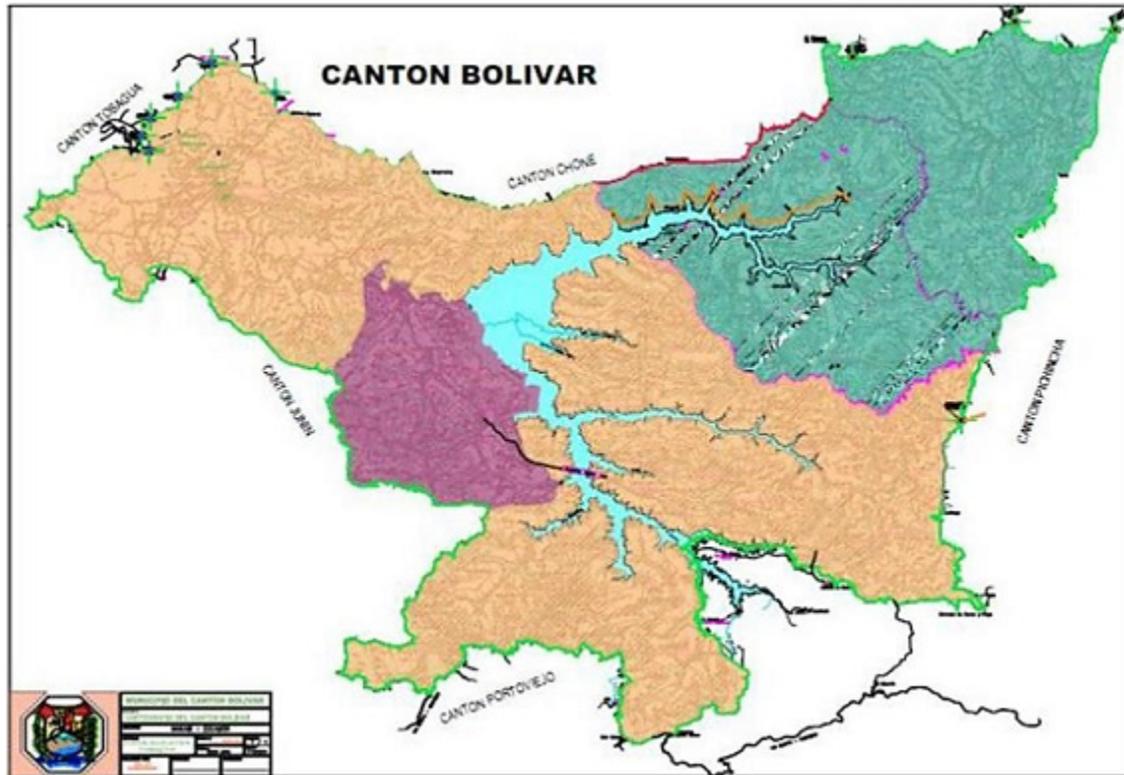
Descriptivo.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Bolívar geográficamente está ubicado en la parte nororiental de la provincia de Manabí y ubicado entre las coordenadas 0°50'39" de latitud sur y a 80°9'33" de longitud oeste, limitando al norte con el cantón Chone, al sur con Portoviejo y Junín, al este con el cantón Pi-chincha y al oeste con Tosagua (Figura 1) (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2019).

Figura 1. Mapa del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador.



Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM, 2019).

Según Villegas (2019), el cantón Bolívar tiene una extensión territorial de 537,8 km² siendo Calceta su cabecera cantonal y la única parroquia urbana con una extensión de 345 km² y 17 632 habitantes. Entre las parroquias rurales están Quiroga con 114 km² y Membrillo con 79 km². Bolívar tiene una población de 40 735 habitantes; el 26,68 % se ubica en el sector urbano que es Calceta y el 73,32 % corresponde al área rural. El clima es cálido y la precipitación media anual de 1 300 mm (IGM, 2019).

El cantón Bolívar se encuentra ubicado en áreas naturales y está asentado en un suelo estructurado por sedimentos aluviales que pertenecen al último período geológico, que se levanta en una extensa zona montañosa, con pequeños valles entre elevaciones. Esta zona tiene un

.....

sistema ecológico en el norte donde se encuentra un bosque decido de tierras bajas de la costa y al sur y oriente, sus ecosistemas se encuentran asociados a bosques siempre verdes (IGM, 2019).

Base de datos de incendios forestales

Los datos estadísticos de incendios forestales que ocurrieron en el cantón Bolívar en el período 2010-2019, fueron facilitados por el Cuerpo de Bomberos de Calceta, que es su cabecera cantonal. La base de datos fue creada con la ayuda del programa Excel en una hoja electrónica, la cual estuvo integrada por campos como número de incendios, municipio, parroquias, cantón, comunidades, sitio, año, mes, día de la semana, hora de detección y causas del origen de los incendios.

Distribución espacio-temporal de las ocurrencias y de sus causas

La definición de la distribución espacio-temporal de los incendios forestales ocurridos en el cantón Bolívar se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de las ocurrencias de incendios y de sus causas de acuerdo a variables tales como: localidades, periodo de años, meses y días de la semana. El procesamiento de la información se realizó con Microsoft Excel 2010.

Resultados

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución a través del período en años

Durante el período 2010-2019 en el cantón Bolívar ocurrieron 98 incendios, registrándose el mayor número de ellos en los años 2012 y 2017 correspondiendo a ambos años el 57,14 % del total de incendios ocurridos durante el período de estudio (Figura 2).

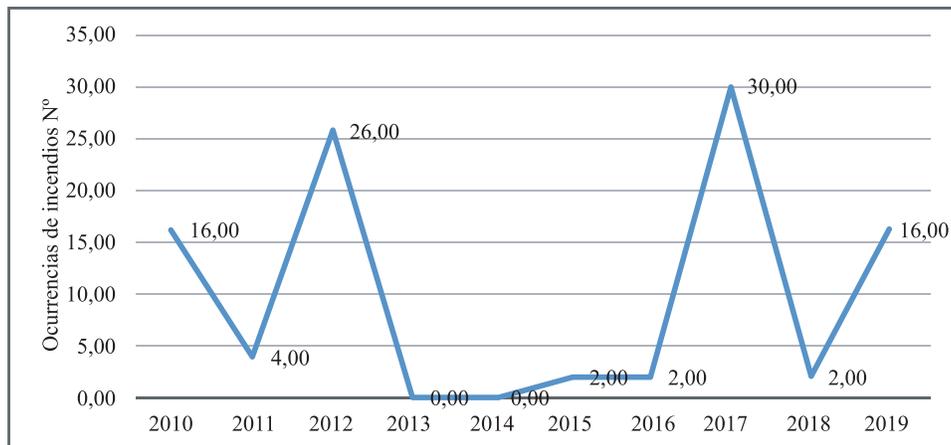


Figura 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los años en el cantón Bolívar (2010-2019).

Distribución según los meses del año

En la figura 3 se muestra la distribución de la ocurrencia de incendios según los meses. Se observa que durante el periodo octubre-diciembre ocurrió el 87,75 % del total de incendios reportados en el período objeto de estudio. Este comportamiento está relacionado con el uso del fuego por parte de los campesinos para la limpieza de los terrenos con vistas a la siembra de cultivos agrícolas a partir de enero o febrero, meses en que comienzan las lluvias.

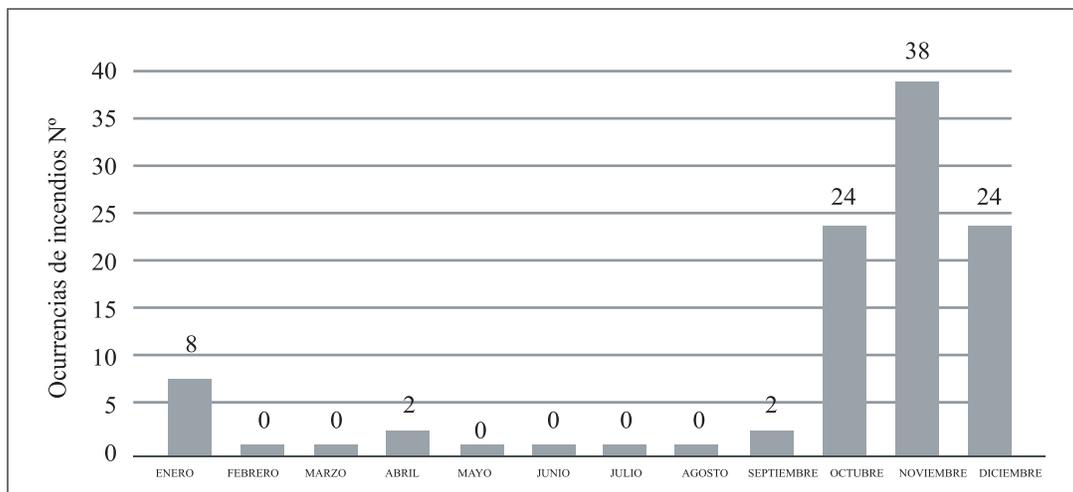


Figura 3. Distribución de las ocurrencias de incendios según los meses del año en el cantón Bolívar (2010-2019).

Distribución según los días de la semana

La distribución del número de incendios sucedidos en el período 2010-2019 con los correspondientes porcentajes se muestran en la figura 4. Se evidencia que los días domingo y lunes se registraron los mayores porcentajes de eventos.

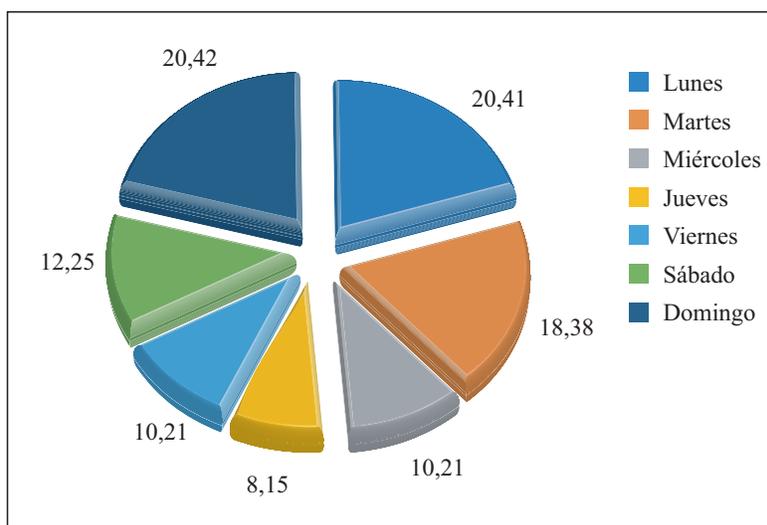


Figura 4. Porcentajes de la ocurrencia de incendios durante la semana en el cantón Bolívar (2010-2019).

Distribución durante las horas del día

Con respecto a la distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día (Tabla 1) se obtuvo que entre las 13:00 y las 17:00 horas se reportó el 57,14 % de los incendios, reportándose pocos eventos durante las horas de la noche, lo cual se encuentra relacionado en forma directa con las variaciones de la temperatura del aire y de la humedad relativa durante el día y la noche.

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día en el cantón Bolívar (2010-2019).

Horas	Ocurrencias		Horas	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
01:00	4	4,08	13:00	16	16,33
02:00	0	0,00	14:00	6	6,12
03:00	0	0,00	15:00	14	14,29

04:00	0	0,00	16:00	12	12,24
05:00	0	0,00	17:00	8	8,16
06:00	0	0,00	18:00	6	6,12
07:00	0	0,00	19:00	6	6,12
08:00	2	2,04	20:00	10	10,20
09:00	2	2,04	21:00	2	2,04
10:00	0	0,00	22:00	0	0,00
11:00	4	4,08	23:00	0	0,00
12:00	6	6,12	24:00	0	0,00
Totales			98	100,00	

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

Los 98 incendios registrados en el cantón Bolívar en el período 2010-2019 se distribuyeron en 30 comunidades o sitios, correspondiendo a seis de estos (Miraflores, Tigre, Santiago, Silla, Achote, Mata de Cacao) el 40,81 % de los incendios (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en el cantón Bolívar (2010-2019).

Localidades	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)
Miraflores	10	10,20
Cabello	2	2,04
La Pita	4	4,08
El Ají	2	2,04
Membrillo	2	2,04
Caña	2	2,04
Barro	2	2,04
Tigre	6	6,12
Bejuco	2	2,04
Montañas de Quiroga	2	2,04
Cerro Mil Pesos	2	2,04

El Ajo	2	2,04
Tarro	2	2,04
Limón	2	2,04
Vainilla	4	4,08
Higuerón	2	2,04
Los Negros	2	2,04
Santiago	6	6,12
Páramo	2	2,04
Romero	2	2,04
Conquillo	4	4,08
Las Yeguas	2	2,04
Silla	6	6,12
Piedra de Plata	2	2,04
Achiote	6	6,12
Cañales arriba	2	2,04
Cañales en medio	2	2,04
Salazar	4	4,08
Calabozo	4	4,08
Mata de Cacao	6	6,12
Total	98	100,00

Discusión

En esta investigación, en la cual se consideraron 10 años (2010-2019), ocurrieron 98 incendios forestales. De acuerdo con Martínez (2019) es importante saber dónde ocurren los 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 según 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.

En lo correspondiente a esta investigación la mayoría de los incendios se dieron entre los meses de octubre y diciembre, en las localidades del cantón Bolívar. De acuerdo a la temperatura se determina la facilidad de originar la llama e iniciar el fuego (Ministerio de Agricultu-

ra y Ganadería [MAG], 2017). La deforestación y la fragmentación de los ecosistemas favorecen la presencia de biomasa que actúa como combustible, necesario para que empiece un incendio. La correlación entre estos elementos y el fuego es recíproca; la deforestación contribuye a los incendios al abrir espacios y senderos para el avance de las llamas; a la vez, una tala radical de bosques reduce el combustible por quemar, y por último, las plantas 'exóticas' invasoras, xerófitas, y el abandono rural favorecen la acumulación de combustible o biomasa (Versoto, 2014).

En lo referente a la distribución de la ocurrencia de incendios durante los días de la semana, no se establecieron diferencias que fueran significativas, pero en relación a la hora de su detección, siempre ésta ocurrió en la tarde, donde existe mayor índice de luz solar y el monte seco se encuentra proclive a que suceda un incendio. Por ello la estadística de los incendios forestales es una herramienta de gran importancia en la planificación de la lucha contra los mismos. 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 (Ospina, 2016).

Acevedo (2015), plantea 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 y el material debe ser actualizado por lo menos una vez al año.

Conclusiones

- En el cantón Bolívar durante el periodo 2010-2019 se registraron 98 incendios forestales, los cuales fueron detectados mayormente durante las horas de la tarde y en el periodo octubre-diciembre.
- Desde el punto de vista espacial, se reportaron incendios fores-

tales en 30 localidades del cantón, correspondiendo la mayor cantidad a Miraflores.

- Aunque las informaciones sobre las ocurrencias de incendios existentes en el Cuerpo de Bomberos del cantón Bolívar son incompletas, ha sido posible establecer dónde y cuándo ocurren los incendios lo cual constituye un resultado relevante para los tomadores de decisiones en el ámbito de las actividades básicas del manejo del fuego.

Recomendaciones

- Realizar este tipo de investigación en otros cantones de la provincia de Manabí con el propósito de mejorar las actividades referentes al manejo del fuego.
- Presentar el trabajo en el Cuerpo de Bomberos del cantón Bolívar para que las autoridades cuenten con información actualizada sobre la ocurrencia de los incendios forestales en esta localidad.

Referencias bibliográficas

Acevedo. (2015). *La prevención para evitar el aumento de incendio forestales*. Lima, Perú: Editorial Pérez.

Instituto Geográfico Militar. (2019). *El cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador*. Quito, Ecuador: Instituto Geográfico Militar. Recuperado el 11 de enero de 2021

Martínez. (2019). *El control de los incendios en la Amazonía de Brasil*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Ecología y Vida.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). *Los incendios forestales en el Ecuador por actividad humana*. Portoviejo, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Ospina. (2016). *Planificación para el control de incendios forestales*. Madrid, España: Ediciones Salvat.

Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río. Cuba.

Versoto. (2014). *La deforestación y las causales de los incendios*. México: Informe de la Comisión para América y el Caribe.

Villegas, V. (2019). *Análisis del espacio público de la parroquia urbana Calceta y propuesta de regeneración del parque San Bartolo* (Trabajo de grado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2342/1/ULEAM-ARQ-0066.pdf>

.....

3.7. Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone, Manabí, Ecuador, en el período 2010-2019

María Fernanda Mendoza Fernández, Marcos Pedro Ramos Rodríguez, Tayron Omar Manrique Toala

Resumen

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministran informaciones imprescindibles para la elaboración de programas eficaces de manejo del fuego en las comunidades. Estos análisis permiten definir dónde, cuándo y por qué se producen los incendios. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone, Manabí, Ecuador, en el periodo 2010-2019. Las informaciones fueron suministradas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. El análisis se realizó considerando las ocurrencias de incendios en un contexto espacio-temporal (años, meses, días de la semana, horas del día y localidades). Durante el período analizado se reportaron 52 incendios, ocurriendo la mayor cantidad de los mismos en el año 2017 (23,08 %). Durante el año la mayor cantidad de ocurrencias (88,46 %) se registró durante los meses de enero, abril, julio, agosto, septiembre y diciembre. Pudo definirse que entre las 11:00 y las 16:00 horas ocurrió el 63,46 % del total de incendios, siendo muy pocos los incendios reportados durante la noche. En cuanto a las causas de las ocurrencias correspondieron a negligencias, intencionales y desconocidas porcentajes de 40,38, 36,54 y 23,08 %, respectivamente. El trabajo permitió establecer patrones temporales y espaciales de la ocurrencia de incendios y su causalidad, lo cual constituye un aporte importante y relevante sobre cuándo, dónde y por qué ocurren los incendios en el área objeto de estudio, informaciones que podrán ser utilizadas por los decisores de las actividades de manejo del fuego.

Palabras clave: Incendios de vegetación, prevención de incendios, estadísticas de incendios, protección forestal, manejo del fuego

Abstract

The analyzes of the historical behavior of forest fires provide essential information for the elaboration of effective fire management programs in the communities. These analyzes allow defining where, when and why fires occur. The objective of this work was to evaluate the historical behavior of forest fires in the Chone Canton, Manabí, Ecuador, in the period 2010-2019. The information was provided by the Fire Department of that town. The analysis was carried out considering the occurrences of fires in a space-time context (years, months, days of the week, hours of the day and locations). During the analyzed period, 52 fires were reported, the largest number of them occurring in 2017 (23.08 %). During the year, the highest number of occurrences (88.46 %) was recorded during the months of January, April, July, August, September and December. It could be defined that between 11:00 a.m. and 4:00 p.m. 63.46 % of the total fires occurred, with very few fires reported during the night. As for the causes of the occurrences, there were negligence, intentional and unknown percentages of 40.38; 36.54 and 23.08 %, respectively. The work allowed establishing temporal and spatial patterns of fire occurrences and their causality, which constitutes an important and relevant contribution on when, where and why fires occur in the area under study, information that can be used by decision-makers of the fire management activities.

Keywords: Wildland fires, fire prevention, fire statistics, forest protection, fire management

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone, Manabí, Ecuador, en el período 2010-2019.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales

- Analizar la distribución espacio-temporal de las causas que originaron los incendios forestales

Objeto de estudio

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone.

Campo de acción

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone considerando la distribución temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) y espacial (localidades) de los incendios y de sus causas.

Pregunta de investigación

¿Cuál habrá sido el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Chone, Manabí, Ecuador, en el periodo 2010-2019?

Alcance de la investigación

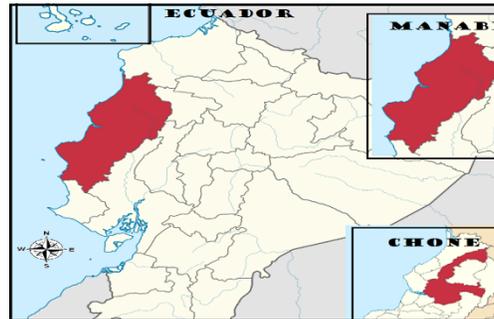
La investigación es de alcance descriptivo.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Chone fue creado el 24 de julio 1984. Tiene 126 491 habitantes y una extensión de 3 570 km². Limita al norte con el cantón Pedernales y la provincia de Esmeraldas; al sur con Pichincha, Bolívar y Tosagua; al este con la provincia de Esmeraldas y los cantones El Carmen y Flavio Alfaro; y al oeste con los cantones San Vicente, Sucre (Parroquia San Isidro), Jama y Pedernales (Figura 1).

Figura 1. Ubicación del área de estudio.



Fuente: GMC (2019).

El clima de Chone es subtropical. En invierno los vientos modifican el clima y su temperatura oscila entre los 23 y 28 °C, mientras que en verano alcanza los 34 °C, considerándose uno de los climas más inestables y desequilibrados de las regiones costeras del Pacífico sudamericano. Históricamente en el cantón Chone se han desarrollado actividades económicas como ganadería, agricultura, cría porcina, así como también la comercialización de la producción agrícola.

Base de datos de incendios forestales

Para desarrollar esta investigación se utilizó un diseño de investigación no experimental de tipo longitudinal. Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Chone del 2010 al 2019 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. La base de datos se creó con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, fecha, hora de detección, tipo de incendio, causa, tipo de negligencia, vegetación afectada, tipo de bosque (natural o plantación) y área quemada. Debe decirse que no todos los campos de la mencionada base de datos pudieron ser llenados para cada uno de los incendios ocurridos por falta de información en las bitácoras utilizadas para registrar las actuaciones del Cuerpo de Bomberos en incendios forestales.

Distribución espacio-temporal de las ocurrencias y de sus causas

La definición de la distribución espacio-temporal de los incendios forestales ocurridos en el cantón Chone se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de las ocurrencias de incendios y de sus causas de acuerdo a variables tales como: localidades, período de años, meses y días de la semana. Se observó la clasificación de causas dada por Vélez (1981), la cual las agrupa en naturales (rayos y autocombustión), negligencias, intencionales, accidentes y desconocidas. El procesamiento de la información se realizó con Microsoft Excel 2010.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

Los 52 incendios reportados en el cantón Chone durante el periodo 2010-2019 ocurrieron en un total de nueve localidades, concentrándose en tres de ellas el 55,76 % del total (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en el cantón Chone (2010-2019).

Localidades	Ocurrencia	
	(N.º)	(%)
Boyaca	5	9,62
Canuto	7	13,46
Chibunga	2	3,85
Chone	8	15,38
Convento	2	3,85
Eloy Alfaro	4	7,69
Ricaurte	5	9,62
San Antonio	5	9,62
Santa Rita	14	26,92
Totales	52	100,00

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución a través del periodo de años

La tabla 2 muestra la distribución de la ocurrencia de incendios del 2010 al 2019. En este periodo se reportaron en Chone un total de 52 incendios ocurriendo la mayor cantidad de los mismos en el año 2017 (23,08 %). En el año 2016 no se reportaron estos fenómenos en las bitácoras del Cuerpo de Bomberos.

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los años en el cantón Chone (2010-2019).

Años	Ocurrencia	
	(N.º)	(%)
2010	4	7,69
2011	6	11,54
2012	3	5,77
2013	7	13,46
2014	5	9,62
2015	5	9,62
2016	0	0,00
2017	12	23,08
2018	6	11,54
2019	4	7,69
Totales	52	100,00

Distribución según los meses del año

La figura 2 muestra la distribución de la ocurrencia de incendios a lo largo del año durante el período analizado. Se observa que la distribución de dicha ocurrencia es diferente para cada uno de los meses del año no siendo posible definir una única época de incendios. No obstante, el mayor porcentaje de incendios (88,46 %) se registró durante enero, abril, julio, agosto, septiembre y diciembre.

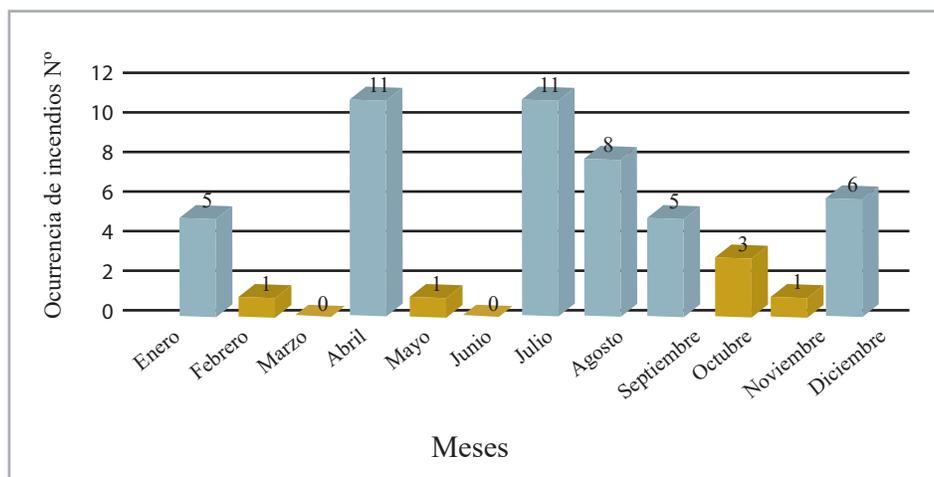


Figura 2. Distribución de la ocurrencia de incendios según los meses en el cantón Chone (2010-2019).

Distribución según los días de la semana

Los mayores porcentajes de los incendios ocurridos del 2010 al 2019 en el cantón Chone durante la semana correspondieron a los días domingo y martes (Figura 3). No obstante, se observa que ocurren en porcentajes similares todos los días de la semana lo cual indica que deben mantenerse las mismas medidas de prevención en todos los casos.

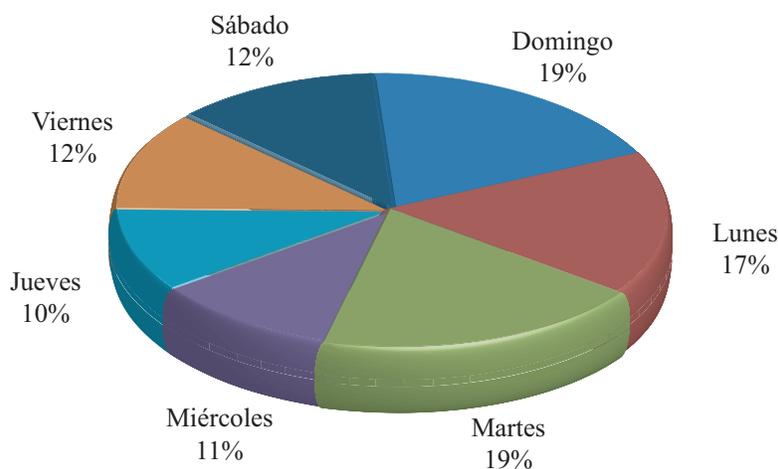


Figura 3. Porcentajes de la ocurrencia de incendios durante la semana en el cantón Chone (2010-2019).

Distribución durante las horas del día

La distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día se presenta en la tabla 3. Puede precisarse que entre las 11:00 y las 16:00 horas ocurrió el 63,46 % del total de incendios, no reportándose los mismos durante las dos últimas horas de la noche y las primeras horas de la mañana. Este comportamiento está relacionado con las variaciones diarias de la temperatura del aire y de la humedad relativa.

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día en el cantón Chone (2010-2019).

Horas	Ocurrencia		Horas	Ocurrencia	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
1:00	0	0,00	13:00	7	13,46
2:00	1	1,92	14:00	11	21,15
3:00	0	0,00	15:00	1	1,92
4:00	0	0,00	16:00	5	9,62
5:00	1	1,92	17:00	2	3,85
6:00	0	0,00	18:00	3	5,77
7:00	0	0,00	19:00	4	7,69
8:00	0	0,00	20:00	2	3,85
9:00	2	3,85	21:00	0	0,00
10:00	3	5,77	22:00	1	1,92
11:00	5	9,62	23:00	0	0,00
12:00	4	7,69	24:00	0	0,00
Totales			52	100,00	

Distribución espacial de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas según las localidades

En cuanto a las causas de las ocurrencias según las localidades (Tabla 4) la distribución obtenida indica sobre cuál de ellas se debe centrar el trabajo de prevención. Tal es así que, por ejemplo, en el caso de Chibunga, los dos incendios reportados fueron por negligencias.

Tabla 4. Distribución por localidades de la ocurrencia de incendios según las causas en el cantón Chone (2010-2019).

Localidades	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)
Boyacá	1	4,76	2	10,53	2	16,67	5
Canuto	2	9,52	3	15,79	2	16,67	7
Chibunga	2	9,52	0	0,00	0	0,00	2
Chone	4	19,05	3	15,79	1	8,33	8
Convento	1	4,76	1	5,26	0	0,00	2
Eloy Alfaro	2	9,52	2	10,53	0	0,00	4
Ricaurte	2	9,52	3	15,79	0	0,00	5
San Antonio	0	0,00	2	10,53	3	25,00	5
Santa Rita	7	33,33	3	15,79	4	33,33	14
Totales	21	100,00	19	100,00	12	100,00	52

Distribución temporal de las causas de los incendios forestales **Distribución de las causas a través del periodo de años**

Durante el periodo que se analiza de los 52 incendios reportados 21 (40,38 %) se originaron por negligencias, 19 (36,54 %) fueron de origen intencional y en 12 de ellos (23,08 %) no se identificó la causa de su origen.

Distribución de las causas a través de los meses del año

La distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas se muestra en la tabla 5. Según estos resultados el 23,81 % de los incendios originados por negligencias se reportaron en el mes de diciembre, mientras que el 31,58 % de los mismos son originados de forma intencional en abril. El 33,33 % de la ocurrencia cuya causa no fue determinada, se registró en julio.

Tabla 5. Distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas en el cantón Chone (2010-2019).

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Enero	3	14,29	0	0,00	2	16,67
Febrero	1	4,76	0	0,00	0	0,00
Marzo	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Abril	3	14,29	6	31,58	2	16,67
Mayo	1	4,76	0	0,00	0	0,00
Junio	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Julio	3	14,29	4	21,05	4	33,33
Agosto	1	4,76	4	21,05	3	25,00
Septiembre	2	9,52	2	10,53	1	8,33
Octubre	2	9,52	1	5,26	0	0,00
Noviembre	0	0,00	1	5,26	0	0,00
Diciembre	5	23,81	1	5,26	0	0,00
Totales	21	100,00	19	100,00	12	100,00

Distribución de las causas a través de los días de la semana

En la tabla 6 se observa que las distintas causas presentan una distribución similar durante todos los días de la semana.

Tabla 6. Distribución semanal de la ocurrencia de incendios según las causas en el cantón Chone (2010-2019).

Días	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Domingo	4	19,05	5	26,32	1	8,33
Lunes	4	19,05	2	10,53	3	25,00
Martes	4	19,05	4	21,05	2	16,67
Miércoles	2	9,52	1	5,26	3	25,00
Jueves	3	14,29	2	10,53	0	0,00
Viernes	2	9,52	3	15,79	1	8,33
Sábado	2	9,52	2	10,53	2	16,67
Totales	21	100,00	19	100,00	12	100,00

.....

Discusión

Distribución espacial y temporal de la ocurrencia de incendios forestales

En esta investigación se consideró un período de 9 años (2010-2019), ocurriendo en el mismo 52 incendios forestales. En un periodo de 10 años (1997-2006) García (2019) en la provincia Pinar del Río, Cuba, reportó 73 incendios. Por su parte Ramos (2012), reportó la ocurrencia de 192 incendios forestales en la Empresa Forestal Macurije durante un periodo de seis años (2006-2011). En el cantón Rocafuerte, Medranda (2019) reportó la ocurrencia de 310 incendios en el período 2016-2019, mientras que en el cantón Santa Ana, García (2019), reportó la ocurrencia de 91 incendios en el período 2012-2018.

Las épocas de mayores 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 influenciada por los tipos de vegetación (Soares, 1985). En correspondencia con este planteamiento, mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron de enero a agosto, de acuerdo con Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013), durante el período 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante el período agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo. En el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, García (2019) obtuvo que durante el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el periodo septiembre-enero. Por su parte Medranda (2019) reportó que de los incendios ocurridos del 2016 al 2019, se pueden definir dos subperíodos de mayores ocurrencias, uno representado por enero y diciembre y otro que agrupa a los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

En cuanto a la distribución de la ocurrencia durante los días de la semana no se encontraron en este trabajo valores muy diferentes para cada uno de los días. Resultados similares obtuvieron Castro (2009) de

1999 al 2008 y Ramos (2012) del 2006 al 2011 para la Empresa Forestal Macurije, en Cuba. Tampoco reportaron diferencias durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba. Lo mismo ocurrió para el caso del cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018, según reportó García (2019). Medranda (2019), destaca que, aunque el día miércoles se reportó la mayor cantidad de incendios, a través del análisis de varianza pudo comprobarse que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de incendios ocurridos en cada uno de los días de la semana.

Con relación a la distribución de la ocurrencia de incendios en función del horario de detección por lo general siempre la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos, *et al.* (2013) en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas. García (2019), obtuvo que en el cantón Santa Ana en el período 2012-2018 la mayor cantidad de incendios se originó entre las 14:00 y las 16:00 horas. En el cantón Rocafuerte, Manabí, puede precisarse que entre las 12:00 y las 15:00 horas ocurrieron los incendios, reportándose pocas ocurrencias durante las horas de la noche y de la mañana.

Causas de los incendios forestales

En el caso de América del Sur, Sanhueza (2004), al referirse a las causas de los incendios plantea que más del 95 % de la causalidad obedece a causas antrópicas, y el sentido común y la experiencia de la mayoría de los profesionales dedicados al tema, conducen a afirmar que sin dudas el uso del fuego, en la habilitación de terrenos para la agricultura, ganadería y asentamiento humano, constituye el factor de mayor importancia en el origen de los incendios forestales, y en la devastación de los bosques sudamericanos. En Brasil y Chile, se encuentra un notable incremento de la intencionalidad en el inicio de los incendios y la piromanía en los alrededores de las grandes urbes, está surgiendo como una enfermedad mental producto del desarrollo de la

civilización. Según García (2019), en el cantón Santa Ana durante el periodo 2012-2018 en el 89,01 % de los casos, no se identificó la causa del origen de los incendios. Medranda (2019) obtuvo durante el periodo 2016-2019 que de los 309 incendios reportados, 162 (52,43 %) se originaron por negligencias, 86 (27,83 %) fueron de origen intencional y en 61 de ellos (19,74 %) no se identificó la causa de su origen.

Conclusiones

La elaboración de este proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- Las estadísticas sobre incendios forestales en el cantón Chone durante los años de 2010 a 2019, aunque son incompletas, permitieron establecer patrones temporales y espaciales de la ocurrencia de incendios y su causalidad, lo cual constituye un aporte importante y relevante sobre cuándo, dónde y por qué ocurren los incendios en la localidad, fundamentación que contribuye al perfeccionamiento del trabajo de los decisores en el ámbito de las actividades de manejo integrado del fuego.
- No fue posible definir una época de incendios específica. No obstante, se identificaron los meses de mayores ocurrencias. También se obtuvo que la mayor cantidad de incendios se iniciaron entre las 11:00 y las 16:00 horas, lo cual está asociado al comportamiento diario de la temperatura del aire y de la humedad relativa, condiciones que favorecen el aumento de la cantidad de combustibles disponibles y a su vez la eficiencia de las causas que originan los incendios, todas de origen antrópico.
- En el ámbito espacial quedó establecido que en el período analizado ocurrieron en las localidades Santa Rita, Chone y Canuto más de la mitad de los incendios.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar:

- Repetir esta investigación en otras localidades de la provincia de Manabí y del país con vistas a perfeccionar las actividades

del manejo del fuego.

- Como parte de la vinculación de la universidad con la comunidad, el proyecto debe ser presentado en el Cuerpo de Bomberos del cantón Chone con el fin de difundir los resultados.
- Divulgar los resultados del proyecto a la comunidad de Chone con el fin de prevenir los incendios forestales.

Referencias bibliográficas

Castro, J. (2009). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral "Macurijes" del 1998 al 2007* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

García, H. J. (2019). *Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012-2018* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

Medranda, J. A. (2019). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador, en el periodo 2016-2019* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río. Cuba.

Ramos, M. P. (2012). *Desempeño de los índices de Nesterov, fórmula de Monte Alegre y fórmula de Monte Alegre alterada en la Empresa Forestal Macurije, Pinar del Río, Cuba* (Tesis de pos-doctorado). Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.

Ramos, M. P., Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. y Martínez, L. W. (2013). Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, 43(2), 231-240.

Sanhueza, P. I. (2004). Diagnóstico Regional de América del Sur sobre la cooperación internacional en el manejo de incendios forestales. Conaf, Chile.

Soares, R. V. (1985). *Incêndios florestais. Controle e uso do fogo*. Fundação de pesquisas florestais do Paraná. Curitiba, Brasil, 213 p.

Vélez, R. (1981). *Defensa contra incendios en el medio natural*. Tratado del medio natural (tomo IV). Universidad Politécnica de Madrid. España. pp. 293-348.

3.8. Análisis espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el período 2014-2019

Ximena Carolina Montalvo Cedeño, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
Marcos Manuel Escobar Chichande, René Gras Rodríguez

Resumen

El conocimiento del comportamiento histórico de los incendios forestales ocurridos en un territorio es de gran utilidad para la gestión eficiente de las actividades de manejo del fuego. El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el periodo 2014-2019. Los datos fueron facilitados por el Benemérito Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. Se consideró tanto la distribución espacial (parroquias) y temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) de la ocurrencia de incendios y de las áreas quemadas como la efectividad del sistema de protección contra incendios forestales. El procesamiento de datos se realizó con la ayuda del programa Microsoft Excel y el análisis estadístico con el programa SPSS Statistics for Windows (Version 22.0). Se trabajó con un nivel de significancia del 0,05 ($p=0,05$). En el período analizado se reportaron 12 003 incendios y un total de 8 533,77 ha quemadas, correspondiendo a los años 2015, 2018 y 2019 el 72,58 % de los incendios y al 2015 el 42,89 % del total de áreas quemadas. La media anual de ocurrencias fue de 2 000,5 incendios. La cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana fue similar. Los siniestros acontecieron en 67 parroquias tanto urbanas como rurales, concentrándose en 11 de ellas el 42,38 % del total de incendios y el 18,60 % de las áreas quemadas. El sistema de protección muestra alta efectividad mostrando un valor medio de 0,71 hectáreas quemadas por incendio. Además de que la gran mayoría de los incendios se ubican en la clase de tamaño I (0-1 ha).

Palabras clave: Incendios de vegetación, manejo del fuego, estadísticas de incendios, comportamiento histórico.

.....

Abstract

Knowledge of the historical behavior of forest fires that occur in a territory is very useful for the efficient management of fire management activities. The objective of this work was to analyze the spatio-temporal behavior of forest fires in the Metropolitan District of Quito, Ecuador, in the period 2014-2019. The data was provided by the Fire Department of the Quito Metropolitan District. The spatial (parishes) and temporal distribution (years, months, days of the week and hours of the day) of the occurrences and the burned areas were considered, as well as the effectiveness of the forest fire protection system. The data processing was carried out with the help of Microsoft Excel. Statistical analysis was performed with SPSS Statistics for Windows (Version 22.0). We worked with a significance level of 0.05 ($p=0.05$). In the analyzed period, 12,003 fires were reported and a total of 8,533.77 ha were burned, corresponding to the years 2015, 2018 and 2019, 72.58 % of the occurrences and to 2015, 42.89 % of the total burned areas. The annual average of occurrences was 2 000.5 fires. The number of fires that occurred each day of the week was similar. The incidents occurred in 67 parishes, both urban and rural, with 11 of them concentrating 42.38 % of the total occurrences and 18.60 % of the burned areas. The protection system shows high effectiveness, showing an average value of 0.71 hectares burned by fire. In addition to the fact that most of them are located in size class I (0-1 ha).

Keywords: Vegetation fires, fire management, fire statistics, historical behavior.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar el comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el periodo 2014-2019.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales y las áreas quemadas,
- Evaluar la efectividad del sistema de protección contra incendios forestales,

Objeto de estudio

Comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador.

Campo de acción

Comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, considerando la distribución espacio-temporal de su ocurrencia y áreas quemadas, así como la efectividad del sistema de protección contra incendios forestales.

Pregunta de investigación

¿Cuál habrá sido el comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el período 2014-2019?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva, con la cual, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

La ciudad de Quito, conocida como San Francisco de Quito, es la capital de la República del Ecuador y también de la provincia de Pichincha. Está ubicada sobre la hoya de Guayllabamba en las laderas orientales del volcán activo Pichincha, en la parte occidental de Los Andes. Su altitud promedio es de 2 850 m.s.n.m. y tiene una superficie de 4 283 km². De acuerdo con el censo del 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010), Quito cuenta con 2 239 191 habitantes. No obstante, el mismo instituto estima que en el año 2019, esta cifra se aproximó a los 2 735 987 habitantes.

Quito limita al norte con la provincia de Imbabura, al sur con los cantones Rumiñahui y Mejía, al este con los cantones Pedro Moncayo, Cayambe y la provincia de Napo y al oeste con los cantones Pedro Vicente Maldonado, Los Bancos y la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (Figura 1).

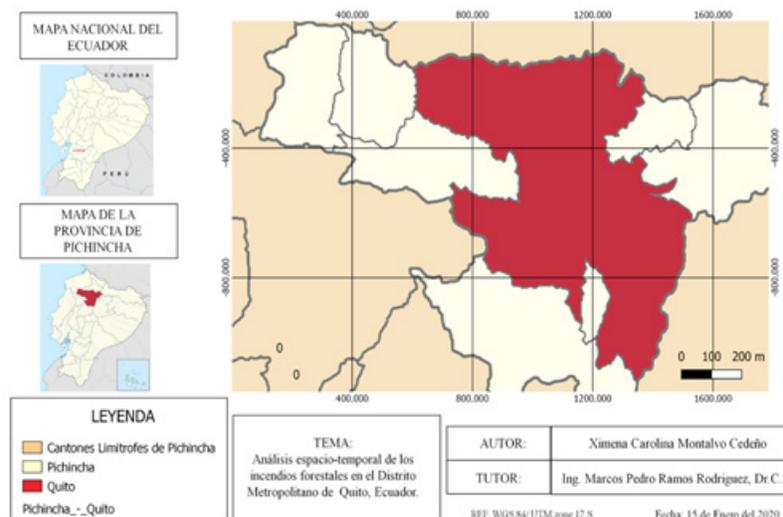
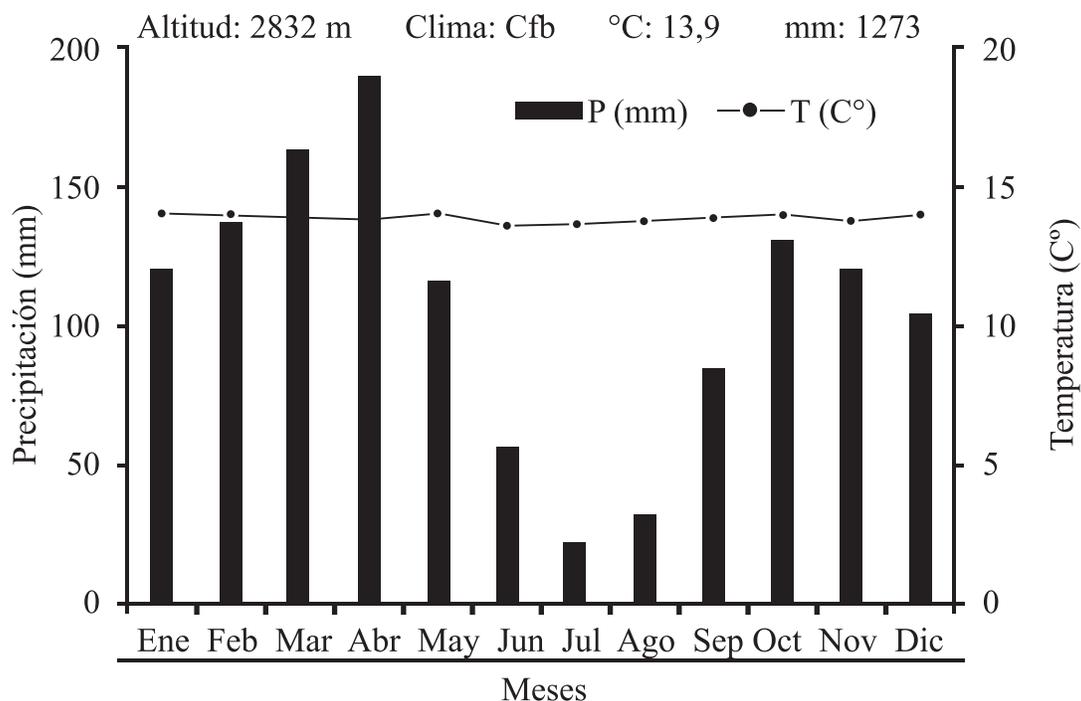


Figura 1. Ubicación del Distrito Metropolitano Quito, Pichincha, Ecuador.

Quito cuenta con 67 parroquias, 32 urbanas y 35 rurales. Entre sus parroquias urbanas están: Belisario Quevedo, Carcelén, Centro Histórico, Chilibulo, Chillogallo, Chimbacalle, Cochapamba, Comité del Pueblo, Concepción, Cotocollao, El Condado, El Inca, Guamaní, Iñaquito, Itchimbía, Jipijapa, Kennedy, La Argelia, La Ecuatoriana, La Ferroviaria, La Libertad, La Mena, Magdalena, Mariscal Sucre, Ponceano, Puengasí, Quitumbe, Rumipamba, San Bartolo, San Juan, Solanda, Turubamba. Sus parroquias rurales son: Alangasí, Amaguaña, Atahualpa, Calacalí, Calderón, Chavezpamba, Checa, Chaupicruz, Conocoto, Cumbayá, El Quinche, Guallea, Guangopolo, Guayllabamba, La Merced, Llano Chico, Llano Grande, Lloa, Nanegal, Nanegalito, Nayón, Nono, Pacto, Perucho, Pifo, Píntag, Pomasqui, Puéllaro, Puembo, San Antonio de Pichincha, San José de Minas, Tababela, Tumbaco, Yaruquí, Zámbez.

Quito tiene un clima templado y cálido. La precipitación es alta, incluso durante el mes más seco. El clima se clasifica como Cfb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 13,9 °C y la precipitación media anual de 741 mm. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 1 273 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 0,5 °C (Figura 2) (Climate-Data.org., 2020).

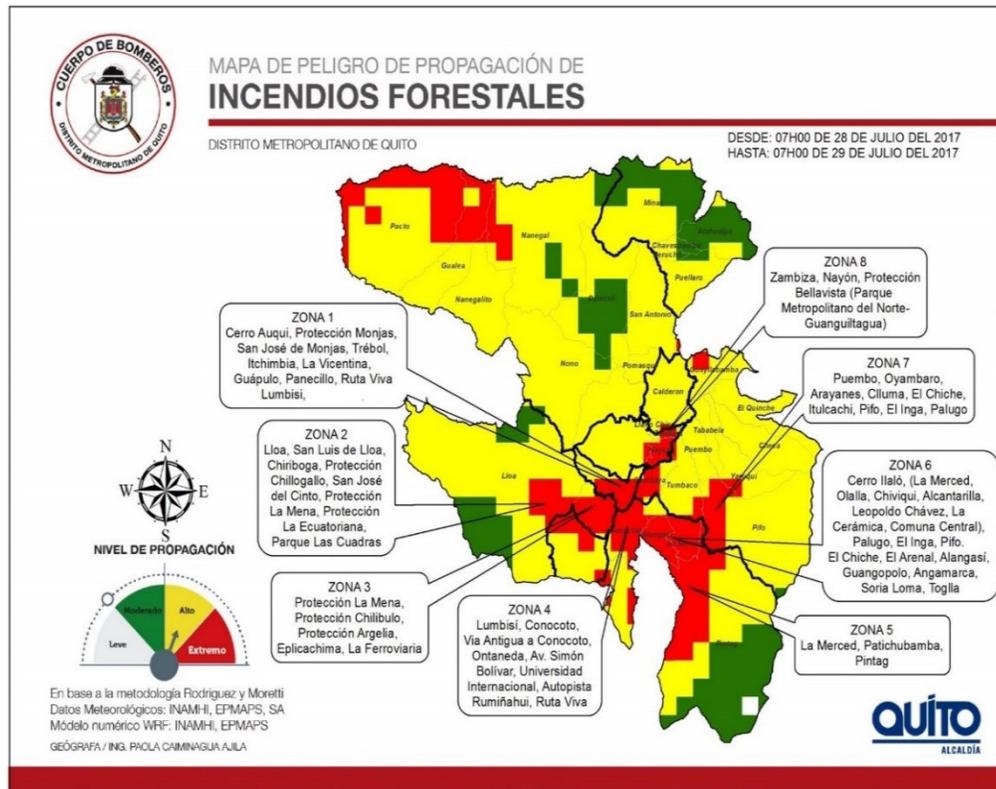
Figura 2. Climograma de Quito (1982-2012).



Fuente: Climate-Data.org (2020).

El Cuerpo de Bomberos de Quito viene ejecutando el “Plan Fuego” con el fin de contrarrestar y minimizar los siniestros debido a que existen zonas de peligro de propagación de incendios forestales (Figura 3).

Figura 3. Zonas de peligro de propagación de incendios forestales.



Fuente: Inamhi, Epmaps S.A. (2017).

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) la presencia de incendios forestales es constante, y sin embargo, éstos son poco conocidos en términos de su gestión y ocurrencia potencial. El Cuerpo de Bomberos de Quito reporta normalmente como incendios forestales aquellos relacionados con espacios periurbanos de la ciudad de Quito (laderas del Pichincha, zonas orientales de Quito y zonas de protección) y espacios públicos relacionados con vegetación arbustiva y arbórea del interior de la ciudad (bordes de quebrada, espacios vacantes o espacios de recreación (Estacio y Narváez, 2012, p. 30). En efecto, la producción de incendios forestales en el área del Distrito Metropolitano de Quito puede afectar espacios urbanos (barrios o cabeceras parroquiales) y rurales (centros poblados), y pone en evidencia los altos niveles de exposición que tienen las especies de flora y fauna de áreas de con-

servación y protección del DMQ. Si bien, un sinnúmero de incendios forestales afectan las formas de producción agrícola o de silvicultura, otro número importante se relaciona con vegetación herbácea (páramos), arbustiva “matorrales”, arbórea y bosques húmedos y secos de gran valor natural y social por su biodiversidad (Estacio y Narváez, 2012, p. 32).

Por otra parte, la evidencia de zonas de recurrencia y potencialidad de incendios forestales revelan la magnitud y cobertura real de los incendios forestales, subrayando que no son hechos simples ni aislados como parte de la cotidianidad quiteña, sino que constituyen una parte fundamental de los problemas de gestión urbana, donde su génesis y la serie de consecuencias que acarrearán pueden llegar a ser más devastadores que algunos riesgos de inundaciones y deslizamientos tan priorizados en el DMQ (Estacio y Narváez, 2012, p. 50).

De acuerdo al Plan de Prevención y Respuesta a Incendios Forestales del DMQ 2017, las épocas secas han favorecido la propagación de incendios forestales en los últimos años; 2015 fue el año de mayores eventos de este tipo, en el periodo de estudio y los conatos fueron los más comunes en los años 2015, 2016 y 2017. Lo expuesto se confirma con los resultados de la presente investigación.

Base de datos de incendios forestales

La estadística de los incendios forestales ocurridos durante el periodo 2014-2019 fueron facilitados por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Quito. La base de datos se creó con la ayuda del programa Microsoft Excel, la misma que estuvo formada por campos tales como: número de incendios, municipio, mes, fecha, día de la semana, hora, tipo de emergencia, zona, parroquia, barrios, latitud, longitud y área quemada. Se contó con una base de datos muy completa, no obstante, puede ser perfeccionada. La información se obtuvo mediante un oficio dirigido al señor Comandante, Esteban Cárdenas Varela, Jefe del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano Quito.

Distribución espacio-temporal de ocurrencia y áreas quemadas

El análisis de la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales y las áreas quemadas en el Distrito Metropolitano de Quito durante el periodo 2014-2019 se realizó siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto, se tuvo en cuenta la distribución espacial (lugares de ocurrencia de los siniestros) y temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) de la ocurrencia y de las áreas quemadas. Con ayuda del Sistema de Información Geográfica QGis v.3.10 se ubicaron las ocurrencias en un mapa en el cual se representó cada año con un color y símbolo diferente. También se obtuvo el mapa del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, para lo cual se trabajó con el mes de septiembre de 2019 ya que fue la imagen satelital que menos nubosidad presentó, además de que para los otros años no se encontraban registros del satélite. La obtención de estas imágenes se logró con el satélite Landsat 8. Los valores de NDVI se clasificaron en 5 categorías (Chuvieco, Deshayes, Stach, Cocero y Riaño, 1999): 1-Suelo sin vegetación ($<0,2$), 2-Poca vegetación ($0,2-0,4$), 3-Vegetación media ($0,4-0,6$), 4-Vegetación densa ($0,6-0,8$) y 5-Vegetación muy densa ($>0,8$).

Efectividad del sistema de protección contra incendios forestales

La evaluación de la efectividad del sistema de protección contra incendios forestales se basó en algunos de los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999), utilizándose los indicadores de efectividad siguientes:

- Media del área quemada por incendio: Es la relación entre el número de hectáreas afectadas y el número de incendios. Este indicador ha sido utilizado por FAO (1982), Ramos (1999), Ramos y Soares (2000), Ramos y Soares (2004), Oharriz, *et al.* (1990) y Soares (1992).
- Tamaño de los incendios (clases de tamaño): Es el agrupamiento de los incendios según el área que han quemado. Indicador utilizado por Haltenhoff (1998), Soares (1985, 1988 y 1992).

Existen varias clasificaciones de los incendios de acuerdo a su tamaño (Ramsey y Higgins (1981) citados por Soares (1985), Batista (1990) y Oharriz, *et al.* (1990). En este trabajo se ha utilizado la clasificación que se muestra en la tabla 1 la cual fue propuesta por Batista, Ramos y Figueredo (2001).

Tabla 1. Clases de tamaño de incendios forestales (Batista et al., 2001).

Clases	Área (ha)	Denominación
I	0 – 1	Manchón
II	1,01 – 4	Pequeño
III	4,01 – 40	Mediano
IV	40,01 – 200	Grande
V	> 200	Muy grande

Los indicadores anteriores se evaluaron considerando la distribución espacial (parroquias) y temporal (años, meses, días, horas).

Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS Statistics for Windows (Versión 22.0) (IBM Corp., 2013). Se trabajó con un nivel de significancia del 0,05 ($p=0,05$). La normalidad de los datos se verificó con la prueba estadística de Shapiro-Wilk. La variable dependiente cantidad de incendios, se distribuyó normalmente ($p>0,05$) en todos los grupos definidos por la variable independiente o factores meses del año, días de la semana y horas del día, por lo que la diferencia entre las medias se probó con un análisis de varianza (ANDEVA), empleándose para la comparación de medias la prueba de Tukey al 5 %. La variable dependiente áreas quemadas, no se distribuyó normalmente ($p<0,05$) en todos los grupos definidos por la variable independiente o factores meses del año, por lo que la diferencia entre las medias se probó con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, verificándose la diferencia entre pares de horas con el empleo de la prueba *post hoc* de Dunn.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios y áreas quemadas

Distribución según los lugares de ocurrencias

En el Distrito Metropolitano de Quito durante el periodo 2014-2019 se reportaron 12 003 incendios forestales que afectaron un total de 8 533,77 ha, distribuyéndose los mismos en 67 parroquias tanto urbanas como rurales (Anexo 1). Puede destacarse que en 11 parroquias ocurrieron más de 300 incendios en el periodo, correspondiendo a ellas el 42,38 % de los incendios y el 18,60 % de las áreas quemadas (Tabla 2). Considerando estas 11 parroquias, correspondió a Pifo y Alangasí el 38,45 y 30,77 % del total de hectáreas quemadas, respectivamente.

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios y las áreas quemadas en las parroquias con mayor afectación en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

No.	Parroquias	Ocurrencia		Áreas quemadas	
		(N.º)	(%)	(ha)	(%)
1	Alangasí	439	8,63	488,47	30,77
2	Amaguaña	487	9,57	53,80	3,39
3	Calderón	393	7,72	26,78	1,69
4	Centro Histórico	320	6,29	12,41	0,78
5	Chillo Gallo	311	6,11	52,30	3,29
6	Conocoto	890	17,49	70,49	4,44
7	El Condado	531	10,44	99,94	6,30
8	La Argelia	393	7,72	10,61	0,67
9	Pifo	315	6,19	610,45	38,45
10	Puengasí	566	11,12	43,58	2,75
11	Tumbaco	443	8,71	118,76	7,48
Totales		5088	100,00	1587,59	100,00
Media	462,55			144,33	

En la figura 4 se observa que los incendios se concentran en la parte centro sur de Quito. Esta zona coincide con los valores más bajos para el NDVI según se puede observar en la figura 5.

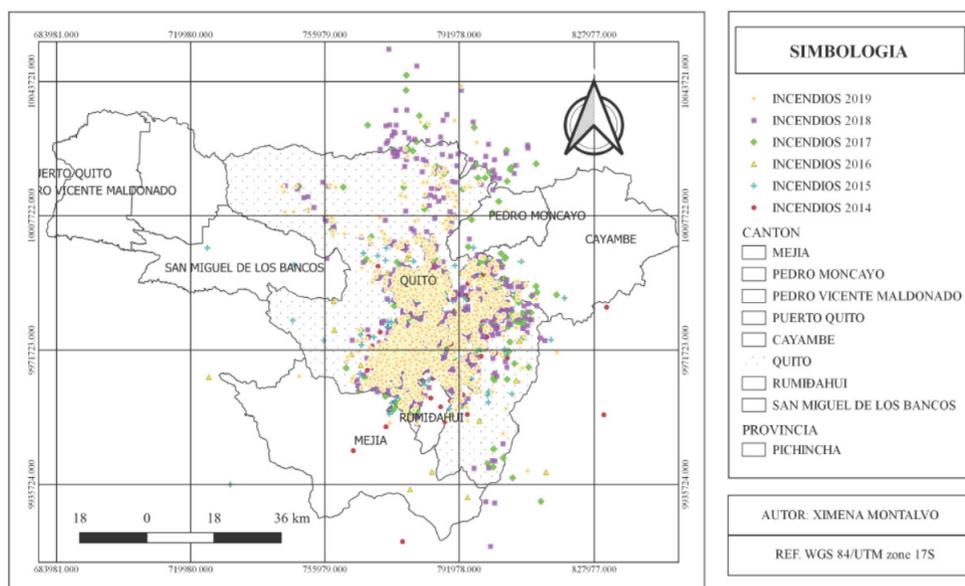


Figura 4. Ocurrencia de incendios en el Distrito Metropolitano de Quito (2014-2019).

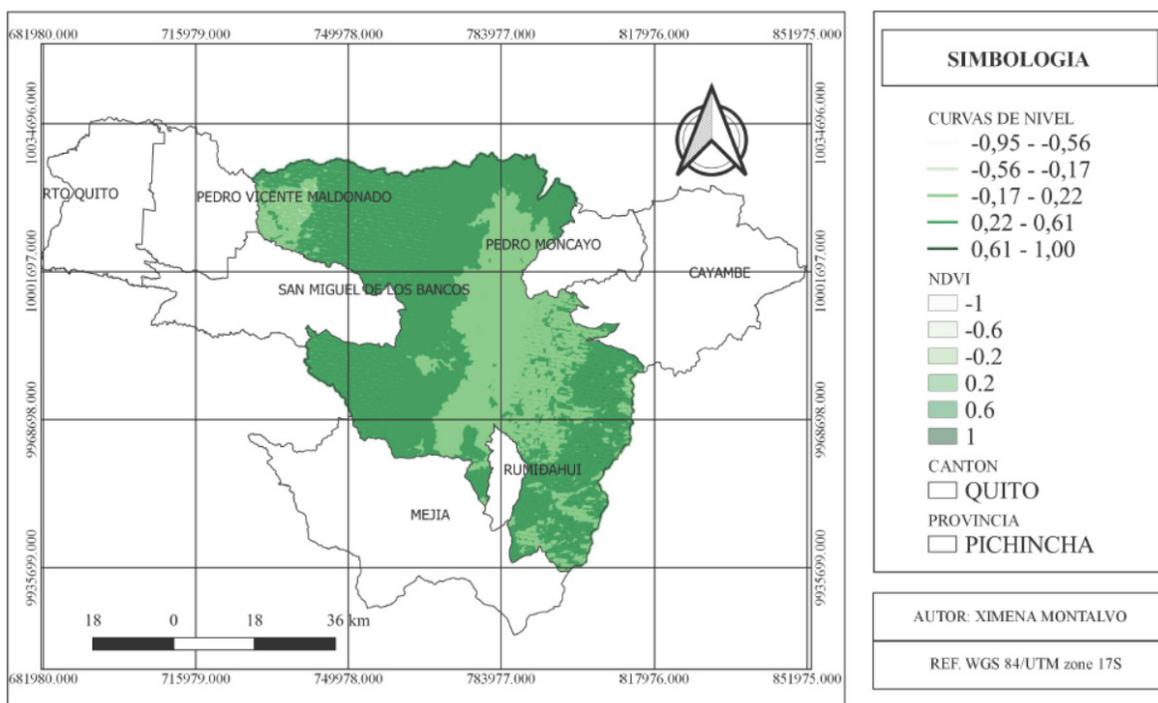


Figura 5. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada para el mes de septiembre del 2019 en el Distrito Metropolitano de Quito.

En la figura 6 se han ubicado los incendios forestales ocurridos durante el mes de septiembre de 2019 sobre el mapa donde se han representado los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada para dicho mes en el Distrito Metropolitano de Quito. La mayoría de los incendios se ubican en la zona con valores del NDVI de 0,2 lo cual indica la existencia de poca vegetación. Esto puede estar asociado a la quema para limpieza de terreno en zonas agrícolas. Más hacia el norte se observan unos pocos incendios en la zona que muestra valores del NDVI superiores a 0,6 lo cual indica vegetación densa o muy densa, correspondiente a bosques.

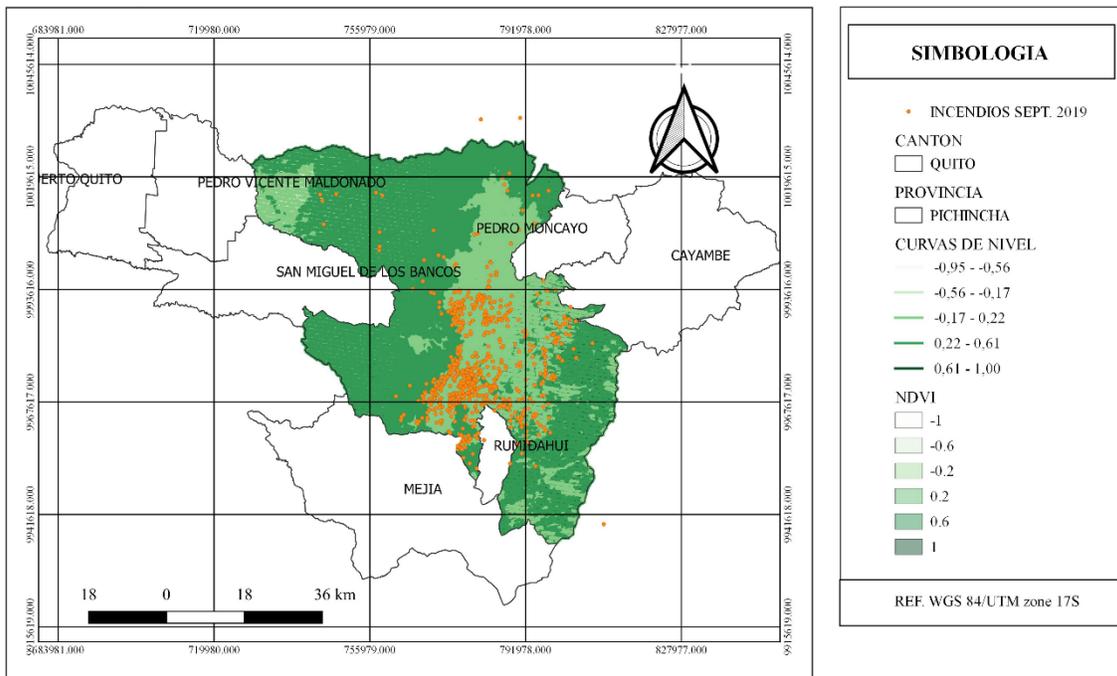


Figura 6. Ubicación de los incendios forestales ocurridos durante el mes de septiembre de 2019 sobre el mapa donde se han representado los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada para dicho mes en el Distrito Metropolitano de Quito.

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios y áreas quemadas

Distribución a través del periodo de años

En la tabla 3 se presenta la distribución de la ocurrencia de incendios forestales y las áreas quemadas desde el 2014 al 2019 en el Distrito Metropolitano de Quito. En ninguno de los dos casos se muestra tendencias. La cantidad de incendios es altamente variable y las hectáreas quemadas, aunque menos variables, son afectadas por el alto valor registrado el año 2015. Durante el periodo objeto de análisis se produjo un total de 12 003 incendios con una media de 2 000,5 eventos al año con una variación de $\pm 1 098,37$ incendios. Se evidencia que la mayor cantidad de los incendios se presentaron durante los años 2015, 2018 y 2019 correspondiéndole a los mismos el 72,58 % del total. Se observa también que en el periodo objeto de análisis se quemaron un total de 8 533,77 ha para una media anual de 1 422,29 ha, con una variación de $\pm 1 140,68$ hectáreas. Al año 2015 correspondió el 42,88 % del total de hectáreas quemadas.

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios y las áreas quemadas a través del periodo de años en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Años	Incendios		Áreas quemadas	
	(N.º)	(%)	(ha)	(%)
2014	1626	13,55	972,70	11,40
2015	3073	25,60	3659,85	42,88
2016	1269	10,57	437,90	5,13
2017	395	3,29	942,82	11,05
2018	2442	20,34	1413,33	16,56
2019	3198	26,64	1107,16	12,97
Totales	12003	100,00	8535,77	100,00
Medias	2000,5		1422,29	

Distribución según los meses del año

La figura 7 muestra la distribución del número de incendios y de hectáreas quemadas a través de los meses en el Distrito Metropolitano de

Quito durante el periodo 2014-2019. Se observa una época de incendios durante el periodo junio-octubre, correspondiéndole porcentajes de ocurrencias de incendios y de hectáreas quemadas de 86,69 y 92,37 %, respectivamente. Dentro de ese periodo se destacan los meses de agosto y septiembre, tanto por el número de incendios como por la cantidad de hectáreas quemadas, existiendo igualdad de medias en ambos casos. Esto puede deberse a la distribución de la precipitación durante el año (Figura 2) y al uso del fuego por los agricultores al final de la época de seca.

Para el caso de las ocurrencias el resultado del ANOVA mostró que existían diferencias estadísticamente significativas entre las medias mensuales ($F = 11,065$; $p = 0,000$). Lo mismo se obtuvo con la prueba de Kruskal-Wallis para las medias de las hectáreas quemadas en cada uno de los meses del año ($\chi^2=45,872$; $p=0,000$). La distribución de las ocurrencias de incendios y las áreas quemadas, sus respectivos porcentajes y los valores medios \pm desviación estándar con la respectiva comparación de medias de acuerdo a las pruebas de Tukey para el caso de las ocurrencias y de Dunn para el caso de las áreas quemadas ($p=0,05$) durante el periodo objeto de análisis en el Distrito Metropolitano de Quito, se presenta en la tabla 4.

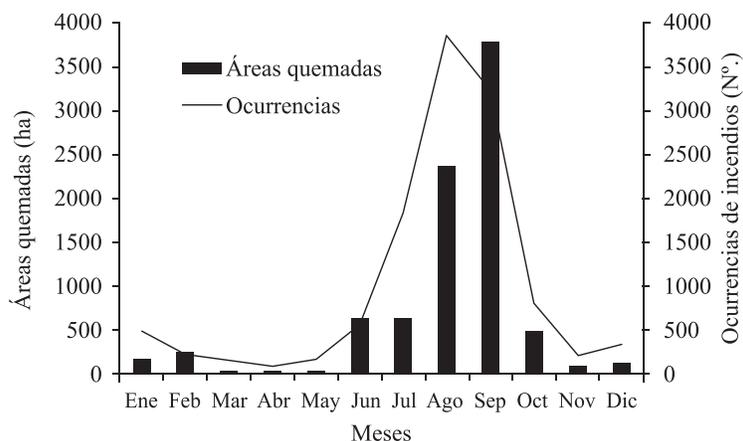


Figura 7. Distribución de la ocurrencia de incendios y las áreas quemadas según los meses en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Tabla 4. Distribución de las ocurrencias de incendios y las áreas quemadas, sus valores medios \pm desviación estándar (ds) con la respectiva comparación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p=0,05$) para las ocurrencias y de Dunn ($p=0,05$) para las áreas quemadas y los porcentajes a través de los meses en el Distrito Metropolitano de Quito (2014-2019)

Meses	Ocurrencias			Áreas quemadas		
	(No.)	(media \pm ds)	(%)	(ha)	(media \pm ds)	(%)
Enero	476	79,33 \pm 82,50 ^c	3,97	164,17	27,36 \pm 36,66 ^d	1,92
Febrero	221	36,83 \pm 35,61 ^c	1,84	248,69	41,44 \pm 79,35 ^d	2,91
Marzo	137	22,83 \pm 18,19 ^c	1,14	10,67	1,77 \pm 2,97 ^{ab}	0,13
Abril	73	12,17 \pm 13,15 ^c	0,61	14,19	2,36 \pm 3,94 ^{bc}	0,17
Mayo	155	25,83 \pm 29,34 ^c	1,29	3,38	0,56 \pm 0,76 ^a	0,04
Junio	623	103,83 \pm 79,46 ^c	5,19	627,51	104,58 \pm 206,78 ^d	7,35
Julio	1865	310,83 \pm 147,72 ^{bc}	15,54	628,17	104,69 \pm 151,29 ^{de}	7,36

Agosto	3874	645,67 ± 376,99 ^a	32,28	2360,55	393,42 ± 340,95 ^f	27,66
Septiembre	3206	534,33 ± 324,37 ^{ab}	26,71	3783,50	630,58 ± 934,54 ^f	44,33
Octubre	838	139,67 ± 114,53 ^c	6,98	484,34	80,72 ± 77,45 ^{ef}	5,67
Noviembre	202	33,67 ± 21,45 ^c	1,68	89,99	14,99 ± 20,68 ^{cd}	1,05
Diciembre	333	55,50 ± 51,09 ^c	2,77	119,98	19,99 ± 21,15 ^d	1,41
Totales	12003		100,00	8535,16		100,00

Nota: Valores con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($p=0,05$) en el caso de las ocurrencias y de la prueba de Dunn ($p=0,05$) en el caso de las áreas quemadas.

Distribución según los días de la semana

La distribución del número total de incendios ocurridos del 2014 al 2019 y los correspondientes porcentajes a través de los días de la semana, se muestran en la figura 8. Se observa que la mayor cantidad de incendios ocurrieron los días sábados y domingos. No obstante, el análisis de varianza demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la cantidad de incendios ocurridos en cada uno de los días de la semana ($F = 0,080$; $p = 0,998$). Esto indica que durante toda la semana deben mantenerse las mismas medidas de prevención.

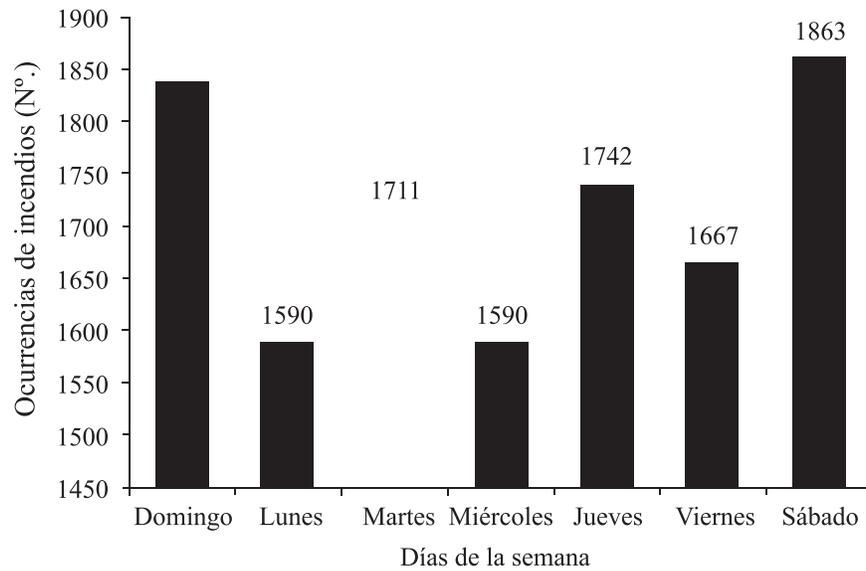


Figura 8. Distribución de la ocurrencia de incendios durante los días de la semana en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Distribución durante las horas del día

La distribución de la ocurrencia de incendios, sus valores medios \pm desviación estándar con la respectiva comparación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p=0,05$) y los porcentajes durante las horas del día en el Distrito Metropolitano de Quito, desde el 2014 al 2019, se muestran en la tabla 4. Puede observarse que entre las 10:00 y las 19:00 horas ocurrió el 77,75 % del total de incendios, reportándose menos ocurrencias durante las horas de la noche y las primeras de la mañana. La diferencia entre las medias del número de ocurrencias reportadas para cada una de las horas se comprobó con el análisis de varianza ($F=7,961$; $p=0,000$).

Tabla 4. Distribución de las ocurrencias de incendios, sus valores medios \pm desviación estándar (ds) con la respectiva comparación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p=0,05$) y los porcentajes a través de las horas del día en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Horas	Ocurrencias			Horas	Ocurrencias		
	(N.º)	(media \pm ds)	(%)		(N.º)	(media \pm ds)	(%)
01:00	95	15,83 \pm 11,07 ^a	0,79	13:00	1209	201,50 \pm 104,40 ^d	10,07
02:00	66	11,00 \pm 9,46 ^a	0,55	14:00	871	145,16 \pm 76,77 ^d	7,26
03:00	77	12,83 \pm 7,85 ^a	0,64	15:00	915	152,50 \pm 82,76 ^d	7,62
04:00	64	10,66 \pm 8,71 ^a	0,53	16:00	918	153,00 \pm 77,79 ^d	7,65
05:00	72	12,00 \pm 8,67 ^a	0,60	17:00	924	154,00 \pm 87,96 ^d	7,70
06:00	186	31,00 \pm 17,74 ^{a,b}	1,55	18:00	898	149,66 \pm 81,39 ^d	7,48
07:00	195	32,50 \pm 21,34 ^b	1,62	19:00	801	133,50 \pm 61,92 ^d	6,67
08:00	214	35,66 \pm 25,09 ^b	1,78	20:00	370	61,66 \pm 39,29 ^c	3,08
09:00	367	61,16 \pm 44,98 ^c	3,06	21:00	314	52,33 \pm 32,90 ^c	2,62
10:00	660	110,00 \pm 68,07 ^{c,d}	5,50	22:00	269	44,83 \pm 29,95 ^c	2,24
11:00	977	162,83 \pm 90,49 ^d	8,14	23:00	262	43,66 \pm 31,26 ^{b,c}	2,18
12:00	1159	193,16 \pm 97,70 ^d	9,66	24:00	120	20,00 \pm 11,88 ^a	1,00
Totales				12003			100,00

Nota: Valores con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($p=0,05$).

Efectividad del sistema de protección contra incendios forestales

Distribución de la efectividad según las localidades

En la tabla 5 se muestran los valores del promedio de hectáreas quemadas por incendio según las localidades donde se reportaron incendios en el Distrito Metropolitano de Quito del 2014 al 2019. El valor más alto de dicho promedio se obtuvo para las parroquias rurales San José de Minas con 18,54 y Lloa con 13,25 ha/incendio. No obstante, de forma general los valores obtenidos indican una buena efectividad del sistema de protección contra incendios, mostrando una media de 0,71 ha/incendio.

Tabla 5. Distribución del promedio de hectáreas quemadas por incendio según las localidades en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Localidades	ha/incendios	Localidades	ha/incendios
Alangasi	1,11	La Magdalena	0,02
Amaguaña	0,11	La Mena	0,11
Atahualpa	3,70	La Merced	0,40
Belisario Quevedo	0,11	Llano Chico	0,36
Calacalí	1,48	Llano Grande	0,37
Calderón	0,07	Lloa	13,25
Carcelén	0,08	Mariscal Sucre	0,03
Centro Histórico	0,04	Nanegal	1,20
Chaupicruz	0,06	Nanegalito	0,40
Chavezpamba	1,21	Nayón	0,33
Checa	1,31	Nono	0,57
Chilibulo	0,08	Pacto	0,98
Chillogallo	0,17	Perucho	1,15
Chimbacalle	0,03	Pifo	1,94
Cochapamba	0,18	Píntag	2,75
Comité del Pueblo	0,06	Pomasqui	0,13
Concepción	0,06	Ponceano	0,03
Conocoto	0,08	Puéllaro	0,93
Cotocollao	0,05	Puembo	4,62
Cumbayá	0,46	Puengasí	0,08
El Condado	0,19	Quitumbe	0,03

El Quinche	1,45	Rumipamba	0,04
Gualea	0,95	San Isidro del Inca	0,18
Guamaní	0,13	San José de Minas	18,54
Guangopolo	1,62	San Antonio	0,26
Guayllabamba	2,62	San Bartolo	0,01
Iñaquito	0,04	San Juan	2,19
Itchimbía	0,62	Solanda	0,01
Jipijapa	0,31	Tabalela	0,64
Kennedy	0,02	Tumbaco	0,27
La Argelia	0,03	Turubamba	0,14
La Ecuatoriana	0,51	Yaruquí	0,23
La Ferroviaria	0,02	Zámbiza	0,42
La Libertad	0,23	Media	0,71

La distribución de los incendios por clases de tamaño según las localidades en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, considerando las 11 parroquias de mayores cantidades de incendios durante el periodo 2014-2019 se presenta en la tabla 6. Se observa que la gran mayoría de los incendios se agrupan en la primera clase de tamaño, lo cual indica una alta eficiencia para el sistema de protección contra incendios forestales.

Tabla 6. Distribución de los incendios por clases de tamaño en las parroquias de mayores ocurrencias en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Localidades	Clases de tamaño										Total
	0-1,0		1,01-4,0		4,01-40,0		40,01-200,0		> 200,00		
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
Alangasí	421	95,90	12	2,73	5	1,14	0	0,00	1	0,23	439
Amaguaña	481	98,77	5	1,03	1	0,21	0	0,00	0	0,00	487
Calderón	389	98,98	4	1,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	393
Centro Histórico	318	99,38	2	0,63	0	0,00	0	0,00	0	0,00	320
Chillogallo	302	97,11	6	1,93	3	0,96	0	0,00	0	0,00	311
Conocoto	875	98,31	13	1,46	2	0,22	0	0,00	0	0,00	890
El Condado	514	96,80	13	2,45	4	0,75	0	0,00	0	0,00	531

La Argelia	392	99,75	1	0,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00	393
Pifo	279	88,57	21	6,67	12	3,81	3	0,95	0	0,00	315
Puengasí	561	99,12	3	0,53	2	0,35	0	0,00	0	0,00	566
Tumbaco	420	94,81	17	3,84	6	1,35	0	0,00	0	0,00	443
Totales	4952	97,33	97	1,91	35	0,69	3	0,06	1	0,02	5088

Distribución de la efectividad a través de los años

En la tabla 7 se muestran los valores de la media de hectáreas quemadas por incendio (ha/incendio) a través de los años en el Distrito Metropolitano de Quito del 2014-2019. Se destacan los altos valores obtenidos para los años 2015 y 2017 en los que se observan valores de 1,19 y 2,39 ha /incendio, respectivamente.

Tabla 7. Distribución del promedio de hectáreas quemadas por incendio a través de los años en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Años	ha/incendio
2014	0,60
2015	1,19
2016	0,35
2017	2,39
2018	0,58
2019	0,35
Media	0,71

La distribución de los incendios por clases de tamaño a través de los años en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, del 2014 al 2019, se presenta en la tabla 8. Durante todos los años la mayor cantidad de incendios se distribuyen en la clase de tamaño I en las que se incluyen incendios de hasta 1 ha.

Tabla 8. Distribución de los incendios por clases de tamaño a través de los años en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Años	Clases de tamaño										No. total
	0-1,0		1,01-4,0		4,01-40,0		40,01-200,0		> 200,00		
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
2014	1575	96,86	32	1,97	18	1,11	0	0,00	1	0,06	1626
2015	2902	94,44	101	3,29	57	1,85	8	0,26	5	0,16	3073
2016	1239	97,64	20	1,58	9	0,71	1	0,08	0	0,00	1269
2017	357	90,38	19	4,81	14	3,54	4	1,01	1	0,25	395
2018	2368	96,97	51	2,09	18	0,74	3	0,12	2	0,08	2442
2019	3116	97,44	48	1,50	29	0,91	5	0,16	0	0,00	3198
Totales	11557	96,28	271	2,26	145	1,21	21	0,17	9	0,07	12003

Distribución de la efectividad según los meses

En la tabla 9 se muestran los valores de la media de hectáreas quemadas por incendio (ha/incendio) a través de los meses del año en el Distrito Metropolitano de Quito del 2014-2019. Los resultados indican que durante todo el año el sistema de protección mantiene una alta efectividad.

Tabla 9. Distribución del promedio de hectáreas quemadas por incendio según los meses en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Meses	ha/incendio
Enero	0,34
Febrero	1,13
Marzo	0,08
Abril	0,19
Mayo	0,19
Junio	0,02
Julio	1,00
Agosto	0,34
Septiembre	0,61
Octubre	1,18
Noviembre	0,58
Diciembre	0,45
Media	0,71

En la tabla 10 se presenta la distribución de los incendios según las clases de tamaño a través de los meses. Según este indicador, durante todos los meses la efectividad es alta, ubicándose en la clase de tamaño I el 96,28 % de los incendios ocurridos.

Tabla 10. Distribución de los incendios por clases de tamaño según los meses en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

Meses	Clases de tamaño										Total
	0-1,0		1,01-4,0		4,01-40,0		40,01-200,0		> 200,00		
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
Enero	459	96,43	10	2,10	7	1,47	0	0,00	0	0,00	476
Febrero	214	96,83	2	0,90	4	1,81	1	0,45	0	0,00	221
Marzo	135	98,54	2	1,46	0	0,00	0	0,00	0	0,00	137
Abril	70	95,89	2	2,74	1	1,37	0	0,00	0	0,00	73
Mayo	154	99,35	1	0,65	0	0,00	0	0,00	0	0,00	155
Junio	610	97,91	6	0,96	4	0,64	2	0,32	1	0,16	623
Julio	1831	98,18	21	1,13	12	0,64	0	0,00	1	0,05	1865
Agosto	3739	96,52	81	2,09	47	1,21	5	0,13	2	0,05	3874
Septiembre	3035	94,67	104	3,24	53	1,65	9	0,28	5	0,16	3206
Octubre	800	95,47	26	3,10	8	0,95	4	0,48	0	0,00	838
Noviembre	191	94,55	8	3,96	3	1,49	0	0,00	0	0,00	202
Diciembre	319	95,80	8	2,40	6	1,80	0	0,00	0	0,00	333
Totales	11557	96,28	271	2,26	145	1,21	21	0,17	9	0,07	12003

Discusión

Distribución espacio-temporal de ocurrencias y áreas quemadas

En esta investigación se consideró un periodo de seis años (2014-2019) reportándose en ese lapso de tiempo, valores medios anuales de 2 000,5 incendios forestales y 1 422,29 ha de área quemada. En un periodo de 10 años (2002-2011) Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013), obtuvieron valores medios anuales de 84,1 incendios y 38,81 ha en Monte Alegre, Brasil y de 75,7 incendios y 1 430,41 ha en Pinar del Río, Cuba. Según los mismos autores, en general Monte Alegre presentó mejor eficiencia en el combate, lo cual fue debido al sistema de protección desarrollado por la Empresa Klabin S/A después del incendio de 1963, una vez que fue la empresa que más perjuicios sufrió con el incendio de ese año en la región. Koproski, Batista y Soares (2004),

reportaron para el período comprendido entre 1999-2003, 52 incendios en el Parque Nacional de Ilha Grande, con una media de 10,4 ocurrencias por año. El área quemada en el período totalizó 124 854,5 hectáreas, lo que representa una media anual de 24 970,9 ha. En el cantón Santa Ana, García (2019), reportó la ocurrencia de 91 incendios durante un periodo de siete años (2012-2018) lo cual representa una media anual de 13 incendios.

Las épocas de mayores 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 influenciada por los tipos de vegetación (Soares, 1985). En correspondencia con este planteamiento, mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron de junio a octubre, según Ramos, *et al.* (2013), durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el período agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba, la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo. De acuerdo con Koproski, Batista y Soares (2004), durante el período 1999-2003, en el Parque Nacional de Ilha Grande los meses críticos para las ocurrencias de incendios fueron agosto y septiembre. En el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, García (2019) concluyó que durante el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el periodo septiembre-enero.

En este trabajo se obtuvo que la cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana fueron similares. Coincidiendo con esto Ramos *et al.* (2013), tampoco reportaron diferencias durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba. Lo mismo ocurrió para el caso del cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018, según reportó García (2019).

Con relación a la distribución de la ocurrencia de incendios en función del horario de detección se obtuvo en este trabajo un periodo de mayor ocurrencia entre las 10:00 y las 19:00 horas. En un estudio realizado

por Ramos, *et al.* (2013), en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas. García (2019), obtuvo que en el cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios se originó entre las 14:00 y las 16:00 horas.

Efectividad del sistema de protección contra incendios forestales

De forma general, el indicador de eficiencia hectáreas quemadas por incendio mostró valores bajos, siendo similares e incluso inferiores a los reportados por Soares (1992) para Grecia de 1978 a 1982, España de 1977 a 1982, y Brasil de 1983 a 1987; así como los reportados por Madoui (2000) para Argelia de 1979 a 1987, y a los obtenidos por Rodríguez, *et al.* (2014), en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, durante el periodo 2001-2010. En el caso de las clases de tamaño los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los reportados por Soares (1992) para Brasil (1983-1987), África del Sur (1985-1989) y Canadá (1969-1978), así como los obtenidos por Ramos *et al.* (2014), para Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, durante el periodo 2001-2010.

Actas, registros o boletas de incendios forestales

En cada país el instrumento utilizado para registrar los incendios toma un término similar. Por ejemplo, en Guatemala, según Ramos (2004), se conoce como boletas, en Cuba se utiliza el término actas de incendios (Ramos, 1998), en España (Área de Defensa Contra Incendios Forestales [ADCIF], 2013) se conoce como parte de incendio forestal y en México se lo denomina reporte de incendios. Mientras que en Ecuador son identificados como partes, bitácoras, actas o libros de incidencias donde se anotan algunos detalles de cada una de las emergencias en que participa el Cuerpo de Bomberos. Específicamente, el Distrito Metropolitano de Quito, cuenta con un sistema de partes, donde se llena en línea toda la información de cada emergencia.

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el periodo 2014-2019 ocurrió todos los años una media de 2 000,5 incendios que afectaron 1 422,29 ha como promedio. La mayor parte de los incendios ocurrieron de junio a octubre con picos en agosto y septiembre, mientras que durante el día la mayor cantidad se reportó entre las 10:00 y las 19:00 horas, con valores máximos entre las 11:00 y las 13:00 horas.
- La efectividad del sistema de protección contra incendios es muy buena, lo cual se demuestra tanto por el bajo valor obtenido para la cantidad de hectáreas quemadas por incendio como por la distribución de la gran mayoría de los incendios en la clase de tamaño I, es decir, de hasta 1 hectárea. No obstante, las parroquias rurales San José de Minas y Lloa mostraron valores de 18,54 y 13,25 ha/incendio, respectivamente.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar:

- Repetir esta investigación en otras localidades de Ecuador con el fin de perfeccionar las actividades de manejo del fuego.
- Como parte de la vinculación de la universidad con la sociedad, el trabajo debe ser entregado al Benemérito Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Quito con vistas a impulsar la difusión de los resultados. También deben presentarse los resultados obtenidos en un evento científico o publicarse en una revista científica.

Referencias bibliográficas

Área de Defensa Contra Incendios Forestales. (2013). Incendios Forestales en España 1 de enero-31 de diciembre 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <https://www2.fire.uni-freiburg.de/inventory/stat/es/Advance-Wildland-Fire-Report-Spain-2012.pdf>

-
- Batista, A.C. (1990). *Incêndio Florestais*. Universidad Federal Rural de Pernambuco. Recife. 115 p.
- Batista, A. C., Ramos, M. P. y Figueredo, M. C. (2001). *Técnicas de prevención de incendios forestales: Informe final*. La Habana, 61 p. Proyecto TCP/CUB/0066-FAO.
- Chuvienco, E., Deshayes, M., Stach, N., Cocero, D. y Riaño, D. (1999). *Short-term fire risk: foliage moisture content estimation from satellite data*. En E. Chuvienco (Ed.) Remote Sensing of Large Wildfires in the European Mediterranean Basin (pp. 17-34). Berlin, Alemania: Springer-Verlag. DOI: [10.1007/978-3-642-60164-4_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-60164-4_3)
- Climate-Data.org. (2020). Clima Quito: climograma de Quito - Climate-Data.org. Recuperado de: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/quito-1012/>
- Estacio, J. y Narváez, N. (11 de marzo del 2012). Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ): conocimiento e intervención pública del riesgo. *Revista Letras Verdes*. file:///C:/Users/Perroni/Downloads/Dialnet-IncendiosForestalesEnElDistritoMetropolitanoDeQuit-5444128%20(1).pdf
- García, H. J. (2019). *Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012-2018* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
- Haltenhoff, H. (1998). *Silvicultura preventiva*. Manual Técnico N.º 18. Corporación Nacional Forestal. Chile.
- IBM Corp. (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. IBM Corp., Armonk, NY: IBM Corp.
- INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

- Koproski, L. P., Batista, A. C. y Soares, R. V. (2004). Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande-Brasil. *Floresta*, 34(2).
- Madoui A. (2000). Forest fire in Algeria and the case of the Domanial Forest of Bou-Taleb, Setif. *International Forest Fire News*, 22, 9-14.
- Oharriz, S., Valdés, C. y Llorente, E. B. (1990). *Estadísticas de los incendios forestales en Cuba durante el periodo 1981-1985*. Dirección de Protección al Bosque y la Fauna. Ministerio de la Agricultura. Cuba.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1982). *Forest Fire Statistics. Economic Comisión for Europa*. Supplement 10 to Volume XXXIV of the "Timber Bulletin for Europa". United Nations. 23 p.
- Ramos, M. P. (1998). Metodología para la obtención y reporte de la información estadística sobre los incendios forestales. En II Congreso Forestal de Cuba. *Memorias del II Congreso Forestal de Cuba*. La Habana, Cuba.
- Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Ramos, M. P. (2004). *Técnicas de prevención de incendios forestales. Informe final*. PROYECTO TCP/GUA/2903 (A) - FAO. Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales del Departamento de Petén, Guatemala.
- Ramos, M. y Soares, R. V. (2004). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río, Cuba. *Revista Floresta*, 28, 3-18.
- Ramos, M. P. y Soares, R. V. (2000). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río, Cuba. *Revista Floresta*, 28(1 y 2). 19-30.

Anexos

Anexo 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las parroquias en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador (2014-2019).

No.	Parroquias	Ocurrencia		Áreas quemadas	
		(No.)	(%)	(ha)	(%)
1	Alangasí	439	3,66	488,47	5,72
2	Amaguaña	487	4,06	53,80	0,63
3	Atahualpa	16	0,13	59,13	0,69
4	Belisario Quevedo	153	1,27	17,41	0,20
5	Calacalí	92	0,77	135,77	1,59
6	Calderón	393	3,27	26,78	0,31
7	Carcelén	245	2,04	19,21	0,23
8	Centro Histórico	320	2,67	12,41	0,15
9	Chaupicruz	2	0,02	0,11	0,00
10	Chavezpamba	11	0,09	13,34	0,16
11	Checa	194	1,62	254,33	2,98
12	Chilibulo	215	1,79	17,69	0,21
13	Chillogallo	311	2,59	52,30	0,61
14	Chimbacalle	60	0,50	1,87	0,02
15	Cochapamba	212	1,77	37,83	0,44
16	Comité Del Pueblo	163	1,36	9,10	0,11
17	Concepción	58	0,48	3,32	0,04
18	Conocoto	890	7,41	70,49	0,83
19	Cotocollao	92	0,77	4,98	0,06
20	Cumbayá	296	2,47	137,35	1,61
21	El Condado	531	4,42	99,94	1,17
22	El Quinche	244	2,03	354,45	4,15
23	Gualea	5	0,04	4,76	0,06
24	Guamaní	181	1,51	22,74	0,27
25	Guangopolo	284	2,37	461,36	5,41
26	Guayllabamba	260	2,17	681,59	7,99
27	Iñaquito	57	0,47	2,15	0,03
28	Itchimbia	206	1,72	127,43	1,49
29	Jipijapa	60	0,50	18,84	0,22
30	Kennedy	33	0,27	0,69	0,01
31	La Argelia	393	3,27	10,61	0,12

32	La Ecuatoriana	117	0,97	59,55	0,70
33	La Ferroviaria	252	2,10	5,46	0,06
34	La Libertad	272	2,27	62,41	0,73
35	La Magdalena	150	1,25	2,41	0,03
36	La Mena	247	2,06	27,42	0,32
37	La Merced	176	1,47	70,67	0,83
38	Llano Chico	112	0,93	39,77	0,47
39	Llano Grande	38	0,32	14,23	0,17
40	Lloa	71	0,59	941,04	11,03
41	Mariscal Sucre	49	0,41	1,43	0,02
42	Nanegal	16	0,13	19,15	0,22
43	Nanegalito	47	0,39	18,59	0,22
44	Nayón	140	1,17	46,79	0,55
45	Nono	108	0,90	61,49	0,72
46	Pacto	12	0,10	11,80	0,14
47	Perucho	5	0,04	5,75	0,07
48	Pifo	315	2,62	610,45	7,15
49	Píntag	251	2,09	691,49	8,10
50	Pomasqui	173	1,44	21,69	0,25
51	Ponceano	70	0,58	2,05	0,02
52	Puéllaro	37	0,31	34,54	0,40
53	Puembo	182	1,52	840,07	9,84
54	Puengasí	566	4,72	43,58	0,51
55	Quitumbe	263	2,19	8,41	0,10
56	Rumipamba	12	0,10	0,43	0,01
57	San Isidro del Inca	86	0,72	15,23	0,18
58	San José de Minas	50	0,42	926,81	10,86
59	San Antonio	90	0,75	23,50	0,28
60	San Bartolo	38	0,32	0,41	0,00
61	San Juan	214	1,78	469,15	5,50
62	Solanda	54	0,45	0,74	0,01
63	Tabalela	83	0,69	53,50	0,63
64	Tumbaco	443	3,69	118,76	1,39
65	Turubamba	113	0,94	15,57	0,18
66	Yaruquí	185	1,54	43,00	0,50
67	Zámbiza	63	0,52	26,18	0,31
	Total	12 003	100,00	8 533,77	100,00

3.9. Comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019)

Kevin Salvador Rodríguez Soledispa, Marcos Pedro Ramos Rodríguez, Ignacio Estévez Valdés, Tayron Omar Manrique Toala

Resumen

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministran informaciones imprescindibles para la elaboración de programas eficaces de manejo del fuego en las comunidades. Estos análisis permiten definir dónde, cuándo y por qué se producen los incendios. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador, en el periodo 2010-2019. Los datos fueron extraídos de las bitácoras donde se registran las distintas incidencias en que participa dicho Cuerpo de Bomberos. La investigación se llevó a cabo considerando las ocurrencias de incendios en un contexto espacio-temporal (años, meses, días de la semana, horas del día y localidades). El procesamiento de la información se realizó con el programa Microsoft Excel 2010. En el periodo analizado se reportaron 177 ocurrencias, correspondiendo al año 2016 el mayor porcentaje (22,60 %). La media anual de ocurrencias fue de 9,89 presentándose los valores más altos de esta variable en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, correspondiéndoles el 59,88 % del total de incendios. Los incendios ocurrieron en 70 localidades siendo Sancán, con un 13,56 % del total, la más afectada. Adicionalmente, se constató que en las bitácoras faltan informaciones importantes para hacer estos análisis, entre las mismas pueden mencionarse: área quemada, coordenadas, causas, condiciones de peligro, tipo de incendio, medios utilizados en la extinción y datos sobre la vegetación.

Palabras clave: Incendios de vegetación, prevención de incendios, estadísticas de incendios, protección forestal, manejo integrado del fuego.



Abstract

The historical behavior of forest fires analyzes provide essential information for the development of effective fire management programs in the communities. These analyzes allow defining where, when and why fires occur. The objective of this work was to evaluate the historical behavior of forest fires attended by the fire department of Jipijapa, Manabí, Ecuador, in the period 2010-2019. The data were extracted from the logbooks where the different incidents in which it participates are recorded the Fire Department of Jipijapa. The investigation was carried out, considering the occurrences of fires in a spatio-temporal context (years, months, days of the week, hours of the day and locations). The information processing was done with Microsoft Excel 2010. In the analyzed period 177 occurrences were reported, corresponding to 2016 the highest percentage (22.60 %). The annual average of occurrences was 9.89, with the months of greatest occurrences of fire in September, October and November, corresponding to 59.88 % of the total number of fires. The fires occurred in 70 locations, Sancán was, with 13.56 % of the total, the most affected. Additionally, it was found that in the logbooks there is a lack of important information to make these analyzes, among which we can mention: burned area, coordinates, causes, danger conditions, type of fire, means used in extinction and vegetation data.

Keywords: Wildland fires, fire prevention, fire statistics, forest protection, integrated fire management

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019).

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales.
- Analizar la distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales.

Objeto de estudio

Comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019).

Campo de acción

Comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019) considerando la distribución espacial (localidades) y temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) de la ocurrencia.

Pregunta de investigación

¿Cuál habrá sido el comportamiento histórico de los incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Jipijapa, Manabí, Ecuador (2010-2019)?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Jipijapa está ubicado al sur de Manabí y es conocido también como “La sultana del café”, pues en una época fue el principal productor de café en el Ecuador. Su nombre se debe a que antiguamente estuvo poblada por la tribu indígena Xipixapa, aunque se especula que también los mayas se extendieron por esta región. Lo que sí es seguro es que las parcialidades indígenas que habitaron lo que hoy es Jipijapa fueron víctimas de saqueos, incendios y otros atropellos de conquistadores y piratas (Jipijapa - Gobierno de Manabí Ecuador, 2020).

Jipijapa se encuentra en la latitud -1.34872 y longitud -80.5787506, en el hemisferio sur (Figura 1) (Geodatos, 2020). El cantón está limitado al norte por los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al sur por la provincia de Santa Elena y Puerto López, al este por los cantones Paján y 24 de Mayo y al oeste por el océano Pacífico. En la actualidad el cantón Jipijapa está subdividido en tres parroquias urbanas (San Lorenzo de Jipijapa, Dr. Miguel Morán Lucio y Manuel I. Parrales y Guale) y siete rurales (La América, El Anegado, Julcuy, La Unión, Membrillal, Pedro Pablo Gómez y Puerto Cayo), ocupando una superficie de 1 540 km² (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] Jipijapa, 2015).

Según el INEC (2010), el cantón Jipijapa tiene una población de 71 100 habitantes (5,2 % de la provincia de Manabí), concentrándose en la zona urbana el 56,6 % y en la zona rural el 43,4 %. El 49,3 % de la población son mujeres y el 50,7 % hombres (GAD Jipijapa, 2015). La distribución de la población según las actividades económicas fundamentales en el cantón Jipijapa se muestra en la tabla 1.

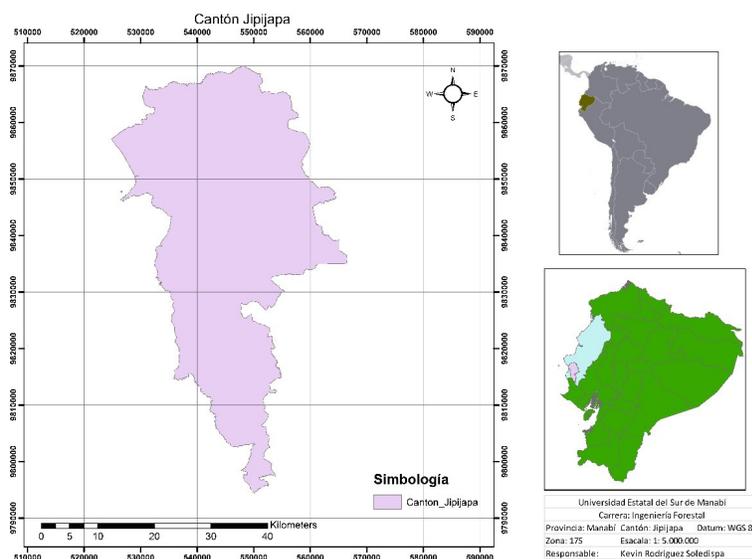


Figura 1. Mapa del cantón Jipijapa.

Tabla 1. Distribución de la población según las actividades económicas fundamentales en el cantón Jipijapa.

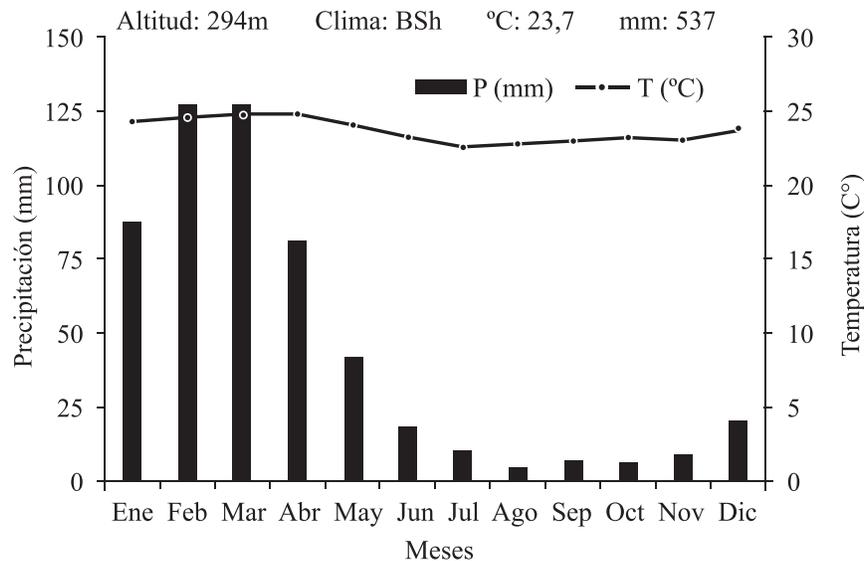
Actividades económicas	Porcentaje
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	37,3
Comercio al por mayor y menor	18,2
Enseñanza	7,2
Construcción	6,2
Industrias manufactureras	5,6
Transporte y almacenamiento	5,0
Actividades de los hogares como empleadores	4,7
Administración pública y defensa	4,5
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	2,8
Actividades de la atención de la salud humana	2,2
Otros	6,3
Total	100,0

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda, 2010.

El clima de Jipijapa se clasifica como BSh (semiárido cálido) por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual es de 23,7 °C y

la precipitación media anual de 537 mm. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 123 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 2,2 °C (Figura 2) (Climate-Data.org., 2020).

Figura 2. Climograma de Jipijapa (1982-2012).



Fuente: Climate-Data.org (2020).

Base de datos de incendios forestales

Para desarrollar esta investigación se utilizó un diseño de investigación no experimental de tipo longitudinal. Dichos estudios, según Hernández, *et al.* (2014), recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos.

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Jipijapa del 2010 al 2019 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. La base de datos se creó con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio,

año, mes, día, día de la semana, hora de detección, tipo de incendio, causa, tipo de negligencia, vegetación afectada, tipo de bosque (natural o plantación) y área quemada. Lamentablemente no todos los campos de la mencionada base de datos pudieron ser llenados para cada uno de los incendios ocurridos por falta de información en las bitácoras utilizadas para registrar las actuaciones del Cuerpo de Bomberos en incendios forestales.

Comportamiento histórico de los incendios forestales

La evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Jipijapa durante el periodo 2010-2019, se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999). En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución espacial (lugares de ocurrencia de los siniestros) y temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) de la ocurrencia de los incendios.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios

Distribución según los lugares de ocurrencia

Los 177 incendios reportados en el cantón Jipijapa durante el periodo 2010-2019 ocurrieron en un total de 70 localidades, correspondiéndole a Sancán el 13,56 % del total. La correspondiente distribución de las cantidades y los respectivos porcentajes se muestran en el Anexo 1.

Distribución temporal de las ocurrencias de incendios

Distribución a través del periodo de años

La tabla 2 muestra la distribución de la ocurrencia de incendios del 2010 al 2019. En este periodo se registraron en Jipijapa un total de 177 incendios, lo cual implica una media de 9,89 ocurrencias al año. Se observa que los mayores porcentajes de éstas se presentaron en los años 2016 y 2019.

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través del periodo de años en el cantón Jipijapa, Ecuador (2010-2019).

Años	Incendios	
	(N.º)	(%)
2010	7	3,95
2011	4	2,26
2012	9	5,08
2013	22	12,43
2014	18	10,17
2015	6	3,39
2016	40	22,60
2017	21	11,86
2018	17	9,60
2019	33	18,64
Totales	177	100,00

Distribución según los meses del año

La tabla 3 muestra la distribución de la ocurrencia de incendios a través de los meses durante el periodo analizado. Se puede observar que la mayoría de las ocurrencias se agrupan en el periodo agosto-diciembre, lo cual coincide con la época de preparación de tierras por parte de los campesinos para la siembra del maíz al llegar las lluvias.

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios según los meses en el cantón Jipijapa, Ecuador (2010-2019).

Meses	Incendios	
	(N.º)	(%)
Enero	6	3,39
Abril	1	0,56
Mayo	1	0,56
Junio	6	3,39
Julio	5	2,82
Agosto	26	14,69
Septiembre	33	18,64
Octubre	37	20,90

Noviembre	36	20,34
Diciembre	26	14,69
Totales	177	100,00

Distribución según los días de la semana

La distribución del número de incendios ocurridos del 2010 al 2019 y los correspondientes porcentajes durante la semana, se muestran en la tabla 4. Se observa que durante sábado y domingo disminuye la ocurrencia, lo cual se debe a que son los días de descanso y regularmente no se trabaja tanto en el campo.

Tabla 4. Distribución de la ocurrencia de incendios según los días de la semana en el cantón Jipijapa, Ecuador (2010-2019).

Días de la semana	Incendios	
	(N.º)	(%)
Lunes	27	15,25
Martes	26	14,69
Miércoles	31	17,51
Jueves	29	16,38
Viernes	32	18,08
Sábado	16	9,04
Domingo	16	9,04
Totales	177	100,00

Distribución durante las horas del día

La distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día se presenta en la tabla 5. Puede precisarse que entre las 13:00 y las 16:00 horas ocurrió el 48,57 % del total de incendios, reportándose pocas ocurrencias durante las horas de la noche y de la mañana. Este comportamiento está relacionado con las variaciones diarias de la temperatura del aire y de la humedad relativa.

Tabla 5. Distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día en el cantón Jipijapa, Ecuador (2010-2019).

Horas	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)
8:00	4	2,26
9:00	6	3,40
10:00	7	3,95
11:00	10	5,65
12:00	14	7,91
13:00	21	11,86
14:00	19	10,73
15:00	23	12,99
16:00	23	12,99
17:00	16	9,05
18:00	8	4,52
19:00	8	4,52
20:00	13	7,35
21:00	4	2,26
22:00	1	0,56
Totales	177	100,00

Discusión

En esta investigación se consideró un periodo de 10 años (2010-2019) ocurriendo en el mismo 177 incendios forestales. En un periodo de 10 años (1997-2006) García (2007) en la provincia Pinar del Río, Cuba, reportó 73 incendios. Por su parte Ramos (2012), reportó la ocurrencia de 192 incendios forestales en la Empresa Forestal Macurije, Cuba, durante un periodo de seis años (2006-2011). En el cantón Santa Ana García (2019), se reportó la ocurrencia de 91 incendios en el periodo 2012-2018. Ramos, Carrasco, Medina, Batista y Tetto (2017), en la provincia Pinar del Río, Cuba, reportaron 378 incendios en un periodo de cinco años (2010-2014).

Las épocas de mayores 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 influenciada por los tipos de vegetación (Soares, 1985). En correspondencia con este planteamiento, mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron de agosto a diciembre, durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, según Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013) la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante el período agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba, la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo. En el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, García (2019) estableció que durante el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el periodo septiembre-enero.

En cuanto a la distribución de la ocurrencia durante los días de la semana no se encontraron en este trabajo diferencias importantes entre los valores obtenidos. Resultados similares obtuvieron Castro (2009), de 1999 al 2008 y Ramos (2012), del 2006 al 2011 para la Empresa Forestal Macurije, en Cuba. Ramos *et al.* (2013), tampoco reportaron diferencias durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba. Lo mismo ocurrió para el caso del cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018, según reportó García (2019).

Con relación a la distribución de la ocurrencia de incendios en función del horario de detección por lo general siempre la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos, *et al.* (2013), en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas. García (2019), obtuvo que en el cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios se originó entre las 14:00 y las 16:00 horas. Coincidiendo con los resultados anteriores, en esta investigación se obtuvo que la mayor cantidad de incendios ocurrió entre las 13:00 y las 16:00 horas.

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Jipijapa durante el periodo 2010-2019 ocurrieron 177 incendios forestales, correspondiendo el 13,56 % a Sancán, una de las 70 localidades donde se reportaron incendios.
- La mayor cantidad de ocurrencias se presentaron durante las horas de la tarde y durante el periodo agosto-diciembre.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar:

- Realizar esta investigación en otras localidades de la provincia de Manabí y del país para poder fundamentar científicamente las decisiones que se tomen en el ámbito del manejo del fuego.
- Como parte de la vinculación de la universidad con la sociedad, el trabajo debe ser presentado en el Cuerpo de Bomberos del cantón Jipijapa con la finalidad de dar a conocer los resultados. También deben presentarse los resultados obtenidos en un evento científico o publicarse en una revista científica.

Referencias bibliográficas

Castro, J. (2009). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral "Macurijes" del 1998 al 2007* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Climate-Data.org. (2020). Clima Jipijapa: climograma de Jipijapa - Climate-Data.org.

García, H. J. (2007). *Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia Pinar del Río de 1997 a 2006* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

García, H. J. (2019). *Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012-2018. Santa Ana* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

Gobierno Autónomo Descentralizado. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-2022*.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Población de Jipijapa. Jipijapa: Censo de Población y Vivienda. Recuperado de <http://poblacion.population.city/ecuador/jipijapa/>

Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Ramos, M. P. (2012). *Desempeño de los índices de Nesterov, fórmula de Monte Alegre y fórmula de Monte Alegre alterada en la Empresa Forestal Macurije, Pinar del Río, Cuba* (Tesis de pos-doctorado). Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.

Ramos, M. P., Carrasco, Y., Medina, C. A., Batista, A. C. y Tetto, A. F. (2017). Relación entre variables meteorológicas e incendios forestales en la provincia Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, **47**(3), 343-352. <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/50900/33615>

Ramos, M. P., Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. y Martínez, L. W. (2013). Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, **43**(2), 231-240.

Soares, R. V. (1985). Incendios florestais. Controle e uso do fogo. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 213.

Anexo 1. Distribución de los incendios según los lugares de ocurrencias en el cantón Jipijapa, Ecuador (2010-2019).

Lugares de ocurrencias	Ocurrencias		Lugares de ocurrencias	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
1 de Julio	5	2,82	La Floresta	1	0,56
1 de Noviembre	1	0,56	La Gloria	1	0,56
24 de Mayo	4	2,26	La Naranja	1	0,56
3 de Mayo	1	0,56	La Pila	1	0,56
8 de Enero	1	0,56	La Piladora	1	0,56
By Pass	1	0,56	La Susana	2	1,13
Cabo de Hacha	1	0,56	Las Mercedes	1	0,56
Camal Municipal	1	0,56	Los Amarillos	3	1,69
Canta Gallo	1	0,56	Los Patios	1	0,56
Cascol	1	0,56	Los Vergeles	2	1,13
Bella Vista	1	0,56	Luis Bustamante	6	3,39
Che Guevara	1	0,56	Matapalo	1	0,56
La Floresta	1	0,56	Merced	1	0,56
Renato Ibarra	1	0,56	Montalvo	1	0,56
Ricardo Loor	1	0,56	Pacheco	1	0,56
San José	1	0,56	Parrales Iguales	6	3,39
El Paraíso	1	0,56	Puerta del Sol	3	1,69
Chade	4	2,26	Quimis	7	3,95
Choclo	7	3,95	Quiteño Libre	1	0,56
Choconcha	1	0,56	Renato Burgos	2	1,13
República	2	1,13	Sancán	24	13,56
Colimes	2	1,13	San Antonio	2	1,13
Colón Quimis	5	2,82	San Bembe	1	0,56
Colorado	1	0,56	San Gregorio	1	0,56
Curva de la Muerte	1	0,56	San Sebastián	1	0,56
El Paraíso	2	1,13	San Vicente	6	3,39
El Páramo	1	0,56	Santa Rosa	6	3,39
Eloy Alfaro	4	2,26	Vía Cayo	5	2,82
Entrada a Julcuy	2	1,13	Vía Guayaquil	4	2,26
Gangotena	1	0,56	Vía Manta	2	1,13
Hacienda Avícola	1	0,56	Julcuy	6	3,39
Innfa	1	0,56	Pedro Pablo Gómez	2	1,13

Investigaciones sobre el comportamiento histórico

Joa	2	1,13	Paján	1	0,56
Puerto Cayo	3	1,69	La América	2	1,13
La Cárcel	6	3,39	El Anegado	1	0,56
Totales				177	100,00

.....

3.10. Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, en el periodo 2015-2019

Ingrid Estefanía Vélez Obando, Marcos Pedro Ramos Rodríguez, Ignacio Estévez Valdés, Tayron Omar Manrique Toala

Resumen

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministran informaciones imprescindibles para la elaboración de programas eficaces de manejo del fuego en las comunidades. Estos análisis permiten definir dónde, cuándo y por qué se producen los incendios. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, en el periodo 2015-2019. Las informaciones fueron suministradas por el Cuerpo de Bomberos del cantón Sucre en el periodo 2015-2019. El análisis se realizó considerando las ocurrencias de incendios en un contexto espacio-temporal (años, meses, días de la semana, horas del día y localidades). En el periodo analizado se reportaron 214 ocurrencias, correspondiendo al año 2018 el mayor porcentaje (34,58 %). Las medias anual y mensual de ocurrencias fueron de 42,80 y 17,83 incendios, respectivamente. Durante el periodo agosto-enero el número total de ocurrencia fue superior a la media mensual, correspondiendo a estos meses el 74,30 % de los incendios ocurridos del 2015 al 2019. Los incendios ocurrieron en 41 localidades concentrándose en nueve de ellas el 37,85 % del total. El 49,53 % de los incendios se originó por negligencias.

Palabras clave: Incendios de vegetación, prevención de incendios, estadísticas de incendios, protección forestal, manejo integrado del fuego

Abstract

The historical behavior of forest fires analyzes provide essential information for the development of effective fire management programs in the

communities. These analyzes allow defining where, when and why fires occur. The objective of this work was to evaluate the historical behavior of forest fires in the Sucre Canton, Manabí, Ecuador, in the 2015-2019 period. The information was provided by the Sucre Canton Fire Department in the 2015-2019 period. The analysis was performed considering the occurrences of fires in a spatio-temporal context (years, months, days of the week, hours of the day and locations). In the analyzed period 214 occurrences were reported, corresponding to the year 2018 the highest percentage (34.58 %). The average annual and monthly occurrences were 42.80 and 17.83 fires, respectively. During the period August-January the total number of occurrences was higher than the monthly average, corresponding to them 74.30% of the fires that occurred from 2015 to 2019. The fires occurred in 41 locations, concentrating in nine of them on 37, 85 % of the total. The 49, 53% of fires originated from negligence.

Keywords: Wildland fires, fire prevention, fire statistics, forest protection, integrated fire management

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, en el periodo 2015-2019.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales
- Analizar la distribución espacio-temporal de las causas que originaron los incendios forestales

Objeto de estudio

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre en el periodo 2015-2019.

.....

Campo de acción

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre en el periodo 2015-2019 considerando la distribución temporal (años, meses, días de la semana, horas del día) y espacial (localidades) de la ocurrencia de incendios y de sus causas.

Pregunta de investigación

¿Cuál habrá sido el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador, en el periodo 2015-2019?

Alcance de la investigación

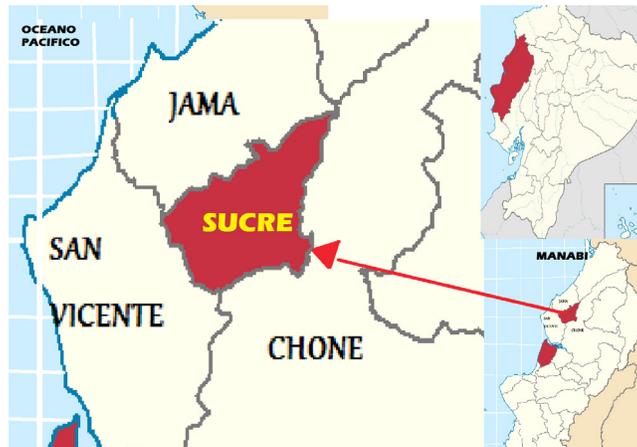
La investigación es descriptiva. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

El cantón Sucre tiene una extensión de 764 km², limitando al norte con el cantón San Vicente, al sur con los cantones Portoviejo y Rocafuerte, al este con los cantones Tosagua y Rocafuerte y al oeste con el océano Pacífico. Sucre se divide en cuatro parroquias, dos de ellas urbanas (Bahía de Caráquez y Leonidas Plaza Gutiérrez) y otras dos rurales (Charapotó y San Isidro). La parroquia San Isidro se encuentra separada del resto del cantón por el cantón San Vicente (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD], 2018).

Figura 1. Mapa político del cantón Sucre, Manabí, Ecuador.



Fuente: GAD municipal (2018).

Diseño y base de datos de incendios forestales

Para desarrollar esta investigación se ha utilizado un diseño de investigación no experimental de tipo longitudinal. Dichos estudios, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos. Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Sucre del 2015 a junio del 2019 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. La base de datos se creó con ayuda del programa Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, año, mes, día del mes, día de la semana, hora de detección, tipo de incendio, causa, tipo de negligencia, vegetación afectada, tipo de bosque (natural o plantación) y área quemada. Lamentablemente no todos los campos de la mencionada base de datos pudieron ser llenados para cada uno de los incendios ocurridos por falta de información en las bitácoras utilizadas para registrar las actuaciones del Cuerpo de Bomberos en incendios forestales.

Distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales

La determinación de la distribución espacio-temporal de los incendios forestales ocurridos en el cantón Sucre se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos propuestos por Ramos (1999), según los cuales se trata el problema en un contexto espacio-temporal. En correspondencia con esto se tuvo en cuenta la distribución de los incendios ocurridos de acuerdo a variables tales como: años, meses, días de la semana, horas del día y localidades.

Distribución espacio-temporal de las causas de los incendios forestales

El análisis de la distribución espacio-temporal de las causas de los incendios forestales fue realizado en un contexto espacio-temporal. En este caso se observó la clasificación de causas dada por Vélez (1981), la cual agrupa las causas en naturales (rayos y autocombustión), negligencias, intencionales, accidentes y desconocidas.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

En el cantón Sucre durante el periodo 2015-2019 se reportó un total de 214 incendios distribuidos en 41 localidades, concentrándose en nueve de ellas el 50,64 % del total (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en el cantón Sucre (2015-2019).

Localidades	Ocurrencias		Localidades	Ocurrencias	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
Agua Blanca	3	1,40	Pueblito	6	2,80
Angostura	13	6,07	Río Mariano alto	8	3,74
Arcillos	6	2,80	Río Mariano arriba	3	1,40
Boca de Calada	9	4,21	Río Mariano bajo	3	1,40
Cinco de Junio	7	3,27	Río Mariano abajo	3	1,40
Dos Bocas	10	4,67	San Benito	3	1,40

Jejenal	8	3,74	San Francisco	2	0,93
La Aurora	2	0,93	San Isidro	5	2,34
La Canchita	9	4,21	San Jacinto	2	0,93
La Laguna	5	2,34	San Lino	8	3,74
Las Areniscas	7	3,27	San Miguel de Piquigua	7	3,27
Las Brisas	2	0,93	San Roque	2	0,93
Lomas Secas	6	2,80	San Roque Bijagual	8	3,74
Los altos	3	1,40	Santa Rosa	1	0,47
Mata de Plátano	5	2,34	Santa Teresa	3	1,40
Nueve de Octubre	7	3,27	Simón Bolívar	3	1,40
Palma Rosa	3	1,40	Valle	5	2,34
Palma Sola	1	0,47	Valle Alegre	7	3,27
Palmar	8	3,74	Villingota	4	1,87
Pechichal	7	3,27	Zona Verde	5	2,34
Piñón	5	2,34	Totales	214	100,00

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución a través del periodo de años

La tabla 2 muestra la distribución de los incendios forestales a través de los años durante el periodo 2015-2019 en el cantón Sucre. Se observa que los mayores porcentajes de ocurrencias se presentaron en los años 2018 y 2017, con una media anual de 42,8 incendios.

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los años en el cantón Sucre (2015-2019).

Años	Incendios	
	(N.º)	(%)
2015	27	12,62
2016	34	15,89
2017	62	28,97
2018	74	34,58
2019	17	7,94
Totales	214	100,00

Nota: La información del año 2019 es solo hasta el mes de octubre.

Distribución según los meses del año

La figura 2 muestra la distribución de la ocurrencia de incendios a lo largo de los meses del año durante el periodo analizado. Se observa que la distribución de dichas ocurrencias cambia durante el año, presentando seis meses valores por encima de la media (17,83 incendios por mes) correspondiendo a ellos el 74,30 % de los incendios ocurridos en el periodo objeto de estudio. De acuerdo con esto puede definirse una época de incendios durante el periodo agosto-enero, periodo seco que, además, coincide con la limpieza de terrenos con fuego para la siembra de maíz una vez que comienzan las lluvias.

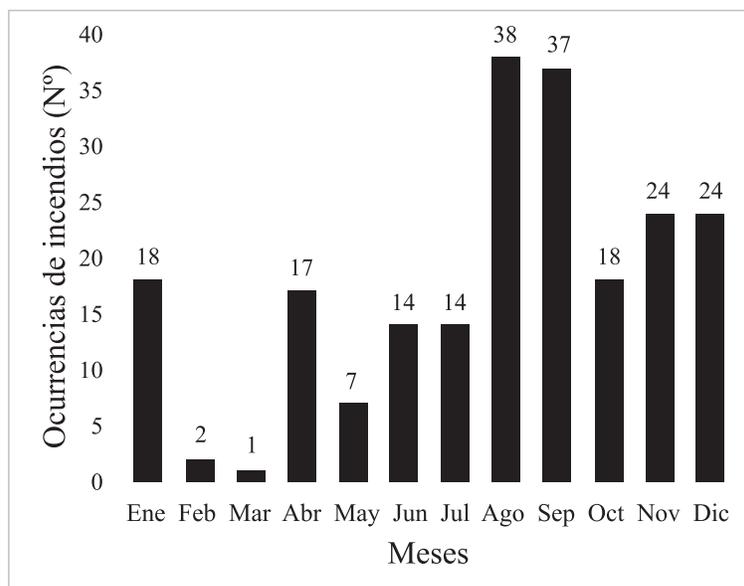


Figura 2. Distribución de la ocurrencia de incendios según los meses en el cantón Sucre (2015-2019).

Distribución según los días de la semana

La distribución del número de incendios ocurridos del 2015 al 2019 y los correspondientes porcentajes según los días de la semana, se muestran en la figura 3. Se observa que los días martes y miércoles se presenta el mayor porcentaje de ocurrencias, aunque el mismo no es muy diferente al resto de los días. Esto indica que durante todos los días de la semana es necesario observar las medidas de prevención con igual interés.

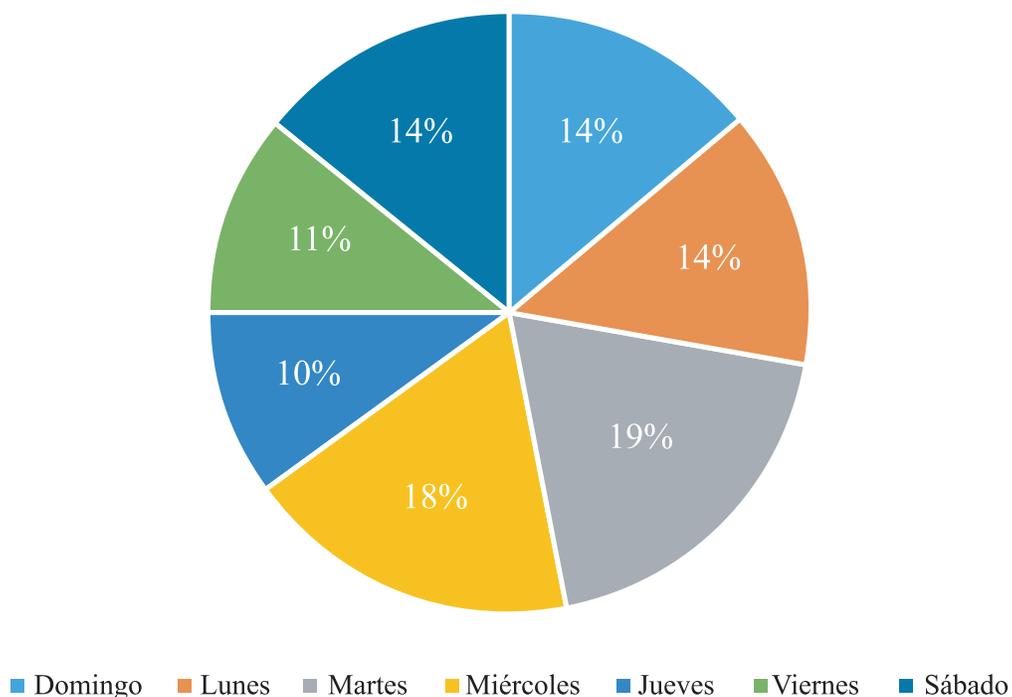


Figura 3. Porcentajes de la ocurrencia de incendios durante la semana en el cantón Sucre (2015-2019).

Distribución según las horas del día

La distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día se presenta en la tabla 3. Se observa que el número de incendios cambia durante las diferentes horas. No obstante, puede precisarse que entre las 12:00 y las 16:00 horas ocurrió el 52,34 % del total de incendios, reportándose pocas ocurrencias durante las horas de la noche y de la mañana. Este comportamiento está relacionado con las variaciones diarias de la temperatura del aire y de la humedad relativa.

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios según las horas del día del 2015 al 2019 en el cantón Sucre (2015-2019)

Horas	Incendios		Horas	Incendios	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
1:00	1	0,47	13:00	22	10,28
2:00	1	0,47	14:00	28	13,08
3:00	2	0,93	15:00	18	8,41
4:00	0	0,00	16:00	19	8,88
5:00	1	0,47	17:00	16	7,48
6:00	0	0,00	18:00	6	2,80
7:00	2	0,93	19:00	16	7,48
8:00	2	0,93	20:00	11	5,14
9:00	9	4,21	21:00	1	0,47
10:00	12	5,61	22:00	4	1,87
11:00	16	7,48	23:00	1	0,47
12:00	25	11,68	24:00	1	0,47
Totales			214	100	

Distribución espacial de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas según las localidades

La distribución de las causas en las nueve localidades donde se reportó la mayor cantidad de incendios, se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Distribución de las causas de incendios según las localidades más afectadas en el cantón Sucre (2015-2019)

Localidades	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total (N.º)
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	
Angostura	5	12,50	3	13,04	5	27,78	13
Dos Bocas	3	7,50	3	13,04	4	22,22	10
Boca de calada	7	17,50	1	4,35	1	5,56	9
La Canchita	6	15,00	2	8,70	1	5,56	9
Jejenal	3	7,50	3	13,04	2	11,11	8
Palmar	3	7,50	4	17,39	1	5,56	8
Río Mariano alto	5	12,50	2	8,70	1	5,56	8
San Lino	4	10,00	2	8,70	2	11,11	8
San Roque	4	10,00	3	13,04	1	5,56	8
Totales	40	100,00	23	100,00	18	100,00	81

Distribución temporal de las causas de los incendios forestales **Distribución de las causas a través del periodo de años**

Durante el periodo que se analiza de los 214 incendios reportados, 106 de ellos (49,53 %) se originaron por negligencias, 62 (28,97 %) fueron de origen intencional y en 46 de ellos (21,49 %) no se identificó la causa de su origen.

Distribución de las causas según los meses del año

La distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas se muestra en la tabla 5. Según estos resultados el 33,02 % de los incendios originados por negligencias se presentan en septiembre y noviembre, mientras que el 33,87 % de los incendios originados de forma intencional se presentó en agosto y septiembre. El 45,65 % de los incendios cuya causa no fue determinada, ocurrieron en agosto y septiembre.

Tabla 5. Distribución mensual de la ocurrencia de incendios según las causas en el cantón Sucre (2015-2019).

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Enero	9	8,49	7	11,29	2	4,35
Febrero	0	0,00	1	1,61	1	2,17
Marzo	0	0,00	0	0,00	1	2,17
Abril	8	7,55	4	6,45	5	10,87
Mayo	3	2,83	2	3,23	2	4,35
Junio	9	8,49	4	6,45	1	2,17
Julio	7	6,60	3	4,84	4	8,70
Agosto	12	11,32	12	19,35	14	30,43
Septiembre	21	19,81	9	14,52	7	15,22
Octubre	10	9,43	5	8,06	3	6,52
Noviembre	14	13,21	7	11,29	3	6,52
Diciembre	13	12,26	8	12,90	3	6,52
Totales	106	100,00	62	100,00	46	100,00

Distribución de las causas según los días de la semana

En la tabla 6 se muestra la ocurrencia de incendios según las causas a través de la semana. Se observa que las distintas causas presentan una distribución similar durante todos los días de la semana.

Tabla 6. Distribución semanal de la ocurrencia de incendios según las causas en el cantón Sucre (2015-2019)

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
Domingo	15	14,15	5	8,06	9	19,57
Lunes	16	15,09	7	11,29	8	17,39
Martes	24	22,64	11	17,74	5	10,87
Miércoles	17	16,04	14	22,58	8	17,39
Jueves	8	7,55	5	8,06	8	17,39
Viernes	13	12,26	8	12,90	2	4,35
Sábado	13	12,26	12	19,35	6	13,04
Totales	106	100,00	62	100,00	46	100,00

Discusión

Estadísticas de incendios

En esta investigación se consideró un periodo de tres años y 6 meses (2015-2019) ocurriendo en el mismo 214 incendios forestales. En un periodo de 10 años (1997-2006) García (2007) en la provincia Pinar del Río, Cuba, reportó 73 incendios. Por su parte Ramos, Padrón y Cabrera (2013), reportaron la ocurrencia de 87 incendios forestales en la Empresa Forestal Minas de Matahambre, Pinar del Río, Cuba, durante un periodo de 10 años (2002-2011). En el cantón Rocafuerte, Medranda (2019) reportó la ocurrencia de 310 incendios en el periodo 2016-2019 y por su parte en el cantón Santa Ana, García (2019) reportó la ocurrencia de 91 incendios en el periodo 2012-2018.

Las épocas de mayores 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 influenciada por los tipos

de vegetación (Soares, 1985). En correspondencia con este planteamiento, mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron de agosto a enero, de acuerdo con Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013), durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante el período agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba, la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo. En el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, García (2019) obtuvo que durante el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el periodo septiembre-enero. Por su parte Medranda (2019) reportó que de los incendios ocurridos del 2016 al 2019, se pueden definir dos subperíodos de mayores ocurrencias, uno representado por enero y diciembre y otro que agrupa a los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

En cuanto a la distribución de los incendios durante los días de la semana no se encontraron en este trabajo valores muy diferentes. Resultados similares obtuvieron Castro (2009) de 1999 al 2008 y Ramos (2012) del 2006 al 2011 para la Empresa Forestal Macurije, en Cuba. Ramos *et al.* (2013), tampoco reportaron diferencias durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba. Lo mismo ocurrió para el caso del cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018, según reportó García (2019). Medranda (2019), destaca que, aunque el día miércoles se reportó la mayor cantidad de incendios, a través del análisis de varianza pudo comprobarse que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana.

Con relación a la distribución de las ocurrencias de incendios en función del horario de detección por lo general siempre la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos, *et al.* (2013) en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas. García (2019), obtuvo que en el cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018 la mayor cantidad de incendios

se originó entre las 14:00 y las 16:00 horas. En el cantón Rocafuerte, Manabí (Medranda, 2019) entre las 12:00 y las 15:00 horas ocurrieron los incendios, reportándose poca ocurrencia durante las horas de la noche y de la mañana.

Causas de los incendios forestales

Los resultados obtenidos en este trabajo con respecto a las causas no coinciden con los obtenidos por García (2007) para la provincia de Pinar del Río de 1997 al 2006 y tampoco con los obtenidos por Ramos (2012) para la Empresa Forestal Macurije. Esto es debido a la gran cantidad de incendios que se originan por rayos en estas empresas y en general en la provincia, precisamente al final del periodo poco lluvioso y comienzos del lluvioso con la característica de que, durante estos incendios, por lo general, se queman pocas hectáreas.

En el caso de América del Sur, Sanhueza (2004), al referirse a las causas de los incendios plantea que más del 95 % de la causalidad obedece a causas antrópicas, y el sentido común y la experiencia de la mayoría de los profesionales dedicados al tema, conducen a afirmar que sin dudas el uso del fuego, en la habilitación de terrenos para la agricultura, ganadería y asentamiento humano, constituye el factor de mayor importancia en el origen de los incendios forestales, y en la devastación de los bosques sudamericanos. En Brasil y Chile, se encuentra un notable incremento de la intencionalidad en el inicio de los incendios y la piromanía en los alrededores de las grandes urbes, está surgiendo como una enfermedad mental producto del desarrollo de la civilización.

Según García (2019), en el cantón Santa Ana durante el periodo 2012-2018 en el 89,01 % de los casos, no se identificó la causa del origen de los incendios. Por el contrario, Medranda (2019), durante el periodo 2016-2019 de los 309 incendios reportados 162 (52,43 %) se originaron por negligencias, 86 (27,83 %) fueron de origen intencional y en 61 de ellos (19,74 %) no se identificó la causa de su origen.

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Sucre durante el periodo 2015-2019 ocurrieron 214 incendios forestales, registrándose la mayor cantidad de ellos durante las horas de la tarde y durante el periodo agosto-enero, ocurriendo el 37,85 % en nueve de las 41 localidades donde se reportaron incendios.
- Se pudo constatar que el 49,53 % de los incendios reportados se originaron por negligencias.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar:

- Repetir esta investigación en otras localidades de la provincia de Manabí y del país con vistas a perfeccionar las actividades con relación al manejo de fuego.
- Como parte de la vinculación de la universidad con la sociedad, el trabajo debe ser presentado en el Cuerpo de Bomberos del cantón Sucre con vistas a impulsar la difusión de los resultados.
- Presentar los resultados obtenidos en un evento científico o publicarse en una revista científica.
- Divulgar los resultados del proyecto a la comunidad de Sucre con el fin de prevenir los incendios forestales.

Referencias bibliográficas

- Castro, J. (2009). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Integral “Macurijes” del 1998 al 2007* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- García, H. J. (2007). *Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia Pinar del Río de 1997 a 2006* (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- García, H. J. (2019). *Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012-2018* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
- Gobierno Autónomo Descentralizado cantón Sucre (2018). Cantón Sucre. <http://www.manabi.gob.ec/cantones/sucre>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.^a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Medranda, J. A. (2019). *Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador, en el periodo 2016-2019* (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
- Ramos, M. P. (1999). *Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales* (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Ramos, M. P. (2004). Técnicas de prevención de incendios forestales. Informe final. Proyecto TCP/GUA/2903 (A). Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales del Departamento de Petén, Guatemala. FAO.

- Ramos, M. P. (2012). *Desempeño de los índices de Nesterov, fórmula de Monte Alegre y fórmula de Monte Alegre alterada en la Empresa Forestal Macurije, Pinar del Río, Cuba* (Tesis de pos-doctorado). Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.
- Ramos, M. P., Padrón, C. y Cabrera, J. M. (2013). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la empresa forestal “Minas de Matahambre”, Pinar del Río, Cuba de 2002 a 2011. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 1(2), 5. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5223124.pdf>
- Ramos, M. P., Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. y Martínez, L. W. (2013). Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, 43(2), 231-240.
- Sanhueza, P. I. (2004). Diagnóstico regional de América del Sur sobre la cooperación internacional en el manejo de incendios forestales. Conaf, Chile.
- Soares, R. V. (1985). *Incêndios florestais. Controle e uso do fogo*. Fundação de pesquisas florestais do Paraná. Curitiba, Brasil, 213 p.
- Vélez, R. 1981. *Defensa contra incendios en el medio natural*. Tratado del Medio Natural (tomo IV). Universidad Politécnica de Madrid, España, pp. 293-348.

.....

3.11. Análisis del sistema de manejo del fuego en Santa Ana, Manabí, Ecuador

Kenia Elizabeth Zambrano Zambrano, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
Ignacio Estévez Valdés, Tayron Omar Manrique Toala

Resumen

Las actividades del sistema de manejo del fuego son prevención, extinción y uso del fuego. El objetivo de este proyecto de tesis fue analizar el sistema de manejo del fuego en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador. Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos durante el periodo 2016-2020 fueron facilitados por el Cuerpo de Bomberos de Santa Ana. La base de datos, elaborada con el programa Microsoft Excel, estuvo formada por campos tales como: número del incendio, municipio, mes, fecha, día de la semana, hora, tipo de emergencia, zona, parroquia, latitud, longitud y área quemada. En el periodo de investigación se reportaron 192 de incendios forestales la mayor cantidad de ellos en los años 2016 y 2020 con un total de 125 (65,11 %). A través del año la mayor cantidad de incendios se presentó en el periodo agosto a diciembre. Durante el día entre las 10:00 y las 17:00 horas ocurrió el 81,26 % del total de incendios en Santa Ana. Entre las deficiencias del sistema de protección en la localidad no se elaboran planes de prevención para el uso del fuego y los incendios forestales y no existen programas relacionados con campañas de comunicación para la creación de conciencia pública.

Palabras clave: Incendios de forestales, prevención de incendios, estadísticas de incendios, protección forestal.

Abstract

The activities of the fire management system are prevention, extinction and use of fire. The objective of this thesis project was to analyze the fire management system in the Santa Ana canton, Manabí, Ecuador. The statistics of forest fires that occurred during the 2016-2020 period were provided by the Santa Ana Fire Department. The database, pre-

pared with Microsoft Excel, was made up of fields such as: fire number, municipality, month, date, day of the week, time, type of emergency, zone, parish, latitude, longitude and burned area. In the investigation period, 192 forest fires were reported, the largest number of them in 2016 and 2020 with a total of 125 (65.11 %). Throughout the year, the largest number of fires occurred in the period August to December. During the day between 10:00 am and 5:00 pm, 81.26 % of the total fires occurred in Santa Ana. Among the deficiencies of the protection system in the locality, prevention plans for the use of fire and forest fires and there are no programs related to communication campaigns for the creation of public awareness.

Keywords: Forest fires, fire prevention, fire statistics, forest protection.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar el sistema de manejo del fuego en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador.

Objetivos específicos

- Describir las estadísticas de incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos del cantón Santa Ana del 2016 al 2020.
- Identificar las deficiencias del sistema de manejo del fuego en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador.

Objeto de estudio

Sistema de manejo del fuego en el cantón Santa Ana.

Campo de acción

Sistema de manejo del fuego en el cantón Santa Ana teniendo en cuenta las estadísticas de los incendios forestales y las deficiencias del sistema de manejo del fuego.

Preguntas de investigación

- ¿Cuál habrá sido el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, en el periodo 2016-2020?
- ¿Cuáles serán las deficiencias del sistema de manejo del fuego en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador?

Alcance de la investigación

La investigación es de alcance descriptivo.

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

Santa Ana tiene una población de 47 385 habitantes. Su cabecera cantonal es la ciudad de Santa Ana de Vuelta Larga. Su extensión es de 1 022 km². El clima de Santa Ana es tropical seco con las estaciones de invierno y verano bien diferenciadas; la temperatura promedio anual es de 26 °C. La temperatura máxima absoluta ha llegado a 37 °C y la mínima a 14 °C, pudiendo alcanzar una variación diaria de la temperatura de hasta 10 °C. Producto de los efectos climáticos que surten efecto en el planeta, para la costa litoral ecuatoriana presenta sus variaciones, en el calendario de los últimos años se han presentado la ampliación de la estación de verano y la reducción de la estación de invierno (GAD, 2017).

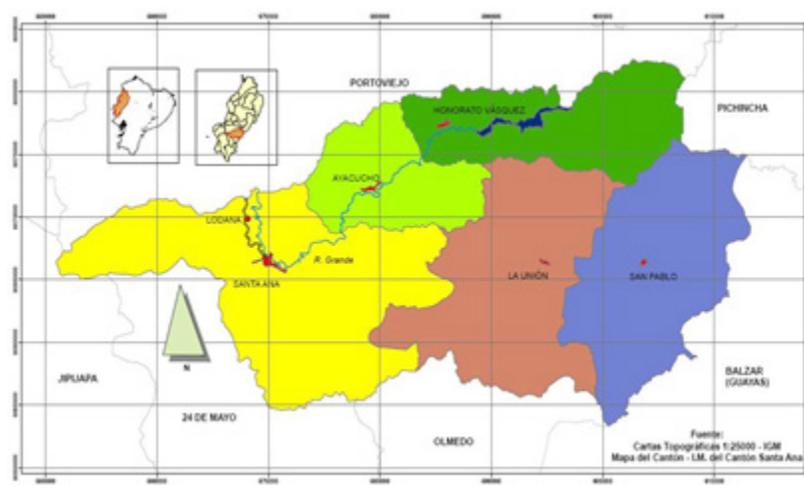


Figura 1. Mapa del cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador.

Descripción de las estadísticas de incendios forestales

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos durante el periodo 2016-2020 fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de Santa Ana. La base de datos se creó con la ayuda del programa Microsoft Excel y estuvo formada por campos tales como: número del incendio, municipio, mes, fecha, día de la semana, hora, parroquia, latitud, longitud y área quemada. Para obtener la información se entregó un oficio al Comandante del Cuerpo de Bomberos de Santa Ana.

Para desarrollar este componente de la investigación se utilizó un diseño de investigación no experimental de tipo longitudinal.

Deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales

Las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales se identificaron considerando los elementos utilizados por Ramos (2004) en su “Informe final sobre técnicas de prevención de incendios forestales”. Entre esos elementos pueden citarse: procedimientos y medidas de prevención de incendios forestales en uso en el área objeto de estudio, planes y programas relacionados con campañas de comunicación pública para la creación de conciencia pública sobre el uso del fuego en las actividades agrícolas y forestales, plan de prevención para el uso del fuego y los incendios forestales, además de la organización y los procedimientos utilizados por el sistema de extinción de incendios forestales. Toda esta información se obtuvo a través de entrevistas.

Resultados

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades

Los 192 incendios reportados en el cantón Santa Ana durante el periodo 2016-2020 ocurrieron en un total de 33 localidades (Tabla 1), distribuyéndose la mayoría en las comunidades El Paraíso, km 1 1/2 vía Lodana, Bonce, Muladar y Mate, en los que se registró un total de 77 incidencias lo cual representa el 40,00 % del total de incendios forestales.

Tabla 1. Distribución de la ocurrencia de incendios según las localidades en el cantón Santa Ana (2016-2020)

Localidades	Incendios		Incendios	Localidades	
	(N.º)	(%)		(N.º)	(%)
El Paraíso	18	9,38	Las Guaijas	4	2,08
Km 1 ½ Vía Lodana	16	8,33	Lagua	3	1,56
Bonce	16	8,33	Sasay	3	1,56
Muladar	15	7,81	Mirador	3	1,56
Mate	12	6,75	Agua Fría	2	1,04
Esterro Seco	11	5,73	La Lucha	2	1,04
Vía a Muladar	9	4,69	Tablada del Guarumo	2	1,04
Vía a Portoviejo	9	4,69	Casa Lagarto	2	1,04
Las Cumbres	9	4,69	Vía Poza Honda	2	1,04
Monte Oscuro	8	4,17	Orillas Río Portoviejo	2	1,04
Níspero	8	4,17	Junco	1	0,52
Pajitas	5	2,60	Malecón	1	0,52
La Compuerta	5	2,60	Veldaco	1	0,52
La Poza	5	2,60	El perico	1	0,52
El Beldaco	5	2,60	Chamucame	1	0,52
Macondra	5	2,60	Río Caña	1	0,52
Tillal	5	2,60	Total	192	100,00

Distribución temporal de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución a través del periodo de años

La tabla 2 muestra la distribución de las ocurrencias de incendios del 2016 al 2020. En este periodo de cuatro años se reportaron en el cantón Santa Ana un total de 192 incendios, concentrándose la mayor cantidad de incendios forestales en el año 2020 con 90 incidencias lo cual representa el (46,00 %) de ocurrencias en totalidad y la menor cantidad de incendios en el año 2017 con 16 incendios (8,33 %).

Tabla 2. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los años en el cantón Santa Ana (2016-2020).

Años	Incendios	
	(N.º)	(%)
2016	35	18,23
2017	16	8,33
2018	29	15,10
2019	22	11,46
2020	90	46,88
Totales	192	100,00

Distribución según los meses del año

En la tabla 3 se presenta la distribución de la ocurrencia de incendios a través de los meses durante el periodo investigado. Se observan las mayores cantidades de incendios forestales los meses de agosto y diciembre en los que ocurrieron 22 y 31 incendios, respectivamente.

Tabla 3. Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los meses en el cantón Santa Ana (2016-2020).

Meses	Incendios	
	(No.)	(%)
Enero	17	8,85
Febrero	13	6,77
Marzo	10	5,21
Abril	13	6,77
Mayo	14	7,29
Junio	16	8,33
Julio	11	5,73
Agosto	22	11,46
Septiembre	14	7,29
Octubre	12	6,25
Noviembre	19	9,90
Diciembre	31	16,15
Totales	192	100,00

Distribución según los días de la semana

En la tabla 4 se observa la distribución de los incendios forestales según los días de la semana. Los valores obtenidos muestran que la mayoría de las incidencias se presentaron los días de la semana martes (32 incendios) y viernes (40 incendios).

Tabla 4. Distribución de la ocurrencia de incendios según los días de la semana en el cantón Santa Ana (2016-2020).

Días	Incendios	
	(No.)	(%)
Lunes	26	13,54
Martes	32	16,67
Miércoles	20	10,42
Jueves	22	11,46
Viernes	40	20,83
Sábado	28	14,58
Domingo	24	12,50
Totales	192	100,00

Distribución según las horas del día

En la tabla 5 se presenta la distribución de los incendios según las horas. Se observa que en entre las 10:00 y las 17:00 horas ocurrió el 81,26 % del total. Cabe destacar que según los datos obtenidos se produjeron incendios en horas de la madrugada, lo cual no es algo frecuente en otras investigaciones.

Tabla 5. Distribución de la ocurrencia de incendios según las horas del día del 2016 al 2020 en el cantón Santa Ana.

Hora	Incendios	
	(N.º)	(%)
0:00	3	1,56
1:00	3	1,56
2:00	1	0,52
3:00	2	1,04
5:00	4	2,08
7:00	1	0,52
8:00	7	3,65
9:00	5	2,60
10:00	13	6,77
11:00	17	8,85
12:00	19	9,90
13:00	11	5,73
14:00	24	12,50
15:00	10	5,21
16:00	19	9,90
17:00	12	6,25
18:00	5	2,60
19:00	16	8,33
20:00	10	5,21
21:00	4	2,08
22:00	5	2,6
23:00	1	0,52
Totales	192	100,00

Distribución espacial de las causas de los incendios forestales

Distribución de las causas según las localidades

En la tabla 6 se muestra la distribución de las causas según las localidades en el cantón Santa Ana. Se observa que 177 incendios fueron por causas desconocidas y el lugar con mayoría de incendios fue en la localidad Bonce con 13 incendios (10,66 %).

Tabla 6. Distribución de las causas de incendios según las localidades en el cantón Santa Ana (2016-2020).

Localidades	Desconocidas		Intencionales	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
El Paraiso	10	8,20	8	11,43
Km 1 1/2 Vía Lodana	8	6,56	8	11,43
Bonce	13	10,66	3	4,29
Muladar	10	8,20	5	7,14
Mate	7	5,74	5	7,14
Estero Seco	5	4,10	6	8,57
Vía a Muladar	4	3,28	5	7,14
Vía a Portoviejo	8	6,56	1	1,43
Las Cumbres	6	4,92	3	4,29
Monteoscuro	5	4,10	3	4,29
Níspero	6	4,92	2	2,86
Pajitas	3	2,46	2	2,86
La Compuerta	3	2,46	2	2,86
La Poza	3	2,46	2	2,86
El Beldaco	2	1,64	3	4,29
Maconta	3	2,46	2	2,86
Tillal	2	1,64	3	4,29
Las Guaijas	4	3,28	0	0,00
Lagua	2	1,64	1	1,43
Sasay	1	0,82	2	2,86
Mirador	3	2,46	0	0,00
Agua Fría	1	0,82	1	1,43
La Lucha	1	0,82	1	1,43
Tablada del Guarumo	2	1,64	0	0,00
Casa Lagarto	2	1,64	0	0,00
Vía Poza Honda	1	0,82	1	1,43
Orillas Río Portoviejo	1	0,82	1	1,43
Junco	1	0,82	0	0,00
Malecón	1	0,82	0	0,00
Veldaco	1	0,82	0	0,00
El Perico	1	0,82	0	0,00
Chamucame	1	0,82	0	0,00
Río Caña	1	0,82	0	0,00
Totales	122	100,00	70	100,00

Distribución temporal de las causas de los incendios forestales Distribución de las causas a través del periodo de años

La distribución de las causas a través de los años se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Distribución anual de las ocurrencias de incendios según las causas en el cantón Santa Ana (2016-2020).

Años	Desconocidas		Intencionales	
	(N.º)	(%)	(N.º)	(%)
2016	32	26,23	3	4,29
2017	16	13,11	0	0,00
2018	22	18,03	7	10,00
2019	11	9,02	11	15,71
2020	41	33,61	49	70,00
Totales	122	100,00	70	100,00

Distribución de las causas según los días de la semana

La ocurrencia de incendios según las causas durante los días de la semana se muestra en la figura 2.

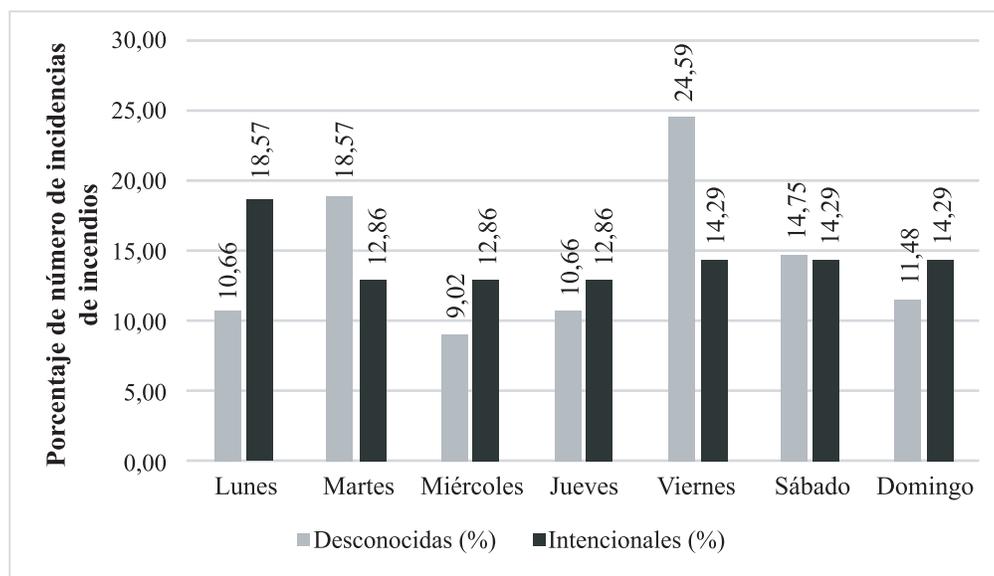


Figura 2. Distribución semanal de las ocurrencias de incendios según las causas en el cantón Santa Ana (2016-2020).

Deficiencias del Sistema de Protección Contra Incendios Forestales

Con respecto al sistema de protección contra incendios forestales en el Cuerpo de Bomberos del cantón Santa Ana realizan análisis de las estadísticas de los incendios y tienen mapas que muestran el sistema de protección y estructuras como caminos, instalaciones vulnerables, casas, viveros y huertos semilleros. No obstante, fue posible la identificación de las deficiencias siguientes:

- En el ámbito de la prevención no existe personal alguno dedicado a esta actividad durante todo el año, no ubican los incendios forestales en mapa, no utilizan índices de peligro ni informaciones meteorológicas. Tampoco se desarrollan acciones de educación formal y no formal sobre las causas de incendios de origen antrópico.
- En la localidad no se elaboran planes de prevención para el uso del fuego y los incendios forestales. No existen programas relacionados con campañas de comunicación para la creación de conciencia pública. Tampoco saben cuál es el símbolo de la prevención de incendios en Ecuador ni conocen alternativas al uso del fuego.
- Después que reciben los avisos de incendios a través del ECU-911 demoran en llegar por los difíciles accesos en las áreas afectadas. No poseen personal o vehículos en áreas forestales y no cuentan con un sistema de torres de observación.
- Aunque cuentan con herramienta manuales para el combate, se improvisa en la organización y procedimientos de extinción de incendios.

Discusión

Distribución espacio-temporal de los incendios

En esta investigación se consideró un periodo de cuatro años (2016-2020), ocurriendo este tiempo 192 incidencias forestales. En un periodo de 10 años (1997-2006) García (2007) en la provincia Pinar del Río, Cuba, reportó 73 incendios. Por su parte Ramos (2012), reportó la

ocurrencia de 192 incendios forestales en la Empresa Forestal Macurije, Cuba, durante un periodo de seis años (2006-2011). En el cantón Santa Ana, García (2019), reportó la ocurrencia de 91 incendios en el periodo 2012-2018.

Mientras que en el área de estudio la mayoría de los incendios ocurrieron en meses de agosto y diciembre, Ramos, Soares, Batista, Tetto y Martínez (2013), reportaron que durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil, la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante el período agosto-octubre y en Pinar del Río, Cuba la mayor cantidad se presentó en el período marzo-mayo.

En cuanto a la distribución de las ocurrencias durante los días de la semana los días martes y viernes se reportó la mayoría de los incendios. Resultados similares obtuvieron García (2019), de 1999 al 2008 y Ramos (2012), del 2006 al 2011 para la Empresa Forestal Macurije, en Cuba. Ramos *et al.* (2013), tampoco reportaron diferencias durante el periodo 2002-2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba. Lo mismo ocurrió para el caso del cantón Santa Ana en el periodo 2012-2018, según reportó García (2019).

Con relación a la distribución de las ocurrencias de incendios en función del horario de detección por lo general siempre la mayor cantidad ocurre en horas de la tarde. En un estudio realizado por Ramos, *et al.* (2013), en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, encontraron que en las dos regiones la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas.

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Santa Ana ocurrieron en el periodo 2016-2020 un total de 192 incendios forestales, reportándose la mayoría de los incendios en el sitio El Paraíso. El año con mayor cantidad de

incendios fue el 2020 y durante el año la mayor cantidad se reportó en los meses de agosto y diciembre, principalmente entre las 10:00 y las 17:00 horas.

- Según los registros el origen de la mayor cantidad de ocurrencias de incendios en el periodo objeto de estudio se debió a causas desconocidas.
- El sistema de protección contra incendios forestales en el cantón Santa Ana tiene varias deficiencias tanto de carácter conceptual como práctico, las que afectan su eficiencia. Se destacan la falta de recursos para obtener más herramientas para control de incendios y falta de capacitaciones sobre prevención de incendios forestales.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar:

- Capacitar al personal del Cuerpo de Bomberos en temáticas del manejo del fuego.
- Socializar los resultados de esta investigación en el Cuerpo de Bomberos y en las parroquias de Santa Ana.

Referencias bibliográficas

García, H. J. (2007). Evaluación del comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia Pinar del Río de 1997 a 2006 (Trabajo de grado). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

García, H. J. (2019). Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012-2018 (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

Gobierno Autónomo Descentralizado. (2017). Cantón Santa Ana. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigad-plusdiagnostico/santaana-fasediagnosticopreliminar_15-11-2014.pdf

Ramos, M. P. (2004). Técnicas de prevención de incendios forestales. Informe final. PROYECTO TCP/GUA/2903 (A) - FAO. Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales del Departamento de Petén, Guatemala.

Ramos, M. P. (2012). *Desempeño de los índices de Nesterov, fórmula de Monte Alegre y fórmula de Monte Alegre alterada en la Empresa Forestal Macurije, Pinar del Río, Cuba* (Tesis de pos-doctorado). Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.

Ramos, M. P., Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. y Martínez, L. W. (2013). Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, 43(2), 231-240.

.....

3.12. Análisis de la protección contra incendios forestales en Paján, Manabí, Ecuador

Sergio Vicente Calderón Cedeño, Marcos Pedro Ramos Rodríguez,
Tayron Omar Manrique Toala, René Gras Rodríguez

Resumen

Las dos actividades clásicas de la protección contra incendios forestales son la prevención y la extinción. El objetivo del presente trabajo fue analizar el sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador, en el periodo 2014-2020; los datos fueron proporcionados por el cuerpo de Bomberos del cantón en mención. Para el procesamiento de la información se empleó el programa de tipo hoja de cálculo de Microsoft (Excel). El periodo de años analizados nos muestra que dentro del cantón Paján, se registraron un total de 133 incendios, los cuales ocurrieron en mayor porcentaje en el año 2019 (35,71 %) y se presentaron con mayor frecuencia en el mes de noviembre en horarios superiores al medio día. Los registros de los incendios atendidos por el cuerpo de bomberos indican que dentro del periodo evaluado se presentó una media de 0,15 incendios por cada 1 000 ha y una media de área quemada por incendio de 1,60 ha/incendio, presentándose deficiencias en el sistema de protección contra incendios forestales.

Palabras clave: Control de incendios, bitácoras de registro, prevención, extinción.

Abstract

The two classic activities of forest fire protection are prevention and suppression. The objective of this work was to analyze the forest fire protection system of the Paján canton, Manabí, Ecuador, in the period 2014 – 2020. The data were provided by the Fire Department of the canton in question, for the information processing the Microsoft spreadsheet-type program (Excel) was used. The period of years analyzed shows us that within the Paján cantón, a total of 133 fires were registered, which

occurred in a higher percentage in 2019 (35.71 %) and occurred more frequently in the month of November at times higher than noon, which mostly occurred naturally due to the incidence of high temperatures; The records of the fires attended by the fire brigade indicated that within the evaluated period there was an average of 0.148 fires per 1 000 ha and an average area burned by fire of 1,603 ha / fire, presenting deficits in the system protection against forest fires.

Keywords: Fire control, logbooks, prevention and extinction.

Diseño teórico de la investigación

Objetivo general

Analizar el sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador.

Objetivos específicos

- Describir las estadísticas de incendios forestales atendidos por el Cuerpo de Bomberos del cantón Paján durante el periodo 2014-2020.
- Identificar las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador.
- Estimar la eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador.

Objeto de estudio

Sistema de protección contra incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador.

Campo de acción

Sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador, considerando estadísticas de incendios, deficiencias y eficiencia del sistema.

Preguntas de investigación

- ¿Cómo habrá sido la distribución espacio-temporal de los incendios forestales en el cantón Paján de 2014 al 2020?
- ¿Cuáles serán las deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador?
- ¿Cuál ha sido la eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador?

Alcance de la investigación

La investigación es descriptiva.

Hipótesis de la investigación

El sistema de protección contra incendios forestales del cantón Paján, Manabí, Ecuador, tiene varias deficiencias las cuales inciden en su baja eficiencia.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón Paján perteneciente a la provincia de Manabí, el mismo que se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas, que comprenden los paralelos $1^{\circ}33'10,27''$ de latitud sur y los meridianos $80^{\circ}25'37,70''$ de longitud oeste (Figura 1).

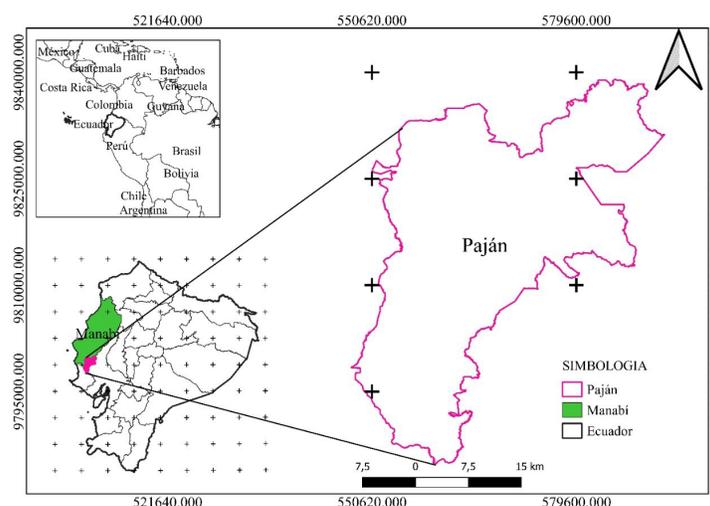


Figura 1. Ubicación del cantón Paján, Manabí, Ecuador.

La división político-administrativa, del cantón Paján comprende un total de cuatro parroquias rurales y una parroquia urbana; limitando al norte con los cantones Olmedo, Jipijapa y 24 de Mayo; al sur con el cantón Santa Elena, mientras que al este limita con los cantones Colimes, Santa Lucia y Pedro Carbo; y al oeste limita con el cantón Jipijapa (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] del cantón Paján, 2015).

En correspondencia a lo emitido por el GAD del cantón Paján (2015), y a lo establecido por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (Clirsén), el clima del área de estudio es muy variado, clasificándose en: subtropical mesotérmico semihúmedo, tropical mega térmico semihúmedo y tropical mega térmico húmedo; presentando una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual comprendida entre 1 000 y 2 000 mm de agua lluvia.

El cantón Paján presenta un territorio muy accidentado, donde las formas del relieve son muy disectadas con pendientes abruptas y zonas de valles con amplias terrazas preponderando pendientes que fluctúan desde los 25° hasta mayores a 70°; las cotas de altura dentro del área del cantón oscilan desde los 40 a los 750 msnm (GAD del cantón Paján, 2015).

Los principales tipos de suelos en el área concerniente al cantón Paján, son los suelos de contextura física: franco arcilloso, franco arenoso, franco y arcilloso; preponderando en estos el uso agropecuario mixto, pecuario, agrícola y con fines de conservación y protección.

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental, establecido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2013), el cantón Paján presenta tres tipos de ecosistemas diferentes, los cuales son: Bosque semidecidual, Bosque siempre verde estacional piemontano y bosque siempre verde estacional montano bajo, cada uno de ellos pertenecientes a la cordillera costera del Pacífico ecuatorial.

Eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales

La evaluación de la eficiencia se basará en los elementos metodológicos desarrollados por Ramos (1999). Se utilizaron los indicadores siguientes:

- Densidad de incendios: Es la cantidad de incendios que se producen por cada 1 000 ha cubiertas de bosque (adaptado de Ministerio de la Agricultura (MINAG), 1982).
- Densidad de área quemada: Es el área afectada por el fuego por cada 1 000 ha cubiertas de bosque (adaptado de MINAG, 1982).
- Media del área quemada por incendio: Es la relación entre el número de hectáreas quemadas y el número de incendios.
- Porcentaje de la superficie boscosa que se quema: se expresa como la superficie quemada dividida por la superficie cubierta de bosques, multiplicado por 100.

Todos los indicadores mencionados anteriormente se evaluaron a través del periodo de años seleccionados, según los tipos de cobertura forestal y los grupos de especies. Para la interpretación de los indicadores relacionados con el área cubierta de bosques se consideró la media de la superficie cubierta por los incendios para los años en estudio. Cabe recalcar que los datos de cada uno de los indicadores se obtuvieron mediante visitas a las instalaciones del cuerpo de bomberos del cantón Paján.

Resultados

Distribución temporal de los incendios forestales en el cantón Paján

Distribución a través de los años

Durante el periodo de años 2014-2020 ocurrieron un total de 133 incendios forestales en el cantón Paján, siendo la distribución de los mismos (Figura 2) muy variable. Sin embargo, en los años 2019 y 2020 se presentó el mayor porcentaje de ocurrencias de incendios con 35,71 % y 32,14 %, respectivamente.

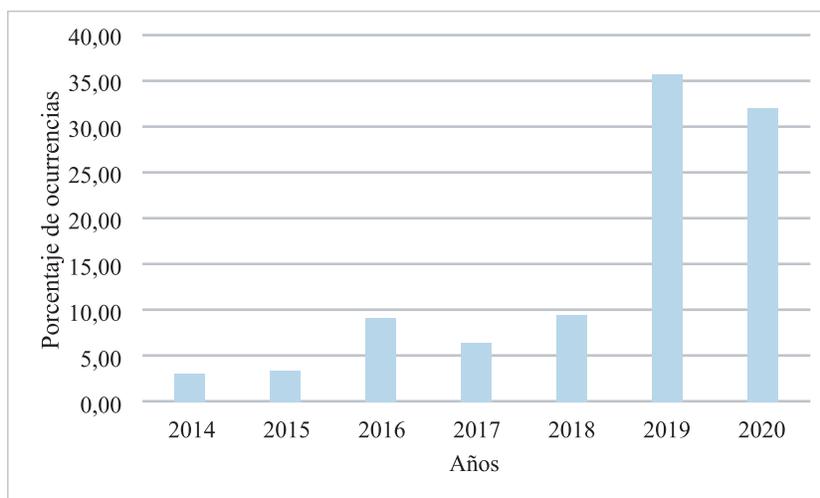


Figura 2. Distribución de los porcentajes de incendios forestales (2014 -2020).

Distribución según los meses del año

La distribución de los incendios forestales según los meses del año dentro del periodo en estudio (2014-2020), muestra que a partir del mes de agosto ocurre un incremento dentro de las frecuencias de los incendios, siendo los meses de octubre y noviembre los que presentan una mayor cantidad de éstos, con un total de 39 y 56 incendios respectivamente (Figura 3).

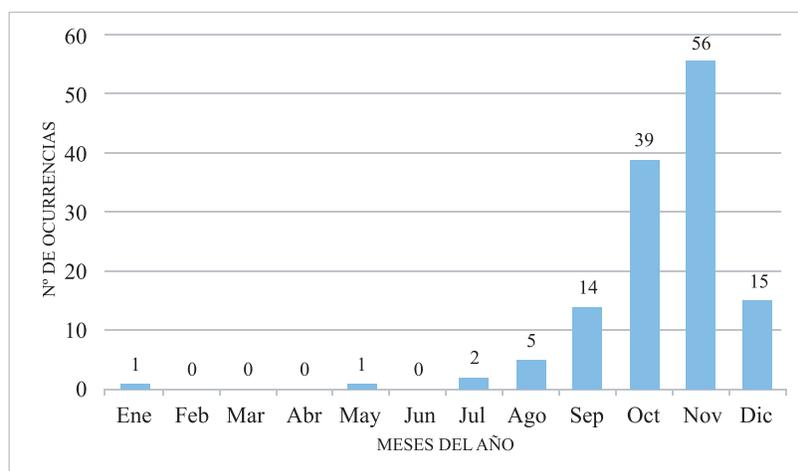


Figura 3. Distribución de los incendios forestales a través de los meses del año.

Distribución según los días de la semana

La distribución de los incendios forestales a través de los días de la semana (Figura 4) dentro del periodo de evaluación 2014-2020 en el cantón Paján, muestra que miércoles, jueves y viernes con porcentajes de 17,00, 16,00 y 15,00 %, respectivamente, son los días de la semana que presentan un mayor frecuencia de incendios, mientras que martes y domingo son los días que presenta una menor ocurrencia de incendios.

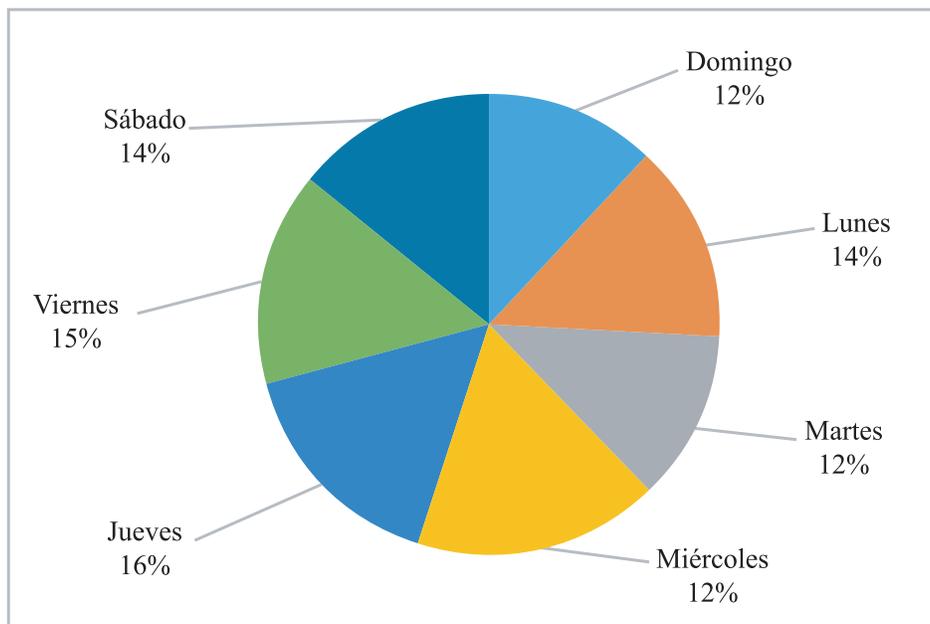


Figura 4. Distribución de los incendios según los días de la semana.

Distribución según las horas del día

La información facilitada por parte del Cuerpo de Bomberos del cantón Paján indica que la ocurrencia de los incendios forestales en dicha localidad durante el periodo de evaluación, se reportaron desde las 9:00 hasta las 22:00 horas, lo que se puede apreciar en la tabla 1, observándose que el 74,44 % de la ocurrencia de incendios se presenta entre las 13:00 y las 18:00 horas con un máximo valor a las 16:00 horas (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los incendios según las horas del día.

Horas	Incendios	Porcentaje (%)
9:00	1	0,75
10:00	2	1,50
11:00	8	6,02
12:00	9	6,77
13:00	20	15,04
14:00	18	13,53
15:00	11	8,27
16:00	25	18,80
17:00	11	8,27
18:00	14	10,53
19:00	5	3,76
20:00	5	3,76
21:00	3	2,26
22:00	1	0,75
Total	133	100,00

Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales

Distribución de los incendios según las parroquias del cantón Paján

Del total de incendios forestales registrados en cada una de las parroquias del cantón Paján por parte del cuerpo de Bomberos, dentro del periodo de evaluación 2014-2020, solo un total de 57 de estos incendios fueron registrados con sus respectivas coordenadas, siendo la parroquia Cascol la que presentó una mayor presencia de incendios con un total de 26, seguida de la parroquia Paján con un total de 14, mientras que las parroquias Guale, Campozano y Lascano presentaron un total de 7, 6 y 4 incendios, respectivamente. La ubicación de los incendios en las parroquias mencionadas se muestra en la figura 5.

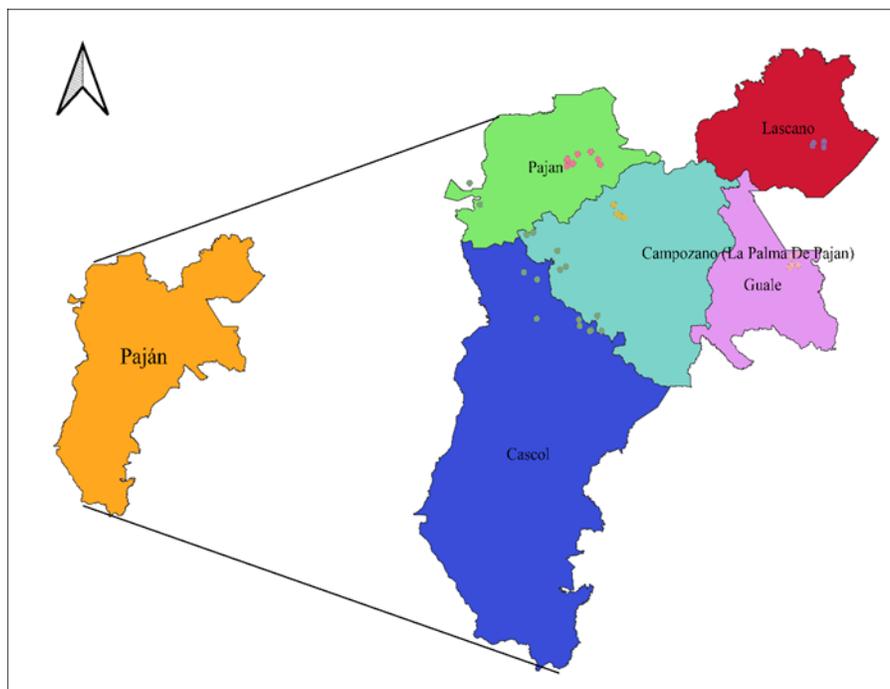


Figura 5. Ubicación de los incendios en las parroquias del cantón Paján.

Distribución de los incendios según el tipo de vegetación

Los 133 incendios registrados en el área de estudio en el periodo de evaluación (2014-2020), se produjo en las formaciones vegetales Bosque semidecídulo, Bosque siempre verde estacional piemontano y Bosque siempre verde estacional montano bajo. Según la información disponible, 64 incendios se registraron en ciénegas, pastos y cultivos agrícolas con un total de 18, 24 y 22, respectivamente.

Causas de los incendios forestales

De los 133 incendios forestales registrados en el periodo 2014-2020 en el cantón Paján, solo 63 de estos registraron la causa que los ocasionó, los mismos que estuvieron comprendidos entre los años 2014 a 2018. Las causas reportadas en las bitácoras del Cuerpo de Bomberos indican para porcentajes de 54,00, 41,00 y 5,00 % para causas naturales, desconocidas e intencionales, respectivamente.

.....

Deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales

Las estadísticas de los incendios se realizan mediante comparaciones, en donde se ejercen campañas de concientización, las mismas que son dictadas en establecimientos educativos lo cual ha ayudado a reducir el número de incendios. Uno de los elementos existentes en el sistema de protección contra incendios son los hidratantes, los mismos que se encuentran distribuidos en diferentes puntos del cantón. En lo que refiere a la prevención de incendios el personal dedicado a esta actividad es establecido y regulado de acuerdo al régimen interno del Cuerpo de Bomberos, siendo el departamento técnico de prevención el encargado de dicha actividad. En lo que concierne a la divulgación del peligro de los incendios, no se ejercen indicadores cuantitativos o índices, quedando observado el tipo de peligro directamente por el personal del Cuerpo de Bomberos en referencia a las altas temperaturas. La información meteorológica que es empleada dentro de la institución es obtenida de la Secretaría de Gestión de Riesgo, la misma que es impartida de forma diaria y en tiempo real por medio de la red social WhatsApp.

Las acciones de educación formal y no formal que realiza el Cuerpo de Bomberos sobre la prevención de las causas de incendios es la capacitación a la comunidad mediante el empleo de charlas. En lo que respecta a la elaboración de planes de prevención para el uso del fuego la institución como tal no realiza estas actividades, debido a que la Secretaría de Gestión de Riesgo es la encargada de realizar dicha actividad. Los materiales informativos que se emplean dentro del Cuerpo de Bomberos del cantón Paján para la divulgación de acciones preventivas son: volantes, gigantografías y charlas, los mismos que son empleados en las diversas campañas de comunicación sobre conciencia pública del uso del fuego.

Dentro de las alternativas posibles referente al uso del fuego en actividades agrícolas y forestales el Cuerpo de Bomberos del cantón Paján promueve la remoción del suelo para el aprovechamiento de nutrien-

tes, actividad que ellos mencionan debe realizarse en horarios donde la temperatura sea baja y esta remoción sea realizada en tramos o segmentos.

Las violaciones más frecuentes en el área de protección contra incendios forestales en el cantón Paján son efectuadas por quema de maleza, las cuales son castigadas con multas y sanciones establecidas por un juez.

La atención del cuerpo de bomberos ante un llamado o emergencia es inmediata, si se llama directamente a la institución, pero si este requerimiento es direccionado con el Servicio Integrado de Seguridad ECU-911, el promedio de tiempo de respuesta es de 10 minutos.

El organigrama seguido por el sistema de extinción de incendios forestales del cantón comprende una unidad central y compañías. La unidad que se encuentre más cercana al área de intervención es considerada como estación central y las demás estaciones como compañías de apoyo. Los equipos y medios que se utilizan son camionetas, mochilas forestales, bate fuego, machetes y trajes con Nomex. Cabe recalcar que en cada una de las intervenciones realizadas quien dirige el accionar primario es la estación central y la asignación de los recursos económicos llega por parte de autogestiones y apoyo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados tanto cantonal como parroquial.

Eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales

En la tabla 2 se muestran los valores de los indicadores de eficiencia de protección contra incendios en el cantón Paján durante el periodo 2014-2020. Teniendo en consideración que debido a la falta de información de ciertos parámetros dentro del periodo de años objeto de estudio, no fue posible hacer los cálculos correspondientes para los años 2019 y 2020. Se obtuvo que los años 2016 y 2017 presentaron un mayor valor de densidad de incendios con 0,322 y 0,147 incendios por 1 000 ha, respectivamente; mientras que la media obtenida referente a

este indicador fue de 0,148 incendios por cada 1 000 ha. En lo que respecta a la densidad de área quemada el año 2016 tuvo el mayor valor con 0,349 ha afectadas por cada 1 000 ha, mientras que el valor medio para este indicador fue de 0,204 ha. En lo correspondiente al indicador medio de área quemada por incendio el año 2018 fue quien presentó el mayor valor con 2,810 ha.

Tabla 2. Distribución de los indicadores de eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales a través de los años.

Año	DI	DAQ	AQUI	PSBQ
2014	0,110	0,128	1,160	0,012
2015	0,064	0,110	1,710	0,011
2016	0,322	0,349	1,085	0,034
2017	0,147	0,148	1,250	0,018
2018	0,101	0,285	2,810	0,028
Media	0,148	0,204	1,603	0,021

Nota: DI= Densidad de incendios; DAQ= Densidad de área quemada; AQUI= Media del área quemada por incendio; PSBQ= Porcentaje de la superficie boscosa que se quema

Discusión

Estadística de los incendios forestales

Las estadísticas de los incendios forestales del cantón Paján durante los años 2014 al 2020 mostraron que en estos seis años se registraron un total de 133 incendios, los cuales presentaron una mayor ocurrencia en el mes de noviembre; lo que se diferencia del estudio realizado por Ramos *et al.* (2020) en el cantón Rocafuerte donde en un periodo de evaluación de 3 años (2016-2019), se registraron 309 incendios forestales, los mismos que presentaron una mayor ocurrencia en el mes de septiembre. Por otra parte, el estudio realizado por Lizame (2019) en el cantón Junín, muestra que la mayor ocurrencia de incendios se presentó en el mes de noviembre, similar a lo encontrado en este estudio.

En lo que respecta a la distribución de los incendios según los días de la semana en esta investigación se obtuvo que los días miércoles y jue-

ves son los que tienen una mayor frecuencia de incendios, concordando esto con el estudio establecido por González (2020), quien en una evaluación de un periodo comprendido entre 2014-2018, muestra que estos días son los que presentan una mayor frecuencia de incendios; sin embargo el estudio de González encontró que la mayor incidencia de estos incendios se estableció a las 14:00 y 15:00 horas, diferenciándose del actual estudio donde los incendios fueron más frecuentes entre las 14:00 y las 16:00 horas del día.

Deficiencias del sistema de protección contra incendios forestales

El cantón Paján, dentro del sistema de protección contra incendios forestales realiza acciones continuas, tales como: charlas, campañas en centros educativos, repartición de volantes de información, gigantografías, establecimiento de alternativas sobre el uso del fuego, así como sanciones a violaciones dentro del área de protección, entre otras; dichas acciones son direccionadas a la prevención, comunicación, vigilancia, silvicultura preventiva, extinción y capacitación en pro de la defensa contra incendios; estas direcciones u objetivos concuerdan con lo planteado por Global Property (2013), sin embargo, las acciones se diferencian debido a que Global Property manifiesta que un sistema de protección contra incendios forestales debe realizar inspecciones de carácter mensual, semestral y anual en las instalaciones de control y abastecimiento, así como el establecimiento de alarmas, sistemas de extinción especiales, tanques de suministro de agua que sean privados, entre otros.

En el estudio realizado por Cantos (2021) en el cantón Jipijapa, se muestra que las deficiencias dentro del sistema de protección de incendios del cantón en mención, radica tanto en el carácter conceptual como práctico, destacando falencias en la claridad de la conceptualización de incendios forestales, así como en el desconocimiento de métodos empleados para manejar de forma eficiente las herramientas manuales de combate para construcción de cortafuegos y líneas de defensa; diferenciándose de las deficiencias contra el sistema de protección

de incendios del cantón Paján, las cuales radican principalmente en el déficit de materiales que permitan el combate y la restricción de los incendios forestales.

Conclusiones

La realización del proyecto de investigación permitió llegar a las conclusiones siguientes:

- En el cantón Paján durante el periodo de evaluación 2014-2020 ocurrió un total de 133 incendios forestales, con una media de 19 incendios por año. Estos incendios en su mayoría se presentaron en los meses de octubre y noviembre, en especial en horarios después del mediodía, debido a las altas temperaturas registradas en estos horarios.
- La deficiencia del sistema de protección contra incendios forestales dentro del cantón Paján radica en la falta de recursos presupuestarios dentro de la institución, así como el déficit de materiales de combate de incendios, lo que imposibilita el accionar adecuado de los miembros del Cuerpo de Bomberos.
- La eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales dentro del cantón Paján fue mayor en el año 2015, mientras que la menor eficiencia se presentó en el año 2016, considerando la eficiencia del sistema de protección como buena al mostrar medias de densidad de incendios menores a 1 por cada 1 000 hectáreas, teniendo en consideración que esta menor eficiencia de protección se debe a la falta de implementos para combatir el fuego.

Recomendaciones

El trabajo realizado permite recomendar lo siguiente:

- Se debe organizar el trabajo mancomunado entre academia, comunidad y cuerpo de bomberos en pro de mejorar las técnicas que permitan conocer y registrar de mejor forma los incendios forestales, con la finalidad de obtener mejores patrones estadísticos del comportamiento de este tipo de incendios.

- El Cuerpo de Bomberos del cantón Paján, debe gestionar su acción contra incendios con diversas entidades tanto gubernamentales como no gubernamentales, con la finalidad de poder contar con la adquisición de mejores materiales y recursos que permitan combatir los incendios con una mejor eficacia.
- El Cuerpo de Bomberos debe planificar dentro de los planes operativos anuales la tecnificación dentro de las capacitaciones a sus unidades de control, con el objetivo de mejorar las técnicas de prevención y combate de incendios forestales y así elevar la eficiencia del sistema de protección contra incendios forestales.

Referencias bibliográficas

Cantos, B. (2021). Análisis del sistema de protección contra incendios forestales en el cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Global Property. (2013). Inspección y pruebas de sistemas de protección contra incendios. <https://www.aig.com/content/dam/aig/america-canada/us/documents/business/property/impairment-forms-spanish-brochure.pdf>

Gobierno Autonomo Descentralizado del Cantón Paján. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Paján. <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>

González, C. (2020). Comportamiento histórico de los incendios forestales en el catón Paján, Manabí, Ecuador (2014-2018) (Trabajo de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.^a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Anexos

Anexo 1. Elementos que se tuvieron en cuenta durante la entrevista realizada al personal del Cuerpo de Bomberos.

Comportamiento histórico de los incendios forestales

- ¿Realizan análisis de las estadísticas de los incendios?
- ¿Qué elementos tienen en cuenta para hacer estos estudios?

Prevención

- ¿Existen mapas en la institución que muestren el sistema de protección y su estructura? (Torres de observación, tomas de agua, trochas (rondas), carreteras, caminos, instalaciones vulnerables (casas, viveros, huertos semilleros, etc.), puntos de ubicación de las cuadrillas o brigadas, equipos y vehículos de combate, etc.).
- ¿Existe algún personal dedicado a la prevención durante todo el año?, ¿qué calificación tienen?, ¿qué actividades realizan?
- ¿Ubican los incendios forestales en mapas?
- ¿Utilizan algún Índice de peligro?, ¿cuál?, ¿en qué consiste?, ¿divulgan el grado de peligro?
- ¿Utilizan las informaciones meteorológicas?, ¿cuáles y de dónde las obtienen?
- ¿Qué acciones de educación formal y no formal realizan sobre prevención de las causas de incendios de origen antrópico?
- ¿Qué procedimientos y medidas de prevención de incendios forestales se utilizan en el cantón?, ¿quiénes y cómo las implementan?, ¿a quiénes están dirigidas?
- ¿Elaboran planes de prevención para el uso del fuego y los incendios forestales? Si tienen eso, piden una copia y que expliquen quién lo hace, en qué fecha lo hacen, cómo lo implementan en la práctica, dificultades que han tenido con eso, etc.
- ¿Cómo realizan la divulgación de las acciones de prevención (materiales informativos, volantes, medios de divulgación,



contactos personales, otros)?

- ¿Existen planes y programas relacionados con campañas de comunicación para la creación de conciencia pública sobre el uso del fuego en las actividades agrícolas y forestales? Si la respuesta es sí, entonces le piden el plan o el programa de comunicación para nosotros analizarlo.
- ¿Sabes cuál es el símbolo de la prevención de incendios en Ecuador?
- ¿Pueden mencionar posibles alternativas al uso del fuego en actividades agrícolas y forestales?
- Violaciones más frecuentes en el área de la protección contra incendios forestales.
- Conocimiento sobre lo dispuesto tanto en el COA como en el Reglamento al COA.

Comunicaciones

- Características de los equipos y medios utilizados, tipos, cantidad, ubicación, alcance, etc.
- Sistema de alarma (organigrama).
- ¿Quiénes avisan al Cuerpo de Bomberos para salir a combatir un incendio forestal?, ¿existen algunas dificultades con eso?, ¿cuál es el tiempo promedio entre el inicio del incendio y la llegada a ustedes de ese aviso y cuál el tiempo promedio entre esto y la llegada a los incendios?

Vigilancia

- ¿Existe control de acceso de personal y/o vehículos a áreas forestales? (Puntos de control).
- Formas en que se materializa la vigilancia. Cantidad de hombres por hectáreas. Características de los vigías. Formas del patrullaje (itinerarios).
- Formas de actuación: educación, persuasión, advertencia, aplicación de la ley.
- Permanencia del personal encargado de la vigilancia durante el año.

- Sistema de torres de observación. Características, equipamiento (alidadas, binoculares, estuche meteorológico), cantidad, radio de acción, triangulación, funcionamiento, mantenimiento.

Silvicultura preventiva

- Existencia de cortafuegos: tipos, mantenimiento, densidad, vías de acceso, transitabilidad, ubicación (con relación a la velocidad predominante de los vientos, topografía). Instructivos técnicos para su construcción y ubicación.
- Modificación estructural de los combustibles (quemados prescritos, pastoreo, aprovechamiento de residuos, desbroces, podas artificiales, etc.).
- Medidas de prevención en áreas de aprovechamiento de la madera o de productos forestales no madereros y su transporte.
- Presencia del tema incendios forestales en los planes de manejo forestal. Para evidenciar esto sería bueno, si les fuera posible, visitar alguna propiedad dedicada a la producción de madera.

Colindancias o áreas de amortiguamiento

- Legislación, reglamentos, etc. Medidas de prevención aplicadas.
- Funcionamiento como áreas de amortiguamiento.
- Usos del fuego. Técnicas empleadas. Medidas de prevención empleadas.

Extinción

- ¿Cuáles la organización (organigrama) y cuáles los procedimientos utilizados por el sistema de extinción de incendios forestales?
- ¿Cómo funcionan ellos? (estructura, turnos de trabajo, personal, estructura de las brigadas, cantidad de brigadas o dotaciones)
- ¿Qué equipos y medios utilizan?
- ¿Quién dirige la extinción en incendios pequeños y quién en incendios de grandes dimensiones?
- ¿Cómo diferencian una quema agrícola controlada de un

incendio forestal?

- ¿Cuál o cuáles son los métodos de combate más utilizados
- ¿Qué herramientas utilizan?, ¿Siguen un orden para su utilización?
- ¿Qué método utilizan para la construcción de los cortafuegos o las líneas de defensa con herramientas manuales?

Capacitación

- Existencia de programas de capacitación sobre prevención y extinción de incendios forestales o manejo del fuego en el Cuerpo de Bomberos, en el municipio, a nivel provincial, etc.

Financiamiento

- ¿Sabes cuáles son los costos de la prevención y de la extinción?
- ¿Quién o quiénes asignan los recursos?

Anexo 2. Imágenes tomadas durante la realización de la entrevista en el Cuerpo de Bomberos y en el GAD municipal



1^{RA} Edición

INVESTIGACIONES SOBRE

EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES



Publicado en Ecuador

Marzo del 2022

Edición realizada desde el mes de noviembre del 2021 hasta febrero del año 2022, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito

Quito – Ecuador

Tiraje 150, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman; en tipo fuente.