

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el Cantón Rocafuerte, provincia Manabí, Ecuador, en el periodo 2016 – 2019

Historical behavior of forest fires in the Rocafuerte Canton, Manabí province, Ecuador, in 2016 – 2019 period

Marcos Pedro Ramos-Rodríguez ¹  • Jenniffer Alexandra Medranda-Mendieta ²  • Tayron Omar Manrique-Toala ¹ 
• René Grás-Rodríguez ¹  • Ignacio Estévez-Valdés ¹ 

Recibido: 17/12/2019

Aceptado: 08/04/2020

Publicado: 28/07/2020

Abstract

The analysis of forest fires historical behavior provides essential information for the development of effective fire management programs in the territories. These analyzes allow to define where, when and why fires occur. The objective of this work was to analyze the forest fires historical behavior in the Rocafuerte Canton, Manabí province, Ecuador, in 2016 to 2019 period. The dates were provide by the Fire Department of Rocafuerte. The analysis was made considering the occurrences of fires in a spatio-temporal context (years, months, days of the week, hours and localities). 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, 309 occurrences were reported, corresponding to 2018 the highest percentage (30.42 %). The average monthly occurrence was 25.75, exceeding this value in six months (December, January and June to September) corresponding to them 61.48 % of total fires. No statistically significant difference was found for the occurrences to the days of the week ($p=0.650$) according to the ANOVA results. The fires occurred in 51 locations, with 60.52 % of the total concentrated in six of them. The 52.43 % of fires was originated from negligence.

Key words: Wildland fires, fire prevention, fire statistics, forest protection, integrated fire management.

1. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador; marcos.ramos@unesum.edu.ec; tyron.manrique@unesum.edu.ec; rene.gras@unesum.edu.ec; ignacio.estevez@unesum.edu.ec

2. Egresada, Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador; smileever25@outlook.es

Resumen

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministran informaciones imprescindibles para la elaboración de programas eficaces de manejo del fuego en los territorios. Estos análisis permiten definir dónde, cuándo y por qué se producen los incendios. El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el Cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador, en el periodo 2016 al 2019. Los datos fueron suministrados por el Cuerpo de Bomberos de Rocafuerte. 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). El análisis estadístico se realizó 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 periodo analizado se reportaron 309 ocurrencias, correspondiendo al año 2018 el mayor porcentaje (30,42 %). La media mensual de ocurrencias fue de 25,75 superándose este valor en seis meses (diciembre, enero y junio a septiembre) correspondiendo a ellos el 61,48 % del total de incendios. No se encontró diferencia estadísticamente significativa para las ocurrencias según los días de la semana ($p=0,650$) según los resultados del Análisis de Varianza. Los incendios ocurrieron en 51 localidades del Cantón Rocafuerte concentrándose en seis de ellas el 60,52 % del total. El 52,43 % de los incendios se originó por negligencias.

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

Introduction

El fuego es, en muchos casos, un componente esencial del ecosistema que garantiza la sostenibilidad de sus procesos y comunidades [1]. Desde su aparición, el mismo ha desempeñado un papel clave como filtro ambiental, seleccionando especies y sus rasgos, y dando forma a las comunidades de los ecosistemas. Sin embargo, no todos los incendios son iguales y los ecosistemas expuestos a regímenes de incendios fuera de su rango histórico de variabilidad pueden volverse vulnerables y sufrir cambios irreversibles [1]. Lo anterior se torna preocupante si se considera que 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 [2].

En Ecuador en el periodo 2016 al 2018 ocurrieron 2 684 incendios forestales que afectaron un total de 48 714,18 hectáreas [3], [4], [5]. 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 2 250,6; Loja con 1 762,6; 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 hectáreas [4].

Para planificar las acciones de prevención de debe conocer primero el perfil o comportamiento histórico de los incendios forestales, lo cual permite saber dónde, cuándo y por qué ocurren los incendios [6], [7]. El conocimiento de las estadísticas referentes a los incendios es fundamental en la planificación del control de los mismos. La falta de información sobre los incendios forestales puede llevar a dos extremos: gastos muy altos en protección, por encima del potencial de daños, o gastos muy pequeños, colocando en riesgo la supervivencia de los bosques [6], [7].

La estadística de incendios forestales es una herramienta de gran importancia en la planificación de la lucha contra incendios. A partir de los resultados que proporciona se ponen de manifiesto situaciones o hechos que son difíciles de observar y cuantificar en el día a día, pero que exigen actuaciones para su solución [8]. Además, esta 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 [8]. Una base para la prevención son buenas estadísticas de las causas de los incendios. Esto requiere un conocimiento confiable de cómo y por quién se habría causado el incendio en un lugar determinado [9].

Considerando la importancia de las estadísticas de incendios forestales para acciones de manejo del fuego, esta investigación tuvo el objetivo de analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el Cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador, en el periodo 2016 al 2019.

Materiales y métodos

Características del área de estudio

El Cantón Rocafuerte, con una superficie de 280,40 km², está ubicado geográficamente en el centro-oeste de la provincia de Manabí, limitando al norte con los cantones Sucre y Tosagua, al sur con Portoviejo, al este con el Cantón Junín, y al oeste con Portoviejo y Sucre (figura 1). Rocafuerte está integrado por 53 comunidades divididas en Zona Baja y Zona Alta. La mayor altitud es de 500 msnm, en el Cerro Tebalda (límites de Junín, Portoviejo y Rocafuerte), ubicada en la Zona Alta y la menor altitud de 8 msnm, en la comunidad El Pueblito, ubicada en la Zona Baja. Aunque en todo el territorio existen elevaciones que oscilan entre los 100 y 215 msnm, ubicadas en San Miguel de Tres Charcos, Danzarín, El Moyuyo, Horno de Pan, Cerro Verde, y El Cerro, entre otras [10].

El clima en Rocafuerte es tropical y está influenciado por los vientos marinos que ingresan por la ensenada de Crucita contrarios al recorrido del río Portoviejo, provocando una temperatura que oscila entre los 23 °C y 26 °C, con una precipitación promedio anual de 397,4 mm [10]. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en el año 2010 el Cantón Rocafuerte tenía 33 469 habitantes, cantidad que representaba el 0,23 % de la población ecuatoriana y el 2,44 % del total de la provincia de Manabí, con una tasa de crecimiento de 1,47 y una densidad poblacional de 1,20 hab/ha. Según la misma fuente el 45 % de los habitantes del Cantón, se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, convirtiéndose este sector en la primera actividad que genera fuentes de trabajo [10].

El uso predominante del suelo del Cantón Rocafuerte es el agrícola (45,00 %). Otro uso importante está representado por la cobertura vegetal natural, identificada en su mayoría por matorral seco muy alterado, matorral seco medianamente alterado, bosque seco medianamente alterado y bosque seco muy alterado. En menor proporción se encuentran el matorral húmedo medianamente y muy alterado; así como la vegetación herbácea de humedal medianamente y muy alterada [10].

Base de datos de incendios forestales

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el Cantón Rocafuerte fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. Todos los datos se refieren al período de enero del 2016 a julio del 2019, totalizando 3 años y 7 meses de observación. La base de datos se creó con el Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, día, mes, año, día de la semana, hora de detección, tipo de incendio, causa,

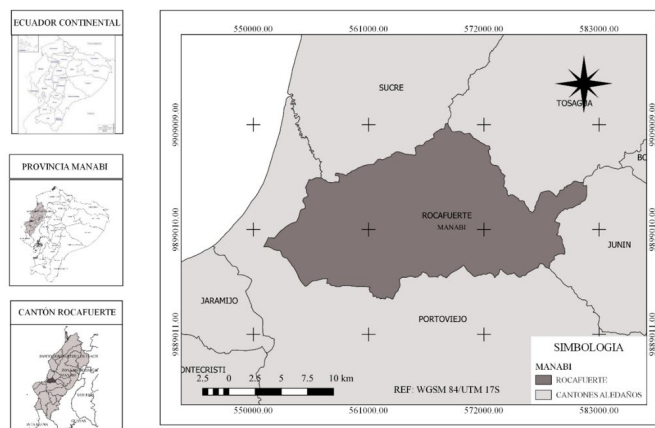


Figure 1. Ubicación del área de estudio.

Figure 1. Location of the study area.

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 Rocafuerte se desarrolló siguiendo los elementos metodológicos propuestos por Ramos [11] 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. También las causas de las ocurrencias fueron analizadas de acuerdo con el procedimiento anterior. En este caso se utilizó la clasificación de Ramos et al. [12] que clasifica las causas en naturales (rayos y autocombustión), negligencias, intencionales, accidentes y desconocidas.

Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS Statistics for Windows (Version 22.0) [13]. 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-Wilks. La variable cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana se ajustó a la distribución normal (p=0,370) por lo que la diferencia

entre las medias se probó con un Análisis de Varianza (ANDEVA). Las variables cantidad de incendios cada uno de los meses del año y cada una de las horas del día no siguieron la distribución normal, mostrando p-valores de 0,004 y 0,000, respectivamente. En los dos casos la diferencia entre las medias se probó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La diferencia entre pares de horas se verificó con el empleo de la prueba post hoc de Dunn.

Resultados

Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los años

El cuadro 1 muestra la distribución de los incendios forestales del 2016 al 2019. En este periodo ocurrieron en el Cantón Rocafuerte un total de 309 incendios lo cual implica una media de 77,25 ocurrencias al año. Se observa que los mayores porcentajes de ocurrencias se presentaron en los años 2018 y 2019.

Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los meses

La figura 2 muestra la distribución del total mensual de las ocurrencias de incendios en el Cantón Rocafuerte durante el periodo analizado. La prueba de Kruskal-Wallis ($\chi^2=9,589$; $p=0,568$) determinó que no existen diferencias significativas entre los valores medios de ocurrencias reportados para cada uno de los meses. No obstante, 6 meses presentaron valores totales por encima de la media mensual (25,75 ocurrencias) correspondiendo a ellos el 61,48 % de los incendios ocurridos del 2016 al 2019, con la característica de que se pueden definir dos subperiodos de mayores ocurrencias o épocas de incendios, uno representado por diciembre y enero y otro que agrupa a los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los días de la semana

La distribución del número total de incendios ocurridos cada día de la semana del 2016 al 2019 se muestra en la figura 3. El día miércoles se reportó la mayor cantidad de incendios. El Análisis de Varianza demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana ($p=0,650$). Esto indica que durante toda la semana deben mantenerse las mismas medidas de prevención.

Cuadro 1. Distribución de las ocurrencias de incendios a través del periodo de años en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).

Table 1. Distribution of fire occurrences through years in Rocafuerte Canton in 2016 to 2019 period.

Años	Ocurrencias de Incendios	
	(No.)	(%)
2016	65	21,04
2017	58	18,77
2018	94	30,42
2019	92	29,77
Totales	309	100,00

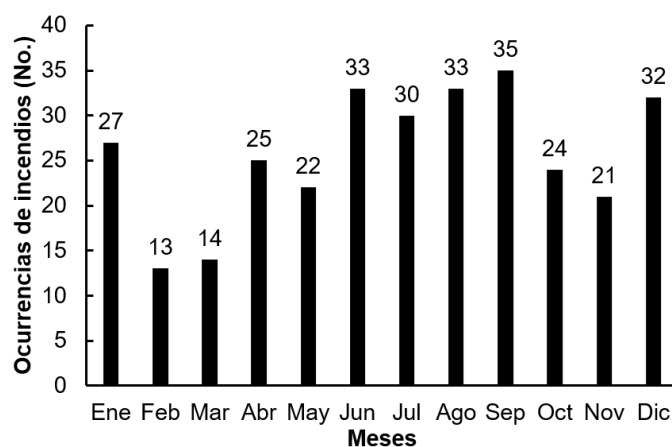


Figura 2. Distribución del número total mensual de ocurrencias de incendios a través de los meses en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).

Figure 2. Distribution of the total number of fire occurrences through the months in Rocafuerte Canton (2016-2019).

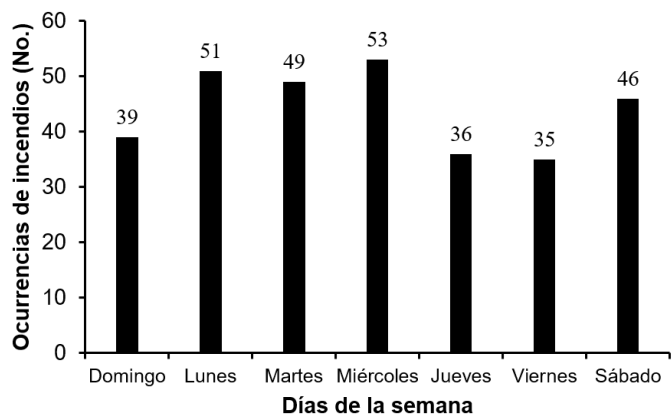


Figura 3. Distribución del número total de ocurrencias de incendios a través de los días de la semana en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).

Figure 3. Distribution of the total number of fire occurrences through the days of the week in Rocafuerte Canton (2016-2019).

Cuadro 2. 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 Dunn ($p=0,05$) y los porcentajes a través de las horas del día en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).

Table 2. Distribution of fire occurrences, their mean values \pm standard deviation (sd) with the respective comparison of means according to Dunn test ($p=0.05$) and the percentages through the hours of the day in Rocafuerte Canton (2016-2019).

Horas	Ocurrencias			Horas	Ocurrencias		
	(No.)	(media \pm ds)	(%)		(No.)	(media \pm ds)	(%)
01:00	3	0,75 \pm 0,50 d e	0,97	13:00	31	7,75 \pm 4,78 i	10,03
02:00	1	0,25 \pm 0,50 b c	0,32	14:00	41	10,25 \pm 4,78 i	13,27
03:00	2	0,50 \pm 0,57 c d	0,65	15:00	38	9,50 \pm 3,69 i	12,30
04:00	0	0,00 \pm 0,00 a	0,00	16:00	26	6,50 \pm 1,29 i	8,41
05:00	2	0,50 \pm 0,57 d	0,65	17:00	23	5,75 \pm 2,98 i	7,44
06:00	0	0,00 \pm 0,00 a b	0,00	18:00	9	2,25 \pm 0,95 h	2,91
07:00	1	0,25 \pm 0,50 c	0,32	19:00	18	4,50 \pm 1,73 i	5,83
08:00	4	1,00 \pm 0,50 e	1,29	20:00	13	3,25 \pm 1,50 h i	4,21
09:00	11	2,75 \pm 2,21 g h	3,56	21:00	6	1,50 \pm 1,29 e f	1,94
10:00	17	4,25 \pm 1,25 i	5,50	22:00	6	1,50 \pm 0,57 f g	1,94
11:00	20	5,00 \pm 1,63 i	6,47	23:00	0	0,00 \pm 0,00 b	0,00
12:00	36	9,00 \pm 4,76 i	11,65	24:00	1	0,25 \pm 0,50 c	0,32
				Totales	309		100,00

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Distribución de las ocurrencias de incendios a través de las horas

La distribución de las ocurrencias de incendios, sus valores medios \pm desviación estándar con la respectiva comparación de medias de acuerdo a la prueba de Dunn ($p=0,05$) y los porcentajes a través de las horas del día durante el periodo 2016 al 2019 en el Cantón Rocafuerte se presenta en el cuadro 2. Se observa que entre las 12:00 y las 15:00 horas ocurrió el 47,25 % del total de incendios, reportándose pocas ocurrencias durante las horas de la noche y de la mañana. La diferencia entre las medias del número de ocurrencias reportadas para cada una de las horas fue diferente, lo cual se comprobó con la prueba de Kruskal-Wallis ($\chi^2=80,688$; $p=0,000$).

Distribución de las ocurrencias de incendios según las localidades

Los 309 incendios reportados en el Cantón Rocafuerte durante el periodo 2016 al 2019 ocurrieron en un total de 51 localidades, concentrándose el 60,52 % del total en seis de ellas: Las Maravillas, Buenos Aires, San Eloy, Vía Rocafuerte-Manta, La Jagua y Centro. La correspondiente distribución de las cantidades y los respectivos porcentajes se muestran en el cuadro 3.

Distribución de las causas a través de los años

Durante el periodo que se analiza 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.

Distribución de las causas a través de los meses

La distribución mensual de las ocurrencias de incendios según las causas se muestra en el cuadro 4. Según estos resultados el 23,93 % de los incendios originados por negligencias se presentaron en junio y septiembre, mientras que el 47,68 % de los incendios originados de forma intencional se presentó en enero, junio, agosto y septiembre. El 63,34 % de las ocurrencias cuya causa no fue determinada ocurrió en abril, mayo, julio, agosto y diciembre.

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

En el cuadro 5 se muestran las ocurrencias de incendios según las causas a través de los días de la semana. Se observa que por un tipo de causa o por otro, todos los días ocurren incendios.

Cuadro 3. Distribución de las ocurrencias de incendios según las localidades en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).**Table 3.** Distribution of fire occurrences according to locations in Rocafuerte Canton (2016-2019).

Localidades	Ocurrencias		Localidades	Ocurrencias	
	(No.)	(%)		(No.)	(%)
El Tenguel	1	0,32	San Andrés	2	0,65
Calle 10 Diciembre	1	0,32	Tres Charcos	2	0,65
Ceibal	1	0,32	Cerecito	3	0,97
Charapoto	1	0,32	El Cerrito	3	0,97
El Frutillo	1	0,32	Guarango	3	0,97
El Guabital	1	0,32	Los Ríos	3	0,97
El Limón- Portoviejo	1	0,32	Sosote	3	0,97
Entrada A Las Peñas	1	0,32	Tierra Bonita	3	0,97
Entrada de la Gajua	1	0,32	California	4	1,29
Frutillo	1	0,32	Cerrito	4	1,29
Las Lomas	1	0,32	Las Papayas	4	1,29
San Clemente	1	0,32	San Jacinto	4	1,29
Tenguel	1	0,32	Tabacales	4	1,29
Tierra Amarilla	1	0,32	El Ceibal	6	1,94
Valdés	1	0,32	Loma El Tenguel	6	1,94
El Cerrito	2	0,65	Las Peñas	7	2,27
El Cerecito	2	0,65	Tierras Amarillas	7	2,27
Corre Agua	2	0,65	El Pueblito	8	2,59
Desvío Tosagua- Charapoto	2	0,65	Av. Don Bosco	9	2,91
El Guarango	2	0,65	Las Maravillas	11	3,56
El Horcón	2	0,65	Buenos Aires	12	3,88
La Recta	2	0,65	San Eloy	16	5,18
Loma de Los Peludos	2	0,65	Vía Rocafuerte-Manta	24	7,77
Mina de Oro	2	0,65	La Jagua	44	14,24
Muro de Contención	2	0,65	Centro	80	25,89
Puerto Loor	2	0,65	Totales	309	100,0

Discusión

El Cantón Rocafuerte durante el periodo objeto de estudio mostró una media anual de 77,33 incendios forestales lo que en correspondencia a su territorio representa una densidad de ocurrencias de 2,75 incendios por cada 1000 ha. En la Empresa Forestal Minas de Matahambre, Cuba, durante el periodo (2002 al 2011) ocurrieron 32 incendios forestales por año mostrando una densidad de 0,37 por cada 1000 ha [14], mientras que en el Cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, en el periodo 2012 al 2018 ocurrieron 18,20 incendios por año para una densidad de 0,17 incendios por cada 1000 ha [15]. También durante el periodo (2002 al 2011), se reportaron valores medios

anuales de 84,1 y 75,7 incendios en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, respectivamente, con densidades de 0,42 y 0,06 incendios por cada 1000 ha para ambos lugares [16]. Mientras que en el Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil, durante el periodo de 1999 al 2003 la media anual de ocurrencias fue de 10,4 incendios con densidad de 0,13 incendios por cada 1000 ha [17]. Es evidente que tanto la media anual de ocurrencias de incendios como su densidad o cantidad por cada 1000 ha de superficie, en el Cantón Rocafuerte son altos incluso al considerar el Cantón Santa Ana, ubicado próximo al mismo y con similares características de vegetación, topografía y actividades socioeconómicas, destacándose entre estas el cultivo del maíz, cuya limpieza de terreno para

Cuadro 4. Distribución mensual de las ocurrencias de incendios según las causas en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).**Table 4.** Monthly distribution of fire occurrences according to the causes in Rocafuerte Canton (2016-2019).

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
Enero	13	7,98	10	11,63	4	6,67
Febrero	10	6,13	2	2,33	1	1,67
Marzo	8	4,91	4	4,65	2	3,33
Abril	15	9,20	3	3,49	7z	11,67
Mayo	8	4,91	7	8,14	7	11,67
Junio	19	11,66	11	12,79	3	5,00
Julio	15	9,20	8	9,30	7	11,67
Agosto	14	8,59	9	10,47	11	18,33
Septiembre	20	12,27	11	12,79	4	6,67
Octubre	14	8,59	5	5,81	5	8,33
Noviembre	11	6,75	6	6,98	3	5,00
Diciembre	16	9,82	10	11,63	6	10,00
Totales	163	100,00	86	100,00	60	100,00

Cuadro 5. Distribución semanal de las ocurrencias de incendios según las causas en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).**Table 5.** Weekly distribution of fire occurrences according to the causes in Rocafuerte Canton (2016-2019).

Meses	Negligencias		Intencional		Desconocidas	
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
Domingo	21	12,88	6	6,98	12	20,00
Lunes	30	18,40	11	12,79	10	16,67
Martes	27	16,56	16	18,60	6	10,00
Miércoles	28	17,18	16	18,60	9	15,00
Jueves	14	8,59	12	13,95	10	16,67
Viernes	19	11,66	11	12,79	5	8,33
Sábado	24	14,72	14	16,28	8	13,33
Totales	163	100,00	86	100,00	60	100,00

Cuadro 6. Distribución por localidades de las ocurrencias de incendios según las causas en el Cantón Rocafuerte (2016-2019).**Table 6.** Distribution by locations of fire occurrences according to the causes in Rocafuerte Canton (2016-2019).

Localidades	Negligencias		Intencional		Desconocidas		Total (No.)
	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	
Las Maravillas	3	27,27	4	36,36	4	36,36	11
Buenos Aires	5	41,67	4	33,33	3	25,00	12
San Eloy	8	50,00	6	37,50	2	12,50	16
Vía Rocafuerte-Manta	10	41,67	8	33,33	6	25,00	24
La Jagua	22	59,46	13	35,14	2	5,41	37
Centro	42	52,50	21	26,25	17	21,25	80
Totales	90	50,00	56	31,11	34	18,89	180

su siembra se realiza a través del uso del fuego mediante quemas controladas. Además, en Santa Ana es mayor la cantidad de personas que se dedican a la agricultura, ganadería o silvicultura. Este resultado llama la atención en el sentido de que existe la necesidad de implementar un plan de protección contra incendios que permita disminuir el número de ocurrencias de incendios. Debe prestarse atención a medidas de concienciación de la población, aplicación de la legislación, establecimiento de avisos y permisos de quema y ejecución de campañas de comunicación sobre el uso del fuego, los incendios forestales y la importancia de los bosques.

La época de mayor ocurrencia de incendios durante el año puede variar bastante entre las regiones. Esas variaciones son causadas principalmente por el clima, aunque pueden ser influenciadas por los tipos de vegetación [6]. En América del Sur la temporada normal de peligro de incendio varía según el comienzo de la temporada de lluvias. En el norte de Argentina, Chile y Colombia y en Bolivia, Brasil, Ecuador y Perú, los incendios ocurren más intensamente en otoño e invierno, asociados con la estación seca. En el sur de Argentina, Chile y Colombia y en Uruguay y Venezuela, los incendios ocurren con mayor frecuencia en los meses de enero a mayo y de noviembre a diciembre [18]. En el Cantón Rocafuerte no se encontró diferencia significativa para las medias mensuales del número de incendios, no obstante, se puede establecer que entre junio y enero ocurre la mayor cantidad de incendios. Este periodo coincide con el aumento progresivo de la limpieza de áreas para la siembra del maíz, actividad que comienza con las primeras lluvias de enero. En Monte Alegre, Brasil, durante el periodo 2002 al 2011 la mayor cantidad de incendios ocurrieron durante los periodos agosto a octubre [16], mientras que en Pinar del Río, Cuba, en el mismo periodo la mayor cantidad se presentó de marzo a mayo [16]. En el Cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, durante el periodo 2012 al 2018 la mayor cantidad de incendios ocurrieron en el periodo septiembre a enero [15]. En el Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil, durante el período 1999 al 2003, los meses críticos para las ocurrencias de incendios fueron agosto y septiembre [17]. Según se observa, en Pinar del Río, Cuba, la época de incendios se ubica en la primera mitad del año, coincidiendo con el final de la época de pocas precipitaciones que se extiende de noviembre a abril, mientras que en el resto de las regiones, la mayor cantidad de incendios ocurre en la segunda mitad del año. Saber en qué meses ocurre la mayor cantidad de incendios es importante para gestionar las diferentes medidas de prevención relacionadas con el uso del fuego en el Cantón Rocafuerte, fundamentalmente entre las comunidades campesinas.

En cuanto a la distribución de las ocurrencias durante los días de la semana no se encontraron en este trabajo

diferencias, resultados similares fueron reportados durante el periodo 2002 al 2011 para la Empresa Forestal Minas de Matahambre, en Cuba [14]. Tampoco se reportaron diferencias durante el periodo 2002 al 2011 en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba [16], lo mismo ocurrió para el caso del Cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, en el periodo 2012 al 2018 [15]. Esto permite deducir que los incendios en estas localidades no tienen días específicos para ocurrir en mayor o menor cantidad, por lo que el servicio de protección contra incendios forestales debe estar activado los siete 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. Este comportamiento está asociado a la distribución diaria de la temperatura del aire y de la humedad relativa, variables que alcanzan sus valores más altos y más bajos, respectivamente, durante las primeras horas de la tarde, provocando que el material combustible pierda humedad. Coincidiendo con esto, en el Cantón Rocafuerte la mayor cantidad de incendios durante el día se reportaron entre las 12:00 y las 15:00 horas. De forma similar en Monte Alegre, Brasil y en Pinar del Río, Cuba, del 2002 al 2011, la mayor cantidad de incendios se distribuyó entre las 13:00 y las 17:00 horas [16]. En el Cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, en el periodo 2012 al 2018 la mayor cantidad de incendios se originó entre las 14:00 y las 16:00 horas [15]. El mismo incendio puede arder de manera muy diferente en diferentes momentos del día. La hora del día influye en el viento, la humedad relativa y la temperatura. Se ha visto que el mayor peligro de incendio existe cuando la velocidad del viento es alta, la humedad relativa es baja y la temperatura es alta. El mayor peligro de incendio durante el día es alto entre las 10 a.m. y las 6 p.m. [9].

Varios investigadores han demostrado la estrecha relación existente entre los incendios forestales y los factores meteorológicos, precisándose que los grandes incendios forestales han ocurrido durante condiciones climáticas extremas y anormales tales como sequías prolongadas acompañadas por altas temperaturas del aire y bajas humedades relativas, provocando la reducción del contenido de humedad de los combustibles forestales a niveles anormalmente bajos [20], [21], [22].

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que en todos los casos en los cuales fue posible identificar la causa de los incendios, las mismas estuvieron relacionadas con actividades del hombre. En el caso de América del Sur 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 [19]. Por otra parte, se comprueba, tanto en Brasil como en Chile, un notable incremento de la intencionalidad en el inicio de los incendios forestales. Esta causa, que probablemente existe en la mayoría de los países sudamericanos, se genera por diversas razones, pero esencialmente como una respuesta a los mayores niveles de riesgo derivados por el aumento significativo de actitudes indeseables de la población. Concretamente, la piromanía en los alrededores de las grandes urbes, está surgiendo como una enfermedad mental producto del desarrollo o de la civilización, al igual que la tasa de suicidios y los índices de drogadicción y alcoholismo [17]. En la región del Maule, Chile, en el periodo 1986 al 2012 la mayoría de los incendios registrados fueron causados por el ser humano, ya sea de forma accidental (86,7 %) o de forma intencionada (10,3 %) [23]. En el Cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador durante el periodo 2012 al 2018 en el 89,01 % de los casos, no se identificó la causa del origen de los incendios [15]. El uso del fuego por parte de los propietarios rurales en los países en desarrollo para limpiar tierras agrícolas, renovar pastos y quemar residuos de cultivos como una forma de aumentar la fertilidad del suelo, así como la necesidad de una quema controlada en ciertas tipologías (dependientes del fuego) y para reducir el riesgo de incendios forestales [24]. Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren la necesidad de fortalecer el trabajo de prevención encaminado a reducir los incendios provocados por causas de naturaleza humana. El conocimiento de las principales causas de los incendios es importante para llevar a cabo un trabajo de prevención objetivo, con miras a reducir las causas más frecuentes. No obstante, faltan todavía estadísticas confiables y completas sobre cada ocurrencia de incendio forestal.

Conclusiones

Aunque los datos disponibles en el Cantón Rocafuerte sobre los incendios forestales ocurridos durante el periodo 2016 al 2019 son incompletos, son suficientes para llamar la atención sobre el problema en la localidad, estableciéndose que durante el periodo, considerando los tres primeros años, se reportó una media de 77,33 ocurrencias por año. También se pudieron establecer dos épocas de incendios durante el año, una que incluye a los meses de diciembre y enero y otra de junio a septiembre, así como que durante la tarde ocurre la mayor cantidad de incendios. Este comportamiento, tanto en la localidad objeto de estudio como en otras partes de Ecuador y del mundo está asociado a las distribuciones anuales y diarias de las precipitaciones y de temperatura

del aire y humedad relativa, respectivamente.

Se pudo constatar que más de la mitad de los incendios reportados se originaron por negligencias, similar a lo que ocurre en otras partes del mundo. No obstante, no se especifica cuál es la negligencia, lo que sumado al 19,42 por ciento que se reporta como causas desconocida, evidencia que en un 72,87 por ciento de las ocurrencias no es posible precisar la causa específica del incendio, lo cual constituye un obstáculo para planificar sobre una base bien fundamentada, las acciones de prevención en la localidad.

Referencias

- [1] C. Aponte, W. J. de Groot, and B. M. Wotton, "Forest fires and climate change: causes, consequences and management options," *International Journal of Wildland Fire*, vol. 25, no. 8, pp. 861–875, 2016.
- [2] P. van Lierop, E. Lindquist, S. Sathyapala, and G. Franceschini, "Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events," *Forest Ecology and Management*, vol. 352, pp. 78–88, 2015.
- [3] SGR (Secretaría de Gestión de Riesgos), "Informe de situación No. 111". Centro Integrado de Seguridad; Samborondón – Ecuador. 2016. [Online], Disponible en: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Informe-de-Situaci%C3%B3n-Incendios-Forestales_15122016_111.pdf. [Fecha de consulta 17/08/2019]
- [4] SGR (Secretaría de Gestión de Riesgos). "Informe de Situación - Incendios Forestales". Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos; Samborondón – Ecuador. 2017. [Online], Disponible en: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/Informe-de-Situaci%C3%B3n-INF_15122017_15h15.pdf. [Fecha de consulta 17/08/2019]
- [5] SGR (Secretaría de Gestión de Riesgos). "Informe de Situación - Incendios Forestales a nivel nacional 2018". Informe No. 5. Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos; Samborondón – Ecuador. 2018. [Online], Disponible en: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/SITREP-5-Informe-de-Situaci%C3%B3n-SGR-2018-031008.pdf>. [Fecha de consulta 17/08/2019]
- [6] R. V. Soares, "Incêndios florestais. Controle e uso do fogo". Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Brasil; 213, 1985.
- [7] R. V. Soares, A. C. Batista and A. F. Tetto, "Incêndios florestais. Controle, efeito e uso do fogo". Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil; 255, 2017.
- [8] Magrama (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), "Estadística general de incendios forestales".

- Memoria. Madrid, España; 32, 2012. [Online], Disponible en: <https://www.google.com.ec/> [Fecha de consulta 18/8/2019]
- [9] T. V. Heikkilä, R. Grönqvist and M. Jurvelius, "Wildland Fire Management. Handbook for Trainers". Helsinki, Finland: Development Policy Information Unit; 248, 2007.
- [10] GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rocafuerte), "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial". p.362. 2014.
- [11] M. P. Ramos, "Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención de los incendios forestales". (Tesis de Doctorado). Universidad de Pinar del Río. Cuba. 1999.
- [12] M. P. Ramos, R. González, M. C. Figueredo, L. W. Martínez, "La defensa contra los incendios forestales en Cuba". In: Vélez, R. La defensa contra los incendios forestales: Fundamentos y experiencias. Segunda Edición. p. 841. 2009.
- [13] IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. IBM Corp., Armonk, NY: IBM Corp. 2013.
- [14] M. P. Ramos, C. Padrón and J. Cabrera, "Comportamiento histórico de los incendios forestales en la Empresa Forestal Minas de Matahambre, Pinar del Río, Cuba de 2002 a 2011", Revista Cubana Ciencias Forestales, vol. 1, no. 2, pp. 1-15, 2013.
- [15] H. J. García, "Estadísticas de incendios de la cobertura vegetal en el Cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo 2012 – 2018". (Tesis de Pregrado). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador. 2019.
- [16] M. P. R. Rodríguez, R. V. Soares, A. C. Batista, A. F. Tetto, and L. W. M. Becerra, "Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil, e de Pinar del Río, Cuba". Floresta, vol. 43, no. 2, pp. 231-240, 2013.
- [17] L. P. Koproski, A. C. Batista, R. V. Soares, "Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande-Brasil". Floresta, vol. 34, no. 2, pp. 193-197. 2004.
- [18] Food and Agriculture Organization of the United Nations. "Fire management: global assessment 2006". Roma: FAO Forestry Paper 151, 156, 2007.
- [19] P. I. Sanhueza, "Diagnóstico Regional de América del Sur sobre la Cooperación Internacional en el Manejo de Incendios Forestales". CONAF. Chile. 2004.
- [20] D. Molina-Terrén, A. Cardil, "Temperature determining larger wildland fires in NE Spain". Theoretical and Applied Climatology, vol. 125, no. 1-2, p. 295-302. 2015.
- [21] J. R. Thompson, T. A. Spies, "Vegetation and weather explain variation in crown damage within a large mixed-severity wildfire". Forest Ecology and Management, vol. 258, p. 1684-1694. 2009.
- [22] Y. Liu, J. Stanturf, S. Goodrick, "Trends in global wildfire potential in a changing climate". Forest Ecology and Management, vol. 259, p. 685-697. 2010.
- [23] I. Díaz-Hormazábal, M. E. González. "Análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile". Bosque (Valdivia), vol. 37, no. 1, p. 147-158. 2016.
- [24] Food and Agriculture Organization of the United Nations.