



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y
GESTIÓN DEL RIESGO**

TEMA:

**INCENDIOS FORESTALES POR QUEMA AGRÍCOLA EN LA
PARROQUIA RURAL DE SANTA FE, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO
NOVIEMBRE 2022- MARZO 2023**

AUTORAS:

STEFANIE CAROLINA CASTILLO RODRIGUEZ

ROXANA AVIGAIL LEÓN GALEAS

TUTOR:

ING. PAÚL SÁNCHEZ

GUARANDA-ECUADOR

2022

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO EMITIDO POR EL TUTOR

Guaranda, 19 de abril del 2023

El suscrito Ingeniero Paul Franco Sánchez, director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: **“INCENDIOS FORESTALES POR QUEMA AGRÍCOLA EN LA PARROQUIA RURAL DE SANTA FE, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO NOVIEMBRE 2022- MARZO 2023”** realizado por los señores: **Roxana Avigail León Galeas y Stefanie Carolina Castillo Rodríguez** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.



Ing. Paul Franco Sánchez

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

DECLARACIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Nosotras **Roxana Avigail León Galeas**, y **Stefanie Carolina Castillo Rodriguez** portador/res de la Cédula de Identidad No. **0202195533** y **0202571261** en calidad de autor/res y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **Incendio Forestales por quema agrícola en la parroquia rural de Santa Fe, Provincia Bolívar, periodo noviembre 2022-marzo 2023**, modalidad presencial, de conformidad con el Art. 114 del **CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN**, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Roxana Avigail León Galeas

Stefanie Carolina Castillo Rodriguez



Firma



Firma

CERTIFICADO EMITIDO POR EL TUTOR PARA EL PROCESO DE EMPASTADO

Certificado del Director

En calidad de Director del Trabajo de Titulación, mediante la modalidad Trabajo de investigación elaborado por las estudiantes: Stefanie Carolina Castillo Rodriguez y Roxana Avigail Leon Galeas, Titulado “ **INCENDIOS FORESTALES POR QUEMA AGRÍCOLA EN LA PARROQUIA RURAL DE SANTA FE, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO NOVIEMBRE 2022 – MARZO 2023**”, previo a la obtención del título de Ingenieras en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, una vez que el trabajo ha sido revisado, reúne los requisitos académicos y legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano .

Por lo que se encuentra en condiciones para proceder al **EMPASTADO** correspondiente.

Atentamente,



Ing. Paul Sánchez

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Modalidad Proyecto de Investigación

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis Padres por apoyarme de manera constante durante mi carrera universitaria, hoy estoy cosechando todo el sacrificio que han hecho por mí, también quiero agradecer a todos mis docentes que de alguna u otra manera han sido fundamentales en mi proceso académico, así mismo, quiero agradecer de manera especial a nuestro tutor de tesis Ing. Paúl Sánchez, ya que nos ha guiado de manera oportuna para culminar nuestro proyecto de grado.

Carolina

Quiero agradecer a mi madre principalmente que ha sido pilar fundamental para alcanzar este objetivo a toda mi familia que han sido parte dentro de mis estudios académicos, sus consejos me han permitido terminar satisfactoriamente mi carrera profesional, también quiero agradecer a todos mis docentes por impartir sus conocimientos, lo cual me ha permitido sembrar las bases para la elaboración del proyecto investigativo, así mismo, al Ing. Paul Sánchez, gracias a su paciencia y colaboración hemos podido terminar exitosamente nuestra tesis de grado.

Roxana

PORTADA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
DECLARACIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR.....	iii
CERTIFICADO EMITIDO POR EL TUTOR PARA EL PROCESO DE EMPASTADO	iv
.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
TEMA:	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5 LIMITACIONES	9
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANTECEDENTES	10
2.2 BASES TEÓRICAS	13

2.2.1 Incendios Forestales	13
2.2.1.1 Clases de Incendios Forestales	13
2.2.3 Factores que Intervienen en un Incendio Forestal	15
2.2.4 Propagación del Fuego	16
2.2.4.1 Factores que Intervienen en la Propagación del Fuego	16
2.2.4.2 Comportamiento del Fuego	17
2.2.5 Influencia de la Vegetación y lo Combustibles Forestales	17
2.2.5.1 Influencia de la Topografía del Terreno	18
2.2.5.2 Influencia de la Climatología	18
2.2.6 Tipos de Humo	19
2.2.8 Análisis de Riesgos de Incendios Forestales	20
2.2.9 Quemias Agrícolas	21
2.2.9.1 Tipos de Quemias Agrícolas	21
2.2.9.2 Beneficios y Riesgos de las Quemias Controladas	22
2.2.10 Medidas de Reducción de Riesgos ante Incendios Forestales	23
2.3 MARCO LEGAL	25
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	27
2.6 SISTEMA DE VARIABLES	29
2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	31
3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	31
3.1.1 Según el Nivel de Medición y Análisis de Información	31
3.1.1 Según la Fuente de Información	31
3.2 DISEÑO	31
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.3.1 Muestra	32
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	37
CAPÍTULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	38
4.1 RESULTADOS DEL OBJETIVO 1: Diagnosticar la situación actual de los incendios forestales para reducir su incidencia mediante relevo de datos en la parroquia Santa Fe, periodo 2022.	38

4.3 RESULTADOS DEL OBJETIVO 3: Propuesta las medidas de reducción de riesgos ante incendios forestales en la Parroquia Santa Fe durante el periodo 2022.	60
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1 CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	76

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Tabla de humos	19
Tabla 2 Beneficios y riesgos de las quemas controladas	22
Tabla 3 Operacionalización de la variable dependiente.....	29
Tabla 4 Clasificación del índice de frecuencia	31
Tabla 5 Clasificación del índice de frecuencia	34
Tabla 6 Índice de peligrosidad de los combustibles.....	36
Tabla 7 Índice de peligrosidad de la fisiografía	36
Tabla 8 Índice de peligrosidad climática	36
Tabla 9 ¿Qué tipo de vegetación es la que más utiliza para realizar las quemas agrícolas	39
Tabla 10 ¿Con qué frecuencia ha tenido dificultades para controlar el fuego durante una quema agrícola?	40
Tabla 11 ¿Considera usted que las técnicas inadecuadas para realizar quemas agrícolas han incidido en la ocurrencia de incendios forestales?.....	41
Tabla 12 ¿Antes de encender el fuego realiza una quema de prueba?.....	43
Tabla 13 ¿Qué tipo de combustible utiliza para la quema agrícola?.....	44
Tabla 14 ¿Para iniciar una quema agrícola toma en consideración, la topografía, las condiciones meteorológicas, y la velocidad del viento?.....	45
Tabla 15 ¿Una vez que las condiciones son aptas para la quema, realiza una inspección previa para la realización de la misma?	46
Tabla 16 ¿Ha recibido capacitaciones para realizar quemas controladas?	48
Tabla 17 ¿Cree usted que las autoridades locales competentes, han impulsado de manera satisfactoria campañas para prevenir los incendios forestales?.....	49
Tabla 18 Índice de frecuencia	52
Tabla 19 Índice de causalidad	54

Tabla 20 Índice de gravedad	55
Tabla 21 Análisis de riesgo estadístico de incendios forestales.....	56
Tabla 22 Análisis de peligrosidad.....	57
Tabla 23 Confección del mapa de riesgo	58
Tabla 24 Medidas de reducción de riesgos ante incendios forestales.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 ¿Qué tipo de vegetación es la que más utiliza para realizar las quemas agrícolas?.....	39
Gráfico 2 ¿Con qué frecuencia ha tenido dificultades para controlar el fuego durante una quema agrícola?.....	40
Gráfico 3 ¿Considera usted que las técnicas inadecuadas para realizar las quemas agrícolas han incidido en la ocurrencia de incendios forestales?.....	42
Gráfico 4 ¿Antes de encender el fuego realiza una quema de prueba?.....	43
Gráfico 5 ¿Qué tipo de combustible utiliza para la quema agrícola?	44
Gráfico 6 ¿Para iniciar una quema agrícola toma en consideración, la topografía, las condiciones meteorológicas y la velocidad del viento?.....	45
Gráfico 7 ¿Una vez que las condiciones son aptas para la quema, realiza una inspección previa para la realización de la misma?	47
Gráfico 8 ¿Ha recibido capacitaciones para realizar quemas controladas?	48
Gráfico 9 ¿Cree usted que las autoridades locales competentes, han impulsado de manera satisfactoria campañas para prevenir los incendios forestales?.....	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Fuego de copas.....	14
Ilustración 2 Fuego de superficie	14
Ilustración 3 Fuego de subsuelo.....	15
Ilustración 4 Propagación del suelo	16
Ilustración 5 Influencia de la topografía del terreno	18
Ilustración 6 Mapa de susceptibilidad por incendios forestales en la Parroquia de Santa Fe.....	60

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo investigativo tuvo la finalidad de analizar los incendios forestales por quema agrícola de la Parroquia Santa Fe de la Provincia Bolívar, debido a que los agricultores realizan prácticas inadecuadas para el control de maleza, lo cual ha provocado la quema de 30 hectáreas aproximadamente en el último año.

La metodología se estructuró de la siguiente manera: según el nivel de investigación: cuali-cuantitativa, descriptiva y exploratoria, según la fuente de información; investigación de campo y bibliográfica, para el diseño de la investigación se utilizó el método de análisis de riesgos TRES© elaborado por (Sánchez, 2018), para realizar el cálculo de análisis de riesgo estadístico, se utilizó el índice de frecuencia, causalidad y gravedad, para el análisis de peligrosidad se consideró el índice de peligrosidad de combustibles, fisiografía y peligrosidad climática, además, se utilizó una muestra aleatoria simple de 316 personas, cuyas técnicas de recolección de datos fueron a través de encuestas y cálculos matemáticos para definir el índice de incendios forestales.

De acuerdo a los resultados se diagnosticó la situación actual de los incendios forestales, considerando el tipo de vegetación, propagación, prácticas para realizar las quemas agrícolas y capacitación, también se definió el índice de incendios ocurridos en la parroquia obteniendo un análisis de riesgo “extremo”, posteriormente, se propuso medidas de reducción de riesgos enfocados en varios parámetros; medidas preventivas, formas de actuación ante un incendio forestal, métodos para combatir los incendios forestales, formas de comunicación ante un incendio forestal y quemas controladas basadas en la inspección previa a la realización de la misma, inicio de quemas, vigilancia y finalización e inventario post quema.

Palabras claves: Incendios, mitigación, propagación, riesgos vegetación.

ABSTRACT

The investigative work had the purpose of analyzing the forest fires due to agricultural burning of the Santa Fe Parish of the Bolívar Province, due to the fact that the farmers carry out inadequate practices for the control of weeds, which has caused the burning of approximately 30 hectares in the last year.

The methodology was structured as follows: according to the level of research: qualitative-quantitative, descriptive and exploratory, depending on the source of information; field and bibliographic research, for the design of the research the TRES© risk analysis method was used, prepared by (Sánchez, 2018), to perform the calculation of statistical risk analysis, the frequency, causality and severity index was used For the hazard analysis, the fuel hazard index, physiography and climatic hazard were considered, in addition, a simple random sample of 316 people was used, whose data collection techniques were through surveys and mathematical calculations to define the index of forest fires.

According to the results, the current situation of forest fires was diagnosed, considering the type of vegetation, propagation, practices to carry out agricultural burning and training, the rate of fires that occurred in the parish was also defined, obtaining a "extreme" risk analysis, subsequently, risk reduction measures focused on various parameters were proposed; preventive measures, forms of action in the event of a forest fire, methods to combat forest fires, classification and use of fire extinguishers, forms of communication in the event of a forest fire and controlled burning based on the inspection prior to carrying out the same, initiation of burning, surveillance and completion and post burn inventory.

Keywords: Fires, mitigation, propagation, risks, vegetation.

TEMA:

Incendios forestales por quema agrícola en la parroquia rural de Santa Fe,
Provincia Bolívar, periodo noviembre 2022- marzo 2023.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata sobre incendios forestales por quema agrícola en la parroquia rural de Santa Fe, Provincia Bolívar, periodo noviembre 2022-marzo 2023. Según Armenteras (2017) manifiesta que, “los incendios forestales son fenómenos que afectan la biodiversidad de la flora y fauna, además de la erosión del suelo, ocasionados principalmente por el fuego, ya sea de origen natural o antrópico” (p. 17).

De acuerdo a Calderón (2021) menciona que, “la quema agrícola es una práctica tradicional de manejo que se efectúa en las zonas rurales y urbanas de un territorio, cuya finalidad es la eliminación de desechos producidos por la actividad agrícola o forestal” (p. 22), no obstante, el uso incontrolado puede ocasionar incendios de gran magnitud, provocando a su vez pérdida de nutrientes del suelo y materia orgánica.

El problema existente en la parroquia de Santa Fe se produce principalmente por el manejo inadecuado que se realiza en las quemas agrícolas, en la cual no se toma en consideración la cantidad necesaria de combustible, el tipo de vegetación, la topografía, y la cobertura del suelo.

En este sentido, la investigación posee una importancia, puesto que, a través del manejo de quemas controladas se pretende reducir el riesgo ante incendios forestales que ocurren en la parroquia, de esta manera se podrá conservar la reproducción de vegetación autóctona, hábitat para la fauna silvestre y la minimización en la propagación de plagas y enfermedades.

Para el desarrollo de la investigación fue necesario reducir los incendios forestales por quema agrícola, en la cual se identificó el uso y manejo de las quemas agrícolas que realizan los agricultores, así mismo, se determinó el índice de incendios forestales a través de la metodología de análisis de riesgo TRES©, y se propuso medidas de reducción de riesgos ante incendios forestales mediante el manejo de quemas controladas.

La investigación se estructura en cinco capítulos, de los cuales se mencionan a continuación;

En el capítulo 1, se describe el problema, la formulación del problema, el objetivo general y específico, la justificación y las limitaciones.

En el capítulo 2, se detalla el marco teórico, el cual contiene los antecedentes, las bases teóricas, la definición de términos, el planteamiento de la hipótesis, el sistema de variables y la operacionalización de variables.

En el capítulo 3, se encuentra el marco metodológico que contiene el nivel de investigación, el diseño, tamaño de la muestra, las técnicas utilizadas y el procesamiento de análisis de datos.

En el capítulo 4, se describen los resultados obtenidos según los objetivos propuestos durante el desarrollo de la investigación.

En el capítulo 5, se detallan las conclusiones y recomendaciones que hayan surgido de los resultados obtenidos en el trabajo investigativo.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial los incendios forestales han provocado graves estragos en la biodiversidad, ecología y medio ambiente. Según la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022) menciona que, “cada año cerca de 340 y 370 millones de hectáreas de superficie del planeta se queman a causa de incendios forestales, siendo el 20% quema de bosques y el 80% quema de pastizales, matorrales y sabanas” (p. 3), si se mantiene este ritmo, los incendios forestales se incrementarán en un 14% para el 2030, un 30% para el 2050 y un 50% para el 2100.

En Latinoamérica, la quema de pastizales para la agricultura son los principales factores desencadenantes de los incendios forestales. Según la (Organización de las Naciones Unidas, 2020) menciona que, durante el año 2020, la región Latinoamericana fue el epicentro de devastadores incendios forestales, “siendo Brasil el país con más incendios registrados con más de 222 mil casos, seguido de Argentina con 74 mil casos, Bolivia con 40 mil casos y Venezuela con más de 35 mil casos forestales” (p. 23).

En Ecuador de acuerdo a un informe emitido por el (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos, 2022) indica que, “desde el 01 de enero hasta el 31 de octubre del 2022, se registraron un total de 1249 incendios forestales, ocasionando una pérdida de 6.566,66 hectáreas de cobertura vegetal, las provincias más afectadas fueron; Azuay, Guayas, Imbabura, Pichincha y Loja” (p. 1).

De acuerdo a datos estadísticos del (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos, 2022), en la provincia Bolívar, durante el presente año se han provocado la quema de 46 hectáreas aproximadamente, siendo la actividad antrópica el causante principal de los incendios forestales.

La parroquia de Santa Fe forma parte de esta problemática, ya que según datos del SNDGR, durante el año 2022, se han provocado la quema de 30

hectáreas aproximadamente, entre la vegetación más afectada se encuentran los árboles de eucalipto y pajonal, cuya causa principal es la quema agrícola.

La mayoría de la población de la Parroquia de Santa Fe se dedica a la agricultura, en la cual desarrollan prácticas inadecuadas para el control de maleza, ocasionando quemas descontroladas que posteriormente se transforman en incendios forestales. Según (Bodí, 2018) manifiesta que, “los incendios forestales afectan de manera notable la biosfera, lo cual se considera como la tercera causa en la degradación y pérdida de grandes extensiones de terrenos forestales” (p. 46), estos a su vez emiten gases que provocan el calentamiento global y la pérdida de millones de carbono que se acumulan en los ecosistemas.

El fuego es una herramienta eficaz que los agricultores utilizan para limpiar los terrenos, renovar los pastos y eliminar las malezas de las cosechas, sin embargo, para (Jiménez, 2019) “estos espacios en muchas ocasiones se encuentran cerca de los bosques, lo cual es fundamental que se utilicen prácticas adecuadas, ya que la propagación incontrolable del fuego puede afectar todo tipo de vegetación” (p. 78).

Los incendios forestales provocan desgaste hídrico del suelo, consumo de vegetación, riesgo en la estabilidad de las vertientes, quedando los bosques seriamente comprometidos y convirtiendo a los suelos productivos en superficies áridas (Soraya y Méndez, 2019, p. 23).

En correspondencia con todo lo anterior, es importante que los agricultores implementen medidas de reducción de riesgos a través de las quemas controladas, de esta manera se podrá mejorar la regeneración arbórea mediante el control de las especies vegetales y el aumento de la disponibilidad de elementos nutritivos esenciales, tales como; potasio, fosforo y nitrógeno, además de asegurar el abastecimiento de agua para el futuro, disminuir las pérdidas económicas causadas por dichos eventos y mejorar la salud de las personas.

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

¿Cómo las prácticas de quema agrícolas inciden en los incendios forestales en la parroquia rural de Santa fe Provincia Bolívar periodo noviembre 2022-marzo 2023?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Analizar los incendios forestales por quema agrícola de la Parroquia San Fe, Provincia Bolívar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de los incendios forestales mediante relevo de datos en la parroquia Santa Fe, periodo 2022.
- Definir el índice de incendios forestales ocurridos en la Parroquia de Santa Fe a través de la metodología de análisis de riesgo TRES©.
- Proponer medidas de reducción de riesgos ante incendio forestales en la Parroquia Santa Fe durante el periodo 2022.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los incendios forestales son cada vez más duraderos e intensos, es por ello que los gobiernos de todo el mundo han implementado medidas de mitigación para proteger la biodiversidad y el medio ambiente. “La FAO en el año 2019 implementó una estrategia para la gestión de incendios forestales, cuya finalidad fue determinar las necesidades de una gestión eficaz de incendios tomando en consideración las interacciones ambientales, biológicas, sociales, culturales, políticas y económicas” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019, p. 1)

En Latinoamérica se ha venido trabajando con diversos proyectos para disminuir los incendios forestales, entre ellos se encuentra el proyecto forestal y manejo integral del fuego efectuado por la Comisión Forestal para América Latina (COFLAC), el cual se basa en el manejo y control de fuego con la finalidad de monitorear los mismos y brindar apoyo mutuo cuando ocurran, estos se establecen en acuerdos de intercambio de recursos y apoyo entre algunas naciones de la región (Comité Forestal para América Latina, 2019, p. 3).

El gobierno del estado Ecuatoriano ha realizado una serie de campañas para la prevención de incendios forestales, actualmente se encuentra en vigencia la campaña denominada “No más incendios forestales”, que forma parte del programa “Tierra de todos” implementado por el Ministerio del Ambiente, que tiene como objetivo “fortalecer y promover la cultura de conciencia ambiental, a través de la generación de políticas públicas y capacidades técnicas para formar ciudadanos ambientalmente responsables” (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020, p. 1)

En este sentido, el presente proyecto se realiza porque en la Parroquia de San Fe se desarrollan prácticas inadecuadas para el control de maleza, lo cual ha ocasionado quemadas descontroladas que han desencadenado en incendios forestales, generando un impacto negativo en el medio ambiente debido a las emisiones de dióxido de carbono.

Es importante realizar la investigación, ya que de esta manera se podrá determinar el índice de frecuencia anual de incendios forestales ocurridos en la parroquia de Santa Fe, así como la representación del porcentaje anual de superficie quemada respecto a la superficie total, también se podrá obtener la probabilidad de que un foco de incendio llegue a convertirse en un incendio forestal de grandes dimensiones.

El trabajo contribuirá a la implementación de buenas prácticas agrícolas a través de quemas controladas, de esta manera los agricultores podrán implementar técnicas adecuadas tomando en consideración el tipo de combustible, el tipo de vegetación, la topografía y la influencia del clima, con la finalidad de contrarrestar la destrucción del hábitat de la fauna silvestre, aparte de conservar la vegetación para la generación de oxígeno y la disminución del efecto invernadero en la atmosfera terrestre por la emisión de carbono al medio ambiente.

Los beneficiarios del presente proyecto serán todos los habitantes de la Parroquia San Fe, puesto que la implementación de quemas controladas facilitará la gestión de los incendios para prevenirlos y llevar a cabo proyectos enfocados en un ambiente sostenible, asegurar el abastecimiento de agua para el futuro, mejorar la salud de las personas y disminuir las pérdidas económicas causadas por dichos eventos.

1.5 LIMITACIONES

- Estudios limitados con respecto a la ocurrencia de incendios forestales, ya que la mayoría de investigaciones son muy generales, por lo tanto, no existen proyectos relacionados con el tema de estudio.
- Acceso limitado a la información estadística de los incendios forestales ocurridos en la parroquia de Santa Fe, además, de la poca colaboración por parte de las instituciones competentes.
- Limitaciones respecto al alcance del proyecto, debido a las demoras surgidas durante la elaboración del mismo, lo cual ocasionó modificaciones en el cronograma de actividades establecidas en un inicio.
- Inconvenientes para obtener información de campo, debido a la desconfianza y poca colaboración de las personas de la parroquia de Santa Fe, lo cual produjo ciertas deficiencias para obtener el criterio de los agricultores respecto al uso y manejo de las quemadas agrícolas.
- Limitación de información por parte del Ministerio del Ambiente debido a que el Director manifestó que no conoce la Parroquia Santa Fe.
- Deficiente información por parte de Bomberos y la Secretaría de Gestión de Riesgos respecto a los incendios forestales ocurridos en la Parroquia de Santa Fe.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

A nivel internacional, según (Urrutia y Alonso, 2020) en su artículo científico sobre el impacto de las quemas prescritas en la estabilidad del escurrimiento superficial de un bosque de pino, tuvieron la finalidad de:

Evaluar los efectos del fuego sobre la estabilidad del escurrimiento superficial sobre un bosque natural mixto, el método de investigación fue experimental con un enfoque cuantitativo, se utilizó una muestra no probabilística de tres parcelas rectangulares de 10.000 m² cada una con dimensiones de 200 m x 50 m, se utilizó la técnica de quema en retroceso que consistió en extender al fuego en dirección opuesta al viento y en dirección contraria a la pendiente. Los autores concluyeron que, las quemas prescritas permiten una estabilidad del escurrimiento superficial en ecosistemas de pinares naturales, donde el uso controlado del fuego no provoca efectos negativos sobre los indicadores hidrológicos y el coeficiente de escurrimiento entre el área quemada y no quemada (p. 12)

De acuerdo a (Díaz y González , 2017) en su artículo científico sobre análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile tuvieron la finalidad de:

Examinar el régimen de incendios en la región del Maule durante los años 1986 al 2012, se utilizó un método retrospectivo a través de una base estadística de incendios ocurridos en la zona, se examinaron los patrones temporales en el número de incendios y superficie quemada, además se utilizó un sistema de información geográfica para localizar cada incendio a celdas de 2x2 km (400 ha) para representar cartográficamente el número de incendios y la superficie quemada. Los autores concluyeron que, las zonas con mayor afectación fueron la vegetación de tipo pastizal y matorral (52%), plantaciones (22%) y bosque nativo (15%), el número de eventos originados está relacionado principalmente con la actividad humana (p. 1-12)

Según (Ynouye y Dyany, 2021) en su artículo científico sobre la causalidad de incendios forestales en Pinar del Río, Cuba (1975-2018), tuvieron la finalidad de:

Comprender la evolución de las causas de los incendios para implementar medidas de prevención ante los mismos, se aplicó un método retrospectivo para evaluar el comportamiento histórico de los incendios forestales ocurridos en lapsos de 10 años, tomando en consideración la frecuencia, áreas quemadas, índice de causalidad, comportamiento periódico, estacional y espacial de las causas, cuyo análisis estadístico se realizó en el programa SPSS. Los autores concluyeron que, las causas principales de los incendios fueron por causas antropogénicas, especialmente la quema de pastizales, lo cual mostraron una tendencia al aumento en el tiempo (p. 1-15)

A nivel nacional, según (Ramos y García, 2021) en su artículo científico sobre la ocurrencia de incendios forestales en el cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, tuvieron la finalidad de:

Analizar la ocurrencia de los incendios forestales en el cantón Santa Ana, durante el periodo 2012-2018, se utilizó un método de investigación descriptivo, el muestreo utilizado fue de tipo espacio-temporal (días, meses, años, localidad y cobertura vegetal), las técnicas utilizadas fueron bibliográfica y documental, siendo analizados en el programa SPSS. Los autores concluyeron que, los datos estadísticos permitieron establecer patrones temporales y espaciales de la ocurrencia de los incendios forestales, constituyendo un aporte relevante sobre la ocurrencia de los mismos y los factores causantes, en la cual el uso del fuego se relaciona principalmente con la limpieza de malezas por parte de los agricultores (p. 1-19)

De acuerdo a (Reyes, 2021) en su artículo científico sobre los factores que inciden en la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales en Ecuador, tuvo la finalidad de:

Proporcionar datos empíricos para una planificación eficaz en prevención de incendios forestales, el método utilizado fue a través del procesamiento de datos y ajuste de MaXent para obtener un modelo final y clasificación de probabilidad, los datos de la presencia de los incendios se extrajeron de la plataforma Active Fire Data, en la cual se descargaron los datos georreferenciados de los incendios forestales, también se utilizaron predictores medioambientales (antrópicos y ambientales), para finalmente efectuar un mapeo de susceptibilidad. El autor concluyó que, la vegetación nativa y forestal que se ubican a una distancia menor a 2700 m de las actividades antrópicas, son las más susceptibles a la ocurrencia de incendios forestales (p. 1-11)

A nivel local, de acuerdo a un estudio investigativo elaborado por (Hidalgo y Alarcón, 2017) sobre la evaluación del riesgo de incendios forestales y su efecto en el ecosistema, bosque los Arrayanes de la Parroquia San Pablo, tuvieron la finalidad de:

Identificar los factores de riesgos de incendios forestales y determinar las zonas susceptibles. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, analítico, no experimental, bibliográfica y de campo, se desarrolló un diseño transversal, además se utilizó un muestreo aleatorio simple de 61 personas, cuyas técnicas fueron a través de encuestas, entrevistas y observación directa. Los autores concluyeron que, los factores que inciden en la ocurrencia de incendios forestales son los factores naturales tales como; uso de suelos con nivel alto, zonas de vida con nivel alto, geomorfología con nivel medio y pendientes debido a su topografía, los factores de origen antrópico son la quema de maleza y actividades agrícolas (p. 1-136)

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Incendios Forestales

“Los incendios forestales afectan millones de hectáreas cada año, lo cual se constituyen en uno de los principales agentes que perturban los ecosistemas del planeta, cuya intensidad, frecuencia y tamaño de los mismos se deben a la elevada presión de las actividades humanas y el calentamiento global” (Gayana, 2018, pág. 45). Cabe mencionar que el desarrollo de la sociedad y el área de interfaz urbano forestal son cada vez más pobladas, por lo tanto, existe una relación significativa el fuego urbano con el incendio forestal.

De acuerdo a (Mistry, 2018) menciona que, “los incendios forestales han provocado daños a los medios de vida, la propiedad y el medio ambiente, siendo la actividad humana la causa natural más común de los incendios forestales, especialmente la quema agrícola” (p. 172-179), en la parroquia de Santa Fe los agricultores realizan quemas para que la tierra sea más fértil, no obstante, en muchos casos no pueden ser controlados lo cual terminan transformándose en incendios forestales.

Según (García, 2019) considera que, “el fuego puede influenciar de manera positiva en la naturaleza, ya que ayuda a conservar la biodiversidad” (p. 56), sin embargo, si se utiliza de forma irresponsable o negligente, pueden provocar consecuencias devastadoras para el medio ambiente, salud y seguridad de las personas debido a la propagación descontrolada del fuego.

2.2.1.1 Clases de Incendios Forestales

De acuerdo a (Vega y Vilariño, 2021) consideran que existen tres clases de incendios, estos son;

Fuego de copas. - Se extiende de copa en copa y rara vez toca el suelo, el fuego se propaga cuando está relativamente cercas, las llamas obstaculizan el desplazamiento de los animales y destruyen los árboles, sin embargo, el suelo no se destruye de forma violenta.

Ilustración 1

Fuegos de Copas



Fuente: (Rodriguez y Silva, 2018, p. 2)

Fuego de superficie. - Por lo general las llamas se encuentran en la superficie del bosque quemando la flora existente y el sotobosque, por ende, destruye la superficie forestal y afecta la fertilidad del suelo de manera significativa, ocasionando a su vez una desertificación y una recuperación muy lenta.

Ilustración 2

Fuego de Superficie



Fuente: (Ledesma, 2018, p. 76)

Fuego de subsuelo. - Se encarga de quemar las raíces y otra materia orgánica, este fuego es más complejo de detectar y apagar debido a que las llamas no son tan visibles por la poca cantidad de oxígeno, el subsuelo es el más afectado y su desplazamiento es lento yendo detrás de la superficie.

Ilustración 3

Fuego de Subsuelo



Fuente: (Reyes y Molina, 2018, p. 43)

2.2.3 Factores que Intervienen en un Incendio Forestal

Los factores que intervienen en un incendio forestal son los siguientes:

“Los combustibles ligeros que se caracterizan por poseer menos de 1 cm de diámetro, estas son; hojas, hierbas, helechos, ramillas, líquenes entre otros, por lo general se inflaman con facilidad y cuando están seco se inflaman con facilidad” (Villers, 2018, pág. 47).

“Los combustibles pesados son aquellos que poseen más de 1 cm de diámetro, estos son; ramas gruesas, troncos, raíces, etc. A diferencia de los ligeros su inflamación es más compleja y arden más despacio” (Ruíz, 2019, pág. 97).

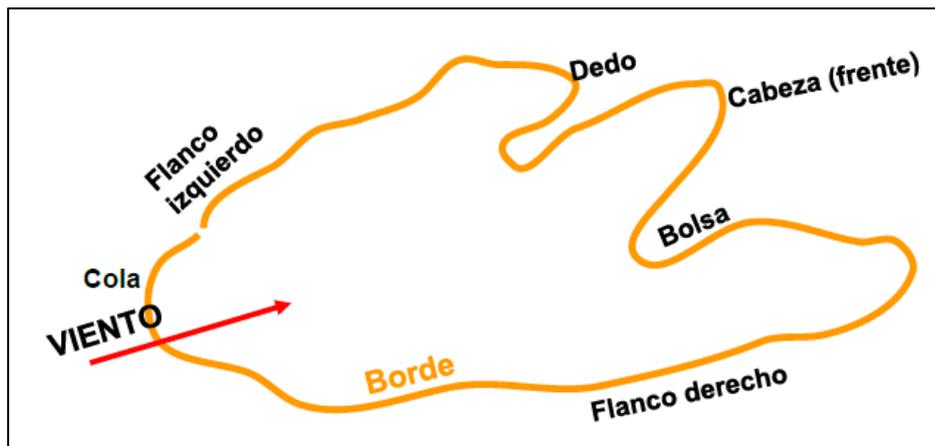
“Los combustibles verdes son aquellas plantas vivas con follaje, tales como; hierbas, arbustos y matas” (Navas y Haro, 2020, pág. 23).

2.2.4 Propagación del Fuego

Se refiere a la velocidad con la que se propaga el fuego en incendios forestales, difiere de un evento a otro y también en sus distintas fases, además, al momento de su propagación se obtiene diversas denominaciones, como el borde que se refiere al perímetro en llamas, la cabeza que es la parte del borde por donde avanza el fuego con mayor rapidez, la cola que es la parte en donde el fuego avanza en menor proporción y los flancos que son los contornos laterales (Ocampo y Beltran , 2018, págs. 1-20).

Ilustración 4

Propagación del Fuego



Fuente: (Rodríguez y Muñoz, 2020, p. 1-14)

2.2.4.1 Factores que Intervienen en la Propagación del Fuego

Los factores que intervienen en la propagación del fuego son los siguientes;

Combustibles forestales. - Son toda la materia vegetal que se encuentra en el ecosistema el cual está constituido por materiales leñosos, vivos, muertos y ligeros, posee la capacidad de encenderse al entrar en contacto con una fuente de calor, como resultado del proceso natural de caída de hojas, ramas y humus, aunque también intervienen la actividad antrópica (Haro, 2019, pág. 87).

Climatología. - Se refiere a las condiciones climáticas que intervienen en los incendios forestales, tales como; aire seco, vientos fuertes, tiempo inestable, sequía prolongada y temperaturas altas (Jimenez y Goyes, 2018, pág. 13).

Topografía. - Se refiere a la pendiente, la exposición, la altitud, el relieve cuya intervención se da por el aumento del calor de convección, temperatura y humedad, cañones, ollas y rampas collados (Martínez, 2019, p. 76).

2.2.4.2 Comportamiento del Fuego

No todos los incendios son iguales, puesto que existe una gran variabilidad en lo que respecta a su dificultad de control, sus implicaciones ecológicas y su peligrosidad. Según (González, 2019) menciona que, “cada incendio posee un comportamiento distinto, ya que evoluciona y progresa en un ambiente diverso, los cambios que se producen en el espacio y tiempo se deben a las variaciones en los diferentes componentes de su entorno de desarrollo” (p. 15).

Cabe mencionar que la parroquia de San Fe posee diferentes factores atmosféricos y topográficos, lo cual ocasionen que el fuego se comporte de una manera distinta, esto debido a la temperatura, la humedad, la dirección del viento, la configuración del terreno, la altitud y la pendiente.

2.2.5 Influencia de la Vegetación y lo Combustibles Forestales

La velocidad de la propagación del fuego se ve influenciada por las condiciones en las que se encuentra el combustible forestal, del mismo modo, la densidad de vegetación incide de manera significativa por unidad de superficie, ya que los efectos del calor llegan menos amortiguados y rápidamente cuanto mayor sea la proximidad de unas plantas a otras.

La vegetación como el pino, el romero, los enebros, madroño, brezos, y aulagas poseen un poder calorífico alto, lo cual hacen que el fuego se propague rápidamente, en cambio la vegetación como la lavanda, piñonero, encina, zarzas, esparto, acebuche alcornoque poseen un poder medio. Las especies arbóreas que mayor predominan en la provincia bolívar son; el sapan, tululo, samal, Yungay, aliso, pilche, pucuna, sauco, taglan, cashca etc (PDyOT, 2020, pág. 37)

2.2.5.1 Influencia de la Topografía del Terreno

La propagación de los incendios es ejercida por la configuración del terreno, por lo general los montes presentan un irregular relieve con pendientes muy marcadas y pronunciadas. Según (Balseca, 2019) manifiesta que, “en los terrenos no llanos la forma elíptica es la que se propaga en los primeros momentos de un incendio, en la cual el eje mayor continua la línea de máxima pendiente, en caso de que exista viento la dirección de avance se modifica de acuerdo a su mayor o menor intensidad (p. 77).

Ilustración 5

Influencia de la Topografía del Terreno



Fuente: (Rodríguez y Muñoz, 2020, p. 1-14)

5.2.5.2 Influencia de la Climatología

Según (Muñoz y Andrade, 2021) mencionan que, la activación del viento se manifiesta en tres formas distintas:

Aportando oxígeno, aproximando las llamas a los árboles que aún no arden y desplazando chispas y pavesas a zonas del monte aun no incendiadas, por lo tanto, el fuego se propaga más deprisa cuanto más fuerte es el viento, el combustible se seca rápidamente debido a aire seco y las altas temperaturas, lo cual favorecen la ignición y activando posteriormente la combustión (p. 47)

Básicamente, las condiciones climatológicas que inducen la propagación de un incendio son los siguientes; temperaturas secas, vientos fuertes, tiempo inestable, temperaturas altas, y sequía prolongada. El fuego se expande rápido debido al viento lo cual desprende más calor, así mismo el viento lleva chispas y brasas que ocasionan focos secundarios, el aire caliente absorbe más humedad, seca y precalienta los combustibles, por su parte la sequía de manera prolongada hace que los combustibles pesados se sequen y por consiguiente tienden arder más fácilmente.

2.2.6 Tipos de Humo

De acuerdo a (Castillo y Ojeda , 2019) mencionan que, los tipos de humos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Tabla 1

Tipos de Humos

Según su color	Blanco: Por lo general, se refiere a la quema de combustibles ligeros, tales como; pastizales, cereales, entre otros.
	Negro: Se refiere a la quema de mucho combustible, en la cual no existe suficiente oxígeno para consumir dicho combustible.
	Amarillento: Al momento que el fuego afecta a especies resinosa adquiere ese tipo de tonalidad.
	Gris claro: Son las quemas de combustibles de tipo medio, ya sea matorrales de tamaño mediano o pequeño.
Según su textura	Gris oscuro: Afecta a combustibles pesados como los arbolados y matorrales grandes
	Densa: Se caracteriza por emanar humo espeso en la cual indica una gran cantidad de combustible en lugares cuya combustión es intensa.
	Ligera: Son livianos y de poca densidad, en la cual el humo se encuentra disperso y en pocas cantidades.

Según su forma	<p>Tumbado: Cuando se produce un viento en la zona.</p> <p>Columna dispersa: Cuando existe una condición de estabilidad en la atmósfera.</p> <p>Recta: Existe una inestabilidad atmosférica y ausencia de viento.</p>
----------------	---

Según su grado de desarrollo	<p>Columna de convección tridimensional de aspecto sólido y bien desarrollado: Ocurre en situaciones de inestabilidad.</p> <p>Columna de convección bidimensional: Indica una situación de estabilidad a través de una columna difuminada.</p>
------------------------------	--

Fuente: (Castillo y Ojeda , 2019, p. 1-20).

2.2.8 Análisis de Riesgos de Incendios Forestales

Es importante tomar decisiones enfocadas en la reducción de riesgos de incendios forestales, incorporando el riesgo potencial del mismo en todas sus fases, con la finalidad de determinar las prioridades de defensa y acordes al plan de desarrollo local del cantón.

Para evaluar los riesgos de incendios forestales se utilizará la metodología de análisis de riesgos TRES©, elaborado por (Sánchez, 2018) en la cual establece los factores de peligros y consecuencias con parámetros especiales en la que se determina la probabilidad de incremento o decremento del riesgo.

Además, para obtener el riesgo estadístico de incendio se debe calcular la probabilidad de inicio y la propagación de incendio, esta a su vez establece el índice de frecuencia, causalidad y gravedad, cada una con sus respectivas interpretaciones y ponderaciones que se especificaran de manera detallada en el capítulo del marco metodológico, del mismo modo, para la propagación se toma en consideración la topografía, la vegetación y la climatología (Sánchez, 2018, págs. 49-87).

2.2.9 Quemas Agrícolas

“Las quemas agrícolas se consideran un factor de liberación de elementos tóxicos altamente nocivos para el ecosistema, en la cual producen calor e incrementan la temperatura ambiente” (Zambrano, 2017, pág. 35). Cabe mencionar que, las emisiones que provoca la quema agrícola pueden viajar varios kilómetros por la acción del viento, lo cual puede afectar de manera considerable las cosechas de los lugares aledaños.

Tradicionalmente, las quemas se han aplicado para el desmonte con fines agrícolas y de colonización, así como para revitalizar los pastos forrajeros en pasturas, sin embargo, existe muy poca experiencia por parte de los agricultores para realizar quemas controladas, ya que se efectúan prácticas inadecuadas lo cual conlleva a provocar incendios forestales. Además, esto limita el control de la vegetación y el estímulo de la regeneración de árboles endémicos de la zona (Suarez y García, 2018, p. 34).

2.2.9.1 Tipos de Quemas Agrícolas

De acuerdo a (United State Department of Agriculture , 2017) mencionan que, existen cuatro tipos de quemas controladas, estas son:

Quemas de retroceso. - Se desplazan lentamente e inician en la sección de sotavento de la parcela desplazándose en contra de la dirección del viento, estas producen una combustión más completa de la materia orgánica que otras prácticas de quemas, por lo general son quemas limitadas debido a que la materia de combustible se encuentra contigua a la velocidad y a la dirección del viento.

Quemas de avance. - Se desplazan rápidamente en dirección del viento, sin embargo, no siempre resultan en una combustión completa y se inician en una serie de líneas denominadas fajas de quemas de avance, el cual ofrece un mayor control.

Quemas laterales. - Se desplazan paralelamente al viento y en forma perpendicular, se utiliza para asegurar los flancos de una faja de

quema de retroceso o avance, soportan poca variación de la dirección del viento, por ende, necesitan comprender ampliamente el comportamiento del viento.

Quemas circulares. - Se utiliza para eliminar o reducir los restos leñosos para el plantío o siembra, la línea de control de sotavento, las condiciones climáticas no son importantes para las quemas circulares, se pueden usar con vientos leves o variables, no obstante, este tipo de quemas origina una columna de convección intensa. (p. 7-11).

2.2.9.2 Beneficios y Riesgos de las Quemas Controladas

Las quemas agrícolas tienen sus riesgos y beneficios, estos son:

Tabla 2

Beneficios y Riesgos de las Quemas Controladas

Riesgos	Beneficios
Si no se aplican adecuadamente, pueden resultar costosa, lo cual pueden provocar incendios forestales.	Pueden resultar útiles para eliminar los residuos del aprovechamiento, los cuales pueden inhibir la regeneración.
Pueden promover el crecimiento de malezas, tales como bejucos, etc.	Aumentan la mineralización de nutrimento.
El suelo puede ser erosionado si existe una pérdida de residuos o de cobertura vegetal.	Su aplicación tiene un bajo costo en áreas extensas.
Pueden limitar la generación de ciertos árboles tolerantes a la sombra y sensibles al fuego.	Promueven la generación de especies heliófitas.
Los suelos pueden dañarse si las quemas son intensas, destruyendo a su vez los bancos de semillas y fauna edáfica.	Eliminan las especies vegetales que compiten con la regeneración de árboles comerciales.

Fuente: (Kennard y Fredericksen, 2019, p. 3).

2.2.9.3 Costos de las Quemadas

A pesar que las quemadas controladas resultan económicas que otros tratamientos, el costo económico de su implementación no es insignificante. Según (Trejo y Muñoz, 2018) menciona que, “se requieren herramientas básicas como palos, rastrillo, hachas, para la preparación y aplicación del fuego, la mano de obra es generalmente más costosa que los materiales, además de los costos adicionales del combustible para transportar y alimentar el fuego” (p. 5), en este sentido, las quemadas controladas solo se pueden usar con éxito en lugares donde la materia seca combustible sea abundante.

2.2.10 Medidas de Reducción de Riesgos ante Incendios Forestales

Es importante aplicar medidas de reducción de riesgos para evitar los incendios forestales, cabe mencionar que la problemática existente en la parroquia de Santa Fe, son las quemadas agrícolas, es por ello que es necesario implementar medidas de prevención enfocadas en las quemadas controladas.

Para ello se debe considerar las condiciones para la realización de las quemadas, estas incluyen la precipitación y humedad relativa, lo cual es factible realizar la quema después de una semana o más de lluvia, cuya humedad debe fluctuar entre 30% y 60%. La velocidad del viento también es otro factor a tener en cuenta, este debe ser constante para controlar el comportamiento del fuego con una velocidad entre 5 y 15 km/h (Díaz, 2018, p. 36).

También es importante realizar una inspección previa a la quema, el cual debe incluir la revisión de barreras cortafuegos, áreas de inflamabilidad cerca de las líneas de fuego, garantizar la disponibilidad del agua, mantener una cisterna grande o varios turriles de 200 litros en una zona central. Para el inicio de las quemadas es recomendable utilizar un combustible lanza llamas en partes iguales de kerosén u diésel en proporción 75:25.

Para la finalización de las quemadas se debe despachar a las cuadrillas hacia la línea de fuego para vigilar el desplazamiento del mismo, extinguir las brasas que caigan más allá de los rompe fuegos y en caso de emergencia se deberá alertar a los otros trabajadores. Se debe estar pendiente en caso de se produzcan ráfagas

súbitas o cambios en la dirección del viento, finalmente, se debe efectuar un inventario post- quema para determinar si se cumplieron los objetivos, estos ayudarán a mejorar los métodos de quemas futuras (Martínez y Lozada , 2019, p. 67).

2.3 MARCO LEGAL

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Capítulo X.- De la protección forestal

Art. 57.- EL Ministerio del Ambiente se encargará de controlar y prevenir los incendios forestales, enfermedades, plagas y riesgos en general que puedan afectar la vegetación y bosques.

Art. 58.- El Ministerio del Ambiente deberá efectuar campañas educativas para combatir y prevenir los incendios forestales, a través de conferencias en centros educativos e instituciones públicas.

Art. 59.- Los propietarios de los bosques, de aprovechamiento forestal y en general los tendedores de bosques deben adoptar medidas para controlar y prevenir los incendios y perjuicios a los recursos forestales.

Art. 60.- El seguro forestal contra riesgos de incendios debe ser incluido en el seguro agropecuario, estas pueden acogerse personas jurídicas o naturales de bosques cultivados.

Título IV, de las Infracciones a la presente Ley y su Juzgamiento

Capítulo I, de las infracciones y penas

Art. 78.- La tala, quema o acción destructiva que se realice en zonas de vegetación escasa o ecosistemas lesionados ocasionando erosión, se sancionará con una multa equivalente al cien por ciento del valor de restauración de la zona destruida o talada.

Art. 79.- Las personas que provoquen incendios de bosques o vegetación protectora, causando daños en la misma, será multado con diez salarios mínimos vitales generales.

Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios

Norma de Protección contra Incendios en Bosques y Malezas

Art. 329.- Las personas naturales o jurídicas, instituciones públicas o privadas que pertenezcan a predios boscosos o áreas arboladas, deberán implementar medidas de prevención contra incendios forestales y evitar riesgos de exposición, en caso de no cumplirlas serán sancionadas de acuerdo a lo que estipula la legislación nacional.

Código Orgánico Integral Penal (COIP)

Art. 246.- Incendios Forestales y de Vegetación. - Toda persona que provoque de manera directa e indirectamente incendios forestales de vegetación endémica, será sancionada con la pena de libertad de 1 a 3 años. Respecto a las quemas agrícolas si se vuelven incontrolables y provoquen incendios forestales, la persona será sancionada por delito culposo con tres a seis meses con pena privativa de libertad.

Código Orgánico del Ambiente

Art. 94.- Conservación de la Cobertura Vegetal. - Las áreas de Patrimonio Forestal Nacional tales como bosques naturales o ecosistemas frágiles no deben ser aptas para el uso agropecuario, con la finalidad de evitar la degradación y deforestación de lugares endémicos de las zonas forestales.

Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025

Art. 9.- El estado se encargará de garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgo, por lo tanto, se debe fortalecer la gestión de riesgos a través de la identificación de amenazas que puedan poner en peligro el territorio nacional, por lo cual es necesario promover la difusión de información pertinente y coordinar las acciones oportunas con la finalidad de prevenir, disminuir y responder de manera eficiente los riesgos presentes.

Art. 9.3.- Se debe impulsar la reducción de riesgos de desastres y atención oportuna a emergencias ante eventos antrópicos o naturales en todo el territorio ecuatoriano, así como la rehabilitación social desde la prevención, control, disuasión y respuesta en situaciones de crisis.

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Ignición. - Se define como el efecto o acción de iniciarse una combustión (Hansen, 2018, p. 33).

Índice de causalidad. - Es el riesgo de que se produzca un incendio de dimensiones determinadas intervenido por el tipo de causa que lo origina (Medina, 2019, p. 45)

Índice de frecuencia. - Se refiere a la frecuencia media anual de incendios en un ámbito geográfico, es decir es la probabilidad de que ocurra un incendio (López, 2018, p. 34).

Índice de gravedad. - Se refiere al porcentaje anual de la superficie quemada respecto a la superficie forestal total (Saravia, 2017, p. 76).

Índice de peligrosidad de combustibles. - A cada vegetación le corresponde una inflamabilidad que varía en función del tipo y cantidad de biomasa (Muñoz y Triviño, 2017, p. 11).

Índice de peligrosidad de la fisiografía. – Indicador que se refiere al grado de la pendiente (Solano, 2019, p. 43).

Índice de propagación. - Indicador cuali-cuantitativo de la velocidad de propagación pronosticada para el fuego en determinado tipo de combustible, pendiente y condiciones meteorológicas (Moreno y Flores , 2020, p. 97).

Combustible. - Es aquel que implica todo material orgánico vegetal, muerto o vivo, superficial, subterráneo o aéreo, en la cual se requiere una fuente de ignición para que empiece a encenderse (Castillo y Arellano, 2019, p. 75).

Combustión. - Se define como la reacción química entre un material oxidable y oxígeno asistido de desprendimiento de energía que por lo general se manifiesta a través de una llama (Garnica, 2021, p. 29).

Flanco. - Es el sector perímetro del fuego paralelo a la dirección principal de propagación, para definir su izquierda o derecha el observador debe imaginar el incendio desde la cola (Sepúlveda, 2020, pág. 21).

Foco. - Se define como el fuego inicial cuyas áreas afectadas son de dimensiones escasas, próximas al punto de ignición. También se caracteriza por ser el sector de un incendio que arde con mayor intensidad que el resto (Flores, 2020, p. 65).

Fuego. - Conjunto de moléculas o partículas incandescentes de materia combustible, tiene la capacidad de emitir luz visible y calor que se originan por la reacción química de oxidación acelerada (Haro, 2019, p. 11).

Humo.- Es la mezcla de gases visibles ocasionada por la combustión de una sustancia, el cual está compuesta de carbono arrastrando partículas en suspensión (Heredia y Gómez , 2018, p. 64).

Manejo del fuego. - Son actividades en la cual intervienen la predicción de la ocurrencia del fuego, uso y efectos del mismo, además de la toma de decisiones oportunas de acuerdo a cada caso y según los objetivos planteados (Rubio, 2018, p. 13).

Prevención. - Es el conjunto de actividades que tienen como finalidad mitigar el peligro de incendios enfocadas en educación pública, legislación, manejo de combustibles, entre otras (Haro, 2018, p. 34)

Quema controlada. - Es la técnica de encendido que se realiza bajo condiciones que permitan suponer que el fuego se mantenga dentro de un área acotada (Villanueva, 2020, p. 74).

Sofocar. - Es la acción de apagar el fuego para limitar la previsión de oxígeno (Gómez y Jiménez, 2019, p. 45).

2.5 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Las prácticas de quemas agrícolas inciden en los incendios forestales en la parroquia rural de Santa Fe, Provincia Bolívar, periodo noviembre 2022- marzo 2023

2.6 SISTEMA DE VARIABLES

Variable Dependiente

Incendio forestal. - Para realizar un análisis de incendios forestales, es necesario considerar el análisis de riesgo estadístico, el análisis de peligrosidad y la confección del mapa de riesgo, para ello se utilizan indicadores como el índice de frecuencia, la causalidad, su gravedad, además del índice de peligrosidad de la fisiografía y peligrosidad climática (Mistry, 2018, p. 172-179).

Variable Independiente

Quema agrícola. - Se producen por el manejo y uso inadecuado del mismo, en la cual influyen de manera notable las técnicas, prácticas, el tipo de combustible, la propagación del fuego, las condiciones climáticas y las capacitaciones que los agricultores hayan recibido para efectuar quemas controladas (Zambrano, 2017, p. 35).

2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Operacionalización de la Variable Dependiente

Incendio forestal						
Concepto	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Ítems	Escala	Rango
Para realizar un análisis de incendios forestales, es necesario considerar el análisis de riesgo estadístico, el análisis de peligrosidad y la confección del mapa de riesgo, para ello se utilizan indicadores como el índice de frecuencia, la causalidad, su gravedad, además del índice de peligrosidad de la fisiografía y peligrosidad climática(Mistry,	Análisis de riesgo estadístico	Índice frecuencia Índice de causalidad Índice de gravedad	Matriz de análisis de riesgo TRES©	-Número de años usados -Número de incendios en cada año de la serie referido al número de hectáreas consumidas -superficie forestal quemado en el periodo -Superficie forestal total Coeficiente de peligrosidad específica de cada causa.	Extremo Alto Medio Bajo	>6 4-5,99 0,3-3,99 <2
	Análisis de peligrosidad	Índice de peligrosidad de los combustibles		-Pasto fino, seco y bajo que recubre completamente el suelo. -Matorral o arbolado muy joven y denso. -Matorrales de especies muy inflamables con altura de menos de dos	Bajo Medio Alto	1 2 3

2018)	Confección del mapa del riesgo	Índice de peligrosidad de la fisiografía		metros.	Extremo	4
				-Bosque claro o aclarado con restos ligeros.	Bajo	1
				1-10 grados	Medio	2
				11 a 20 grados	Alto	3
		Índice de peligrosidad climática		20 a 34 grados	Extremo	4
				>35 grados	Bajo	1
				Húmedos y cálidos	Medio	2
				Húmedos y moderadamente cálidos	Alto	3
		Intersección del índice de riesgo estadístico y el índice de peligrosidad del medio.		Bosques secos	Extremo	4
				Matorrales secos	Extremo	>6
					Alto	4-5,99
					Medio	0,3-3,99
		Bajo	<2			

Nota. Operacionalización de la variable dependiente; elaborado por: (Castillo y León, 2023).

Tabla 4

Operacionalización de la Variable Independiente

Quema agrícola					
Concepto	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Ítems	Escala
Las quemas agrícolas se producen por el manejo y uso inadecuado del mismo, en la cual influyen de manera notable las técnicas, prácticas, el tipo de combustible, la propagación del fuego, las condiciones climáticas y las capacitaciones que los agricultores hayan recibido para efectuar quemas controladas (Zambrano, 2017, pág. 35).	Manejo y uso de quemas agrícolas	Técnicas, prácticas, tipos de combustibles, propagación del fuego, condiciones climáticas, capacitaciones.	Encuestas: Según la forma de investigación; cuantitativa	<p>¿Con qué frecuencia ha tenido dificultades para controlar el fuego durante una quema agrícola?</p> <p>¿Considera usted que las técnicas inadecuadas para realizar las quemas agrícolas han incidido en ocurrencia de incendios forestales?</p> <p>¿Antes de encender el fuego realiza una quema de prueba?</p> <p>¿Qué tipo de combustible utiliza para la quema agrícola?</p> <p>¿Para iniciar una quema agrícola toma en consideración, la topografía, las condiciones meteorológicas y la velocidad del viento?</p> <p>¿Una vez que las condiciones son aptas para la quema, realiza una inspección previa para la realización de la misma?</p> <p>¿Ha recibido capacitaciones para realizar</p>	<p>Tipo Likert</p> <p>-Siempre -Casi siempre -A veces -Nunca</p>

				quemadas controladas? ¿Cree usted que las autoridades locales competentes, han impulsado de manera satisfactoria campañas para prevenir los incendios forestales?	
--	--	--	--	--	--

Nota. Operacionalización de la variable dependiente; elaborado por: (Castillo y León, 2023).

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Según el Nivel de Medición y Análisis de Información

Investigación cuali- cuantitativa. - Permitió definir el índice de incendios forestales suscitados en la parroquia de Santa Fe, para posteriormente tomar decisiones enfocadas en la reducción de riesgos ante dicho evento.

Investigación exploratoria. - Posee un nivel exploratorio, ya que no se han realizado estudios previos utilizando la metodología de análisis de riesgo TRES©, por lo tanto, se lleva a cabo para comprender de mejor manera la problemática existente.

3.1.1 Según la Fuente de Información

Investigación de campo. - Se realizó una investigación de campo para diagnosticar la situación actual de los incendios forestales, además permitió conocer el criterio de las personas respecto a las técnicas y prácticas utilizadas para realizar las quemas agrícolas.

Investigación documental o bibliográfica. - Permitió recopilar y revisar información existente respecto a los incendios forestales suscitados en la parroquia, cuyos documentos fueron facilitados por la SNDGR, Cuerpo de Bomberos de Guaranda, Unidad de Gestión de Riesgos del Municipio de Guaranda, además, para establecer las medidas de reducción de riesgos se revisó información a través de revistas científicas (SciELO, Scopus y Google Académico).

3.2 DISEÑO

Se utilizó un diseño de investigación descriptiva, el cual permitió describir y recopilar datos cuantificables que fueron analizados estadísticamente sobre los incendios ocurridos en la parroquia. Para ello, se utilizó el método de análisis de riesgo TRES© elaborado por (Sánchez, 2018), dicha metodología se conformó de la siguiente manera:

Índice de incendios forestales: Se tomó en consideración tres indicadores; índice de frecuencia, índice de causalidad e índice de gravedad.

Análisis de riesgo estadístico de incendios forestales: Se basó en los datos de una serie histórica que representa la probabilidad de producirse un incendio forestal, su gravedad relativa en término de superficie y la peligrosidad específica de la causa que la origina, surge de los tres índices de la propagación de incendios, es decir; frecuencia, gravedad y causalidad.

Análisis de peligrosidad: Es el resultado de la integración de tres variables, estas son;

Índice de peligrosidad de los combustibles. - Se realiza en función del tipo de biomasa y su distribución espacial, el cual le corresponde a cada tipo de vegetación una inflamabilidad determinada.

Índice de peligrosidad de la fisiografía. - Se refiere a la pendiente existente en el lugar, una herramienta para establecer este aspecto es el modelo digital de pendiente.

Índice de peligrosidad climática:- Se adaptó del modelo de clasificación bioclimática de (Walter, 1977, p. 54), de acuerdo a las características climáticas de la parroquia de Santa Fe, se distribuyeron en matorrales secos, húmedos y moderadamente cálidos, bosques secos y matorrales secos.

Confeción del mapa de riesgo: Surge mediante la intersección del índice de riesgo estadístico e índice de peligrosidad del medio, determinando el riesgo potencial que se obtiene como producto de ambos índices.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo al (INEC, 2010) en la parroquia de Santa Fe habitan 1.768 personas, esto a su vez permitió obtener el universo para el cálculo de muestra.

3.3.1 Muestra

Se aplicó una muestra aleatoria simple a través de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{Z^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde;

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de población

Z= Nivel de confianza de 1.96

e= Margen de error del 5%

p= 50%

q= 50%

$$n= 316$$

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó encuestas dirigidas a la población en estudio de la parroquia San Fe, de esta manera se pudo diagnosticar las técnicas y prácticas que utilizan para realizar las quemas agrícolas, además de a capacitación que han recibido para efectuar quemas controladas, y los efectos que generan sobre la biodiversidad del sector.

Para definir el índice de incendios forestales se aplicó el índice de frecuencia a través de la siguiente fórmula:

$$F_{IF} = \frac{1}{a} \sum_1^a n_i$$

Fuente: Adaptado de la metodología de (Copete et Al, 2007)

Donde:

F_{IF}= Frecuencia de incendios

a= Número de años usado

n_i= Número de incendios en cada año de la serie referido al número de hectáreas consumidas.

La ponderación se interpreta a través de los siguientes valores:

Tabla 5

Clasificación del Índice de Frecuencia

Clasificación del índice de frecuencia		
Valor	Categoría	Rango
1	Extremo	>6
2	Alto	4-5,99
3	Medio	0,3- 3,99
4	Bajo	<0,2

Fuente: (Adaptado de: Sánchez, 2018)

Para el índice de gravedad de incendios se aplicó la siguiente fórmula:

$$I_g = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{SFQ}{a.SFT} \times 100$$

Fuente: Adaptado de la metodología de (Copete et Al, 2007)

Donde:

I_g = Índice de gravedad

a = número de años de la serie

S_{FG} = Superficie forestal quemado en el periodo

S_{FT} = Superficie forestal total

Para el índice de causalidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{\sum_1^{nc} C_{xn}ic}{ni}$$

Fuente: Adaptado de la metodología de (Copete et Al, 2007)

Donde:

C_i = Índice de causalidad

a = Número de años de a serie de datos usada

c = Coeficiente de peligrosidad específica para cada causa

n_c = Número de causas consideradas

n_{ic} = Número de incendios de cada causa en cada año

n_{ic} = Número de incendio cada año

Para realizar al análisis de riesgo estadístico de incendios forestales se tomó en consideración la intersección de los tres índices calculados (frecuencia, gravedad, causalidad), la cual se efectúa mediante la siguiente expresión:

$$RE = F_i \times I_g \times C_i$$

Fuente: Adaptado de la metodología de (Copete et Al, 2007)

Donde:

RE = Riesgo estadístico de incendios

F_i = Índice de frecuencia

I_g = Índice de gravedad

C_i = Índice de causalidad

Para el análisis de peligrosidad se tomó en consideración la integración de las siguientes variables; índice de peligrosidad de los combustibles, índice de peligrosidad de la fisiografía e índice de peligrosidad climática, se establece a través de la siguiente fórmula:

$$PM = PCB \times PF \times PCL$$

Fuente: Adaptado de la metodología de (Copete et Al, 2007)

Donde;

PM = Índice de peligrosidad del medio

PCB = Índice de peligrosidad de los combustibles

PF = Índice de peligrosidad de la fisiografía

PCL = Índice de peligrosidad climática

Tabla 6

Índice de peligrosidad de los combustibles

Categoría	Descripción	Valor
Bajo	Pasto fino, seco y bajo que recubre completamente el suelo	1
Medio	Matorral o arbolado muy joven muy denso de unos metros de altura	2
Alto	Matorrales de especies muy inflamables con altura de menos de dos metros.	3
Extremo	Bosque claro o aclarado con restos ligeros	4

Fuente: (Adaptado de: Sánchez, 2018)

Tabla 7

Índice de peligrosidad de la fisiografía

Pendiente	Valor
1-10 grados	1
11 a 20 grados	2
20 a 34 grados	3
> 35 grados	4

Fuente: (Adaptado de: Sánchez, 2018)

Tabla 8

Índice de peligrosidad climática

Clima	Valor
Húmedos y cálidos	1
Húmedos y moderadamente cálidos	2
Bosques secos	3
Matorrales secos	4

Fuente: (Adaptado de: Sánchez, 2018)

Para la confección del mapa de riesgo se determina a través de la intersección del índice de riesgo estadístico y el índice de peligrosidad del medio, lo cual da como resultado el riesgo potencial de incendios, de tal manera que dicho riesgo se obtiene como producto de ambos índices a través de la siguiente fórmula:

$$RP= RE \times PM$$

Fuente: Adaptado de la metodología de (Copete et Al, 2007)

Donde;

RP= Riesgo potencial

RE= Riesgo Estadístico

PM= Índice de peligrosidad del medio

3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Dentro de los resultados del objetivo 1 se diagnosticó la situación actual de los incendios forestales, para ello fue necesario aplicar encuestas cuantitativas de tipo Likert que fueron dirigidos a la población en estudio, además de aplicar métodos de investigación bibliográfica y de campo para la obtención de la información, que posteriormente fue procesada y analizada en el programa de Microsoft Excel.

Para los resultados del objetivo 2 se definió el índice de incendios forestales, para ello se aplicó un diseño de investigación descriptiva, a través del método de análisis de riesgo TRES©, cuyos cálculos se los realizó en el programa de Microsoft Excel y se elaboró un mapa de riesgo a través del software ArcGis versión 10.1.

Para los resultados del objetivo 3 se propuso medidas de reducción de riegos ante incendios forestales, para ello se aplicó el método de investigación bibliográfica, en la cual se revisó información a través de revistas científicas (Scielo, Scopus y Google Académico), para fundamentar y sustentar de manera técnica las estrategias planteadas.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 RESULTADOS DEL OBJETIVO 1: Diagnosticar la situación actual de los incendios forestales para reducir su incidencia mediante relevo de datos en la parroquia Santa Fe, periodo 2022.

Para diagnosticar la situación actual se aplicó encuestas a la población, de esta manera se pudo conocer el manejo y las prácticas que utilizan los moradores del sector para efectuar las quemas agrícolas, esto permitió determinar el tipo de vegetación que utilizan para las quemas, la frecuencia con la que realizan, las técnicas, el tipo de combustible, los factores que consideran durante el proceso de quema, las condiciones, las capacitaciones recibidas y la intervención de autoridades competentes para evitar los incendios forestales.

La aplicación de encuestas tuvo como finalidad conocer el uso y manejo que efectúan los moradores del sector para las quemas agrícolas, de esta manera se estableció medidas de mitigación para efectuar quemas controladas y disminuir los incendios forestales.

La parroquia de Santa Fe se encuentra situada sobre la terminal de una ramificación de la cordillera de Chimbo a 2.866 msnm, al sur oeste de la ciudad de Guaranda y a una distancia de 6 km. La parroquia se caracteriza por presentar topografías y relieves muy irregulares con pendientes pronunciadas, además el tipo de vegetación que predomina en la zona son las hierbas, hojas, ramillas y helechos, lo cual influyen para la generación de incendios forestales, sumado a esto la intervención antrópica, a continuación, se detalla las encuestas realizadas a la población en estudio.

Tabla 9

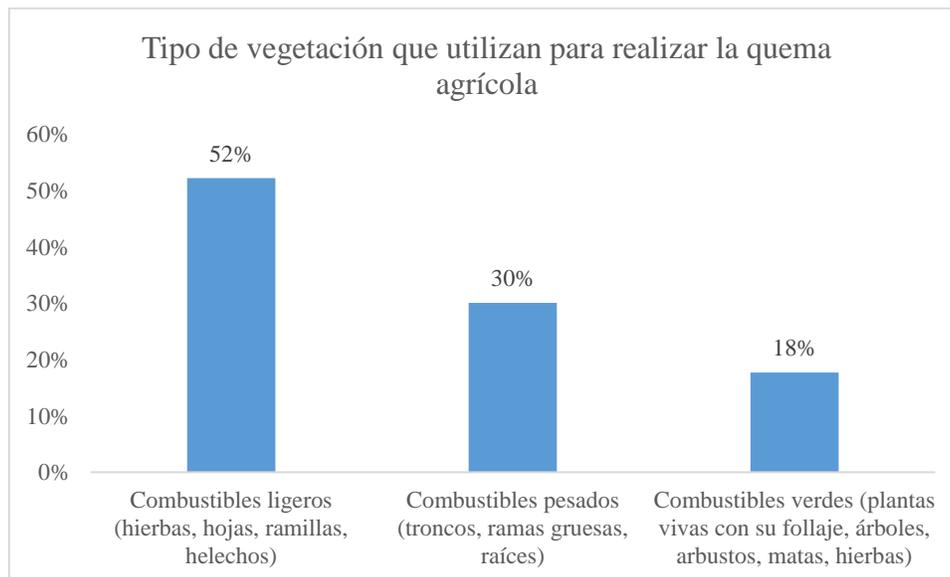
¿Qué tipo de vegetación es la que más utiliza para realizar las quemas agrícolas?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Combustibles ligeros (hierbas, hojas, ramillas, helechos)	165	52
Combustibles pesados (troncos, ramas gruesas, raíces)	95	30
Combustibles verdes (plantas vivas con su follaje, árboles, arbustos, matas, hierbas)	56	18
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 1

¿Qué tipo de vegetación es la que más utiliza para realizar las quemas agrícolas?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 1 se muestran los porcentajes obtenidos respecto al tipo de vegetación que utilizan en las quemas agrícolas, los combustibles ligeros predominan con el 52%, seguido de los combustibles pesados con el 30% y

combustibles verdes con el 18%. Los combustibles ligeros son los que más utilizan las personas para realizar las quemas, sin embargo, dicha vegetación se inflama con mayor facilidad debido a su composición (hojas, helechos, ramillas, líquenes), por lo tanto, se consumen rápidamente e influyen de manera notable en la propagación de los incendios forestales.

Tabla 10

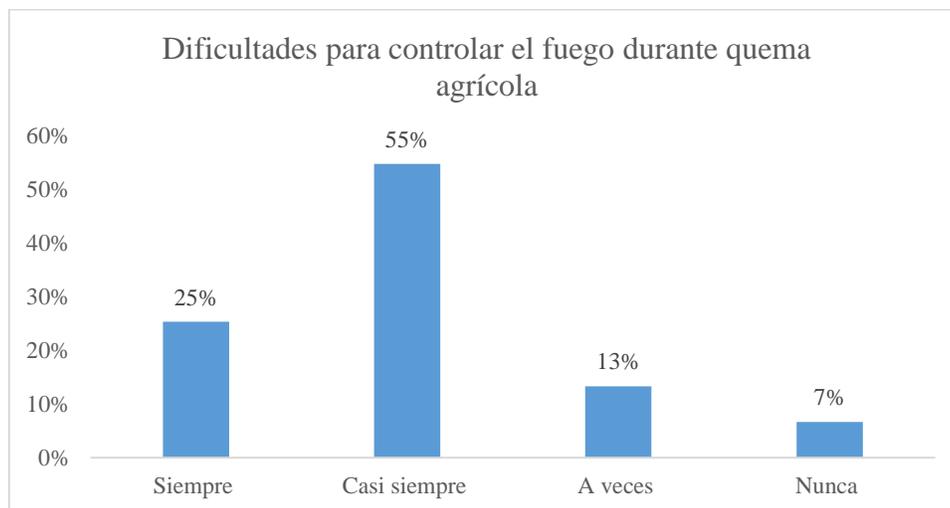
¿Con qué frecuencia ha tenido dificultades para controlar el fuego durante una quema agrícola?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	80	25
Casi siempre	173	55
A veces	42	13
Nunca	21	7
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 2

¿Con qué frecuencia ha tenido dificultades para controlar el fuego durante una quema agrícola?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 2 se indican los porcentajes obtenidos respecto a las dificultades para controlar el fuego durante la quema agrícola, la opción casi siempre predomina con el 55%, seguido de la opción siempre con el 25%, a veces con el 13% y nunca con el 7%. La mayoría de personas presentan problemas para controlar el fuego, esto debe a que no toman en consideración varios factores como las condiciones hidrometeorológicas, el tipo de vegetación que están quemando, el tipo de combustible para su ignición, la dirección del viento y la topografía.

Tabla 11

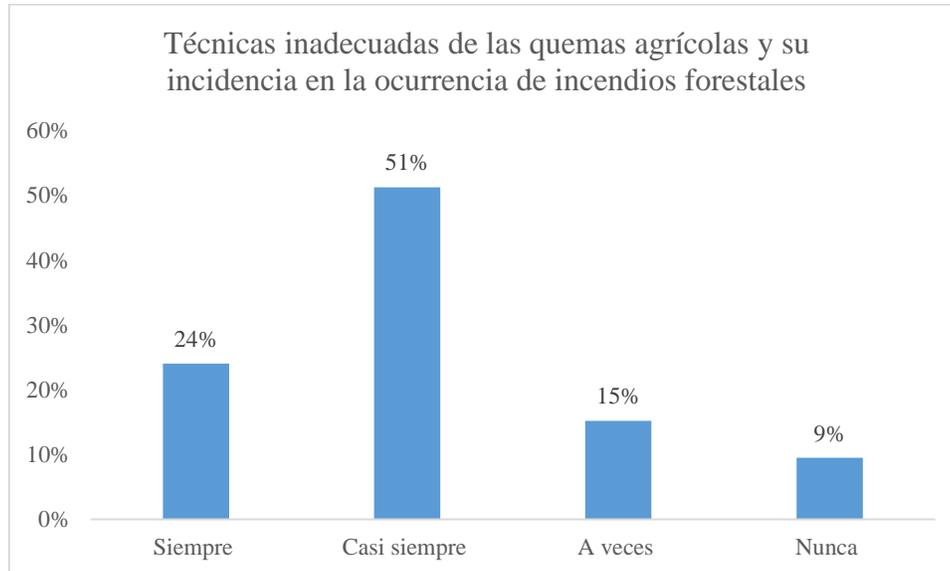
¿Considera usted que las técnicas inadecuadas para realizar las quemas agrícolas han incidido en la ocurrencia de incendios forestales?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	76	24
Casi siempre	162	51
A veces	48	15
Nunca	30	9
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 3

¿Considera usted que las técnicas inadecuadas para realizar las quemas agrícolas han incidido en la ocurrencia de incendios forestales?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 3 se muestran los porcentajes obtenidos sobre las técnicas inadecuadas de las quemas agrícolas y su incidencia en la ocurrencia de los incendios forestales, la opción casi siempre posee un 51%, seguido de la opción siempre con el 24%, a veces con el 15% y nunca con el 9%. Por lo general, los agricultores realizan quemas de forma tradicional, sin considerar los efectos negativos que puede inducir la misma, esto se ve reflejado en los datos estadísticos de los incendios forestales suscitados en la parroquia, provocados especialmente por la negligencia de los agricultores.

Tabla 12

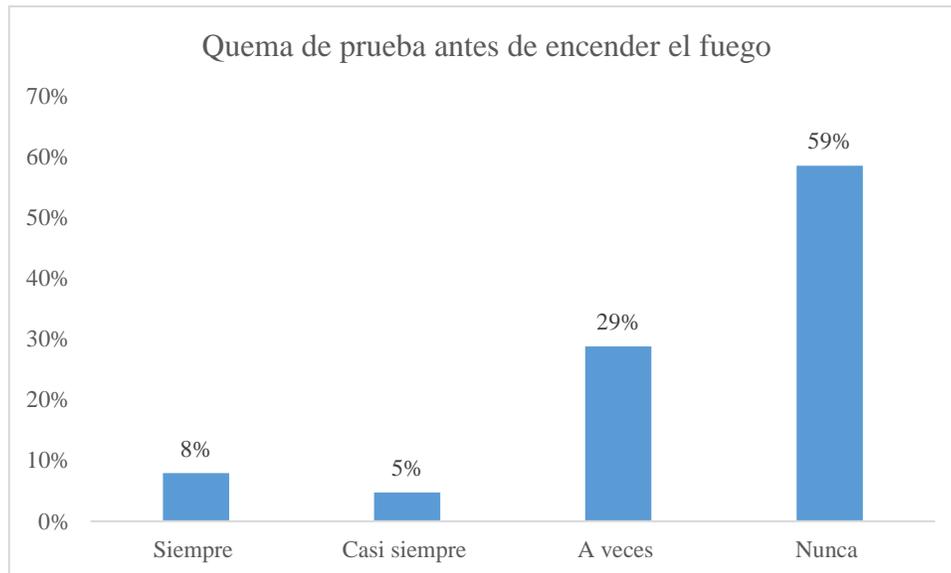
¿Antes de encender el fuego realiza una quema de prueba?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	25	8
Casi siempre	15	5
A veces	91	29
Nunca	185	59
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 4

¿Antes de encender el fuego realiza una quema de prueba?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 4 se muestran los porcentajes obtenidos respecto a la quema de prueba antes de encender el fuego, la opción nunca predomina con el 59%, seguido de la opción a veces con el 29%, la opción siempre con el 8% y la opción casi siempre con el 5%. Por lo general, las quemas se efectúan sin una prueba inicial, lo cual es fundamental para empezar una quema agrícola, en la cual se debe revisar las barreras corta fuegos, áreas de alta inflamabilidad cerca de las líneas del

fuego, garantizar la disponibilidad del agua, utilizar combustibles adecuados como butano, propano, para evitar que el fuego no se propague fácilmente y de esta manera evitar una contaminación ambiental.

Tabla 13

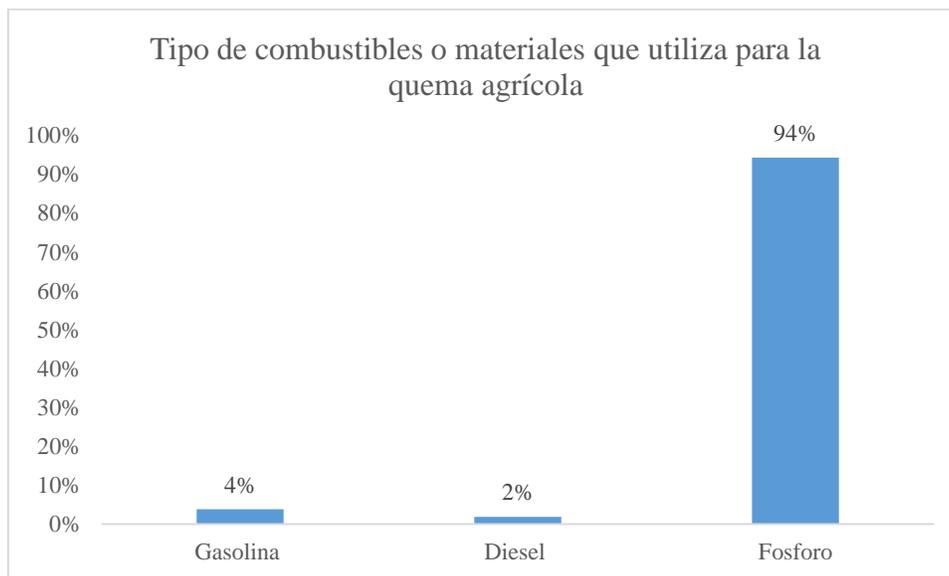
¿Qué tipo de combustible o materiales utiliza para la quema agrícola?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Gasolina	12	4
Diésel	6	2
Fósforo	298	94
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 5

¿Qué tipo de combustible utiliza para la quema agrícola?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 5 se indican los porcentajes obtenidos sobre el tipo de combustible que utilizan para la quema agrícola, el fósforo predomina con el 94%, seguido de la gasolina con el 4% y el diésel con el 2%. La mayoría de personas utilizan el fósforo para efectuar las quemas agrícolas, a pesar de ser un material

poco invasivo para la quema se debe considerar que su inadecuado uso puede generar la propagación descontrolada del fuego.

Tabla 14

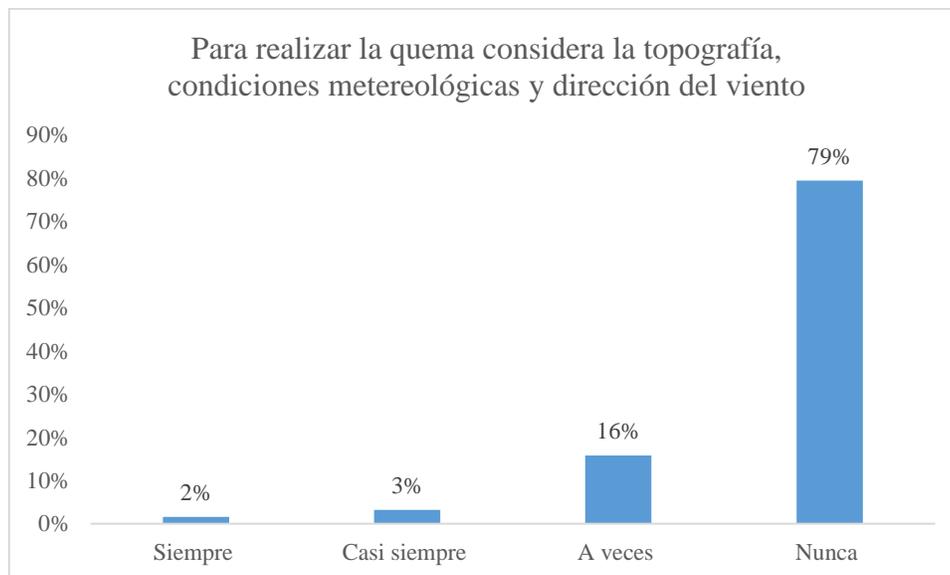
¿Para iniciar una quema agrícola toma en consideración, la topografía, las condiciones meteorológicas y la velocidad del viento?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	5	2
Casi siempre	10	3
A veces	50	16
Nunca	251	79
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 6

¿Para iniciar una quema agrícola toma en consideración, la topografía, las condiciones meteorológicas y la velocidad del viento?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 6 se muestran los porcentajes obtenidos respecto a la realización de quemas tomando en consideración la topografía, condiciones

meteorológicas y velocidad del viento, la opción nunca predomina con el 79%, seguido de la opción a veces con el 16%, la opción casi siempre con el 3% y la opción siempre con el 2%. La mayoría de los encuestados no toman en consideración dichos factores, puesto que la configuración del terreno ejerce destacada influencia en la propagación de los incendios, así mismo, la dirección del viento puede desplazar chispas en zonas del monte aun no incendiados, sumado a esto las temperaturas altas.

Tabla 15

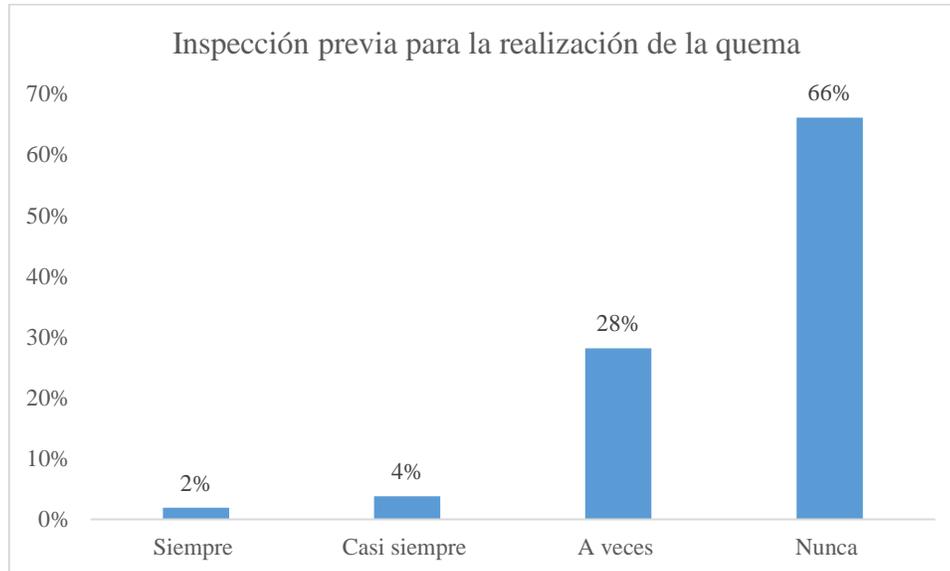
¿Una vez que las condiciones son aptas para la quema, realiza una inspección previa para la realización de la misma?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	6	2
Casi siempre	12	4
A veces	89	28
Nunca	209	66
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 7

¿Una vez que las condiciones son aptas para la quema, realiza una inspección previa para la realización de la misma?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 7 se muestran los porcentajes obtenidos respecto a la inspección previa para realizar las quemas agrícolas, la opción nunca predomina con el 66%, seguido de la opción a veces con el 28%, la opción casi siempre con el 4% y la opción siempre con el 2%. La mayoría de agricultores no efectúa una inspección previa para realizar una quema agrícola, lo cual demuestra la falta de capacitación y técnicas adecuadas para realizar una quema controlada.

Tabla 16

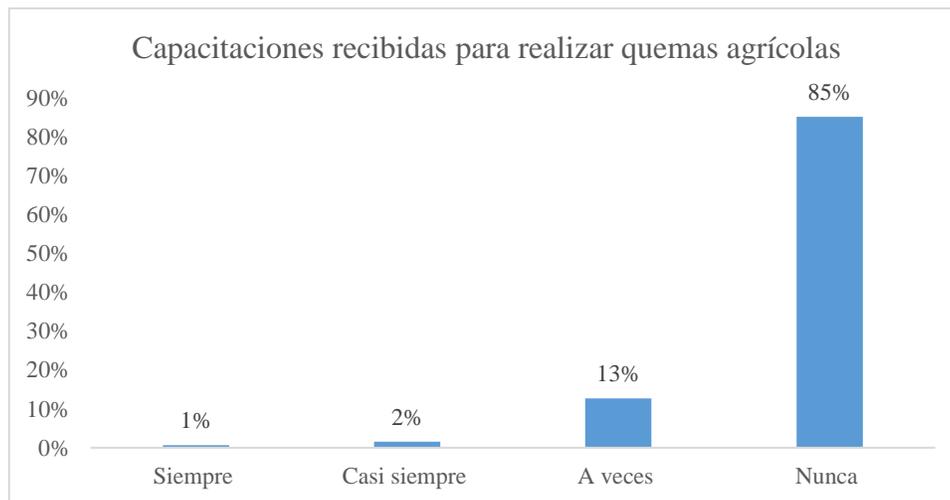
¿Ha recibido capacitaciones para realizar quemas controladas?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	2	1
Casi siempre	5	2
A veces	40	13
Nunca	269	85
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 8

¿Ha recibido capacitaciones para realizar quemas controladas?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 9 se muestran los porcentajes obtenidos respecto a las capacitaciones que han recibido para realizar quemas controladas, la opción nunca predomina con el 85%, seguido de la opción a veces con el 13%, la opción casi siempre con el 2% y la opción siempre con el 1%. La mayoría de encuestados no han recibido capacitaciones para efectuar quemas controladas, lo cual aumenta el nivel de vulnerabilidad de que ocurra un incendio forestal, por ello es importante que las autoridades competentes prioricen la reducción del riesgo ante dicho

evento, para evitar pérdida de vegetación, erosión del suelo y contaminación ambiental.

Tabla 17

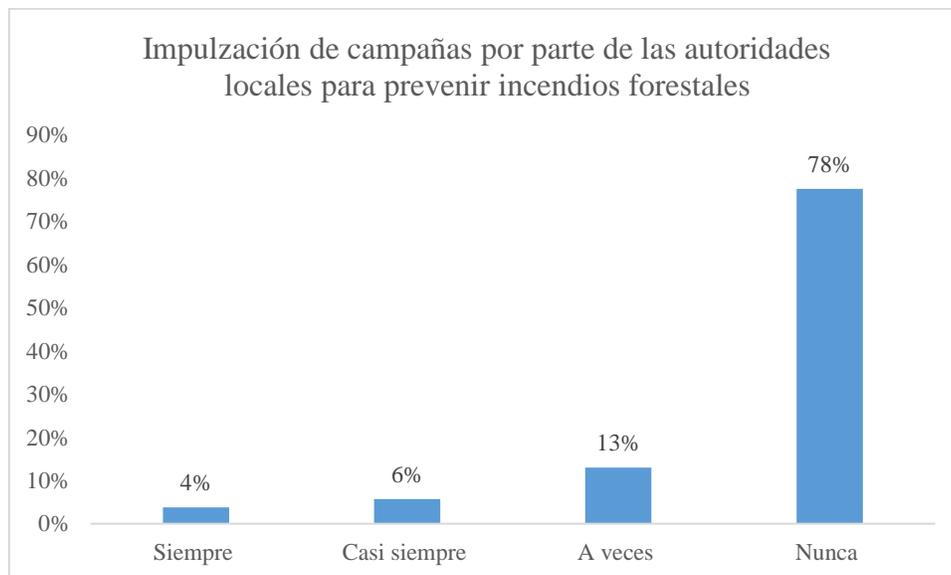
¿Cree usted que las autoridades locales competentes, han impulsado de manera satisfactoria campañas para prevenir los incendios forestales?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	12	4
Casi siempre	18	6
A veces	41	13
Nunca	245	78
Total	316	100

Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Gráfico 9

¿Cree usted que las autoridades locales competentes, han impulsado de manera satisfactoria campañas para prevenir los incendios forestales?



Nota. Encuesta realizada a la población, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En el gráfico 10 se indican los porcentajes obtenidos respecto a la impulsación de campañas por parte de las autoridades locales para prevenir

incendios forestales, la opción nunca predomina con el 78%, seguido de la opción a veces con el 13%, la opción casi siempre con el 6% y la opción siempre con el 4%. Como se había mencionado anteriormente, las autoridades locales no han impulsado campañas de prevención, por ende, es indispensable que dentro de sus agendas de trabajo se priorice la gestión de riesgos de desastres, para que puedan destinar fondos en medidas de reducción de riesgos ante eventos adversos.

Resumen de las encuestas aplicadas a la población en estudio

Las encuestas aplicadas a la población permitieron conocer el manejo y las prácticas que realizan los moradores del sector para efectuar las quemas agrícolas, lo cual evidenció las deficiencias que existen en la misma, ya que no se toma en consideración el tipo de vegetación, las condiciones hidrometeorológicas, topografía dirección del viento, control del fuego e inspección previa para su ignición.

La aplicación de las encuestas sirvió para obtener un diagnóstico de la situación actual, cuya información permitió establecer medidas de mitigación para efectuar quemas controladas con la finalidad de disminuir los incendios forestales. Cabe mencionar que, los incendios que se han suscitado en la parroquia han sido en zonas que se dedican exclusivamente a la agricultura, por lo tanto, es indispensable que las autoridades locales impulsen campañas de prevención ante incendios forestales.

Haciendo una síntesis de la información obtenida, se puede observar que los combustibles ligeros son el tipo de vegetación que mayor predominan en la zona con el 52%, estos se refieren a las a las hierbas, ramillas y helechos, dicha vegetación se inflama con mayor facilidad debido a su composición, por ende, se consumen rápidamente e influyen de manera notable en la propagación de incendios.

El 80% de encuestados presentan dificultades para controlar el fuego durante la quema agrícola, esto debido a que no se toma en consideración varios factores como las condiciones hidrometeorológicas, el tipo de vegetación, tipo de combustible para su ignición, la topografía y la dirección del viento.

El 75% considera que las quemas agrícolas se lo efectúan de manera inadecuada, debido a que realizan quemas de forma tradicional, sin considerar los efectos negativos que puede inducir la misma, esto se ve reflejado en los datos estadísticos de los incendios forestales suscitados en la parroquia, provocados especialmente por la negligencia de los agricultores.

El 59% no efectúan una prueba inicial de quema, por ello que es importante revisar las barreras corta fuegos, áreas de alta inflamabilidad cerca de las líneas del fuego y garantizar la disponibilidad del agua para evitar que el fuego no se propague fácilmente y de esta manera evitar una contaminación ambiental.

El 94% utilizan el fósforo para realizar las quemas agrícolas, a pesar de ser un material poco invasivo para la quema se debe considerar que su inadecuado uso puede generar la propagación descontrolada del fuego.

El 79% no toma en consideración la topografía, las condiciones hidrometeorológicas y la velocidad del viento, cabe mencionar que la configuración del terreno incide notablemente en la propagación de los incendios, así mismo, la dirección del viento puede desplazar chispas en zonas de vegetación aún no incendiados, sumado a esto las temperaturas altas.

El 66% no efectúan una inspección previa para realizar una quema agrícola, lo cual demuestra la falta de capacitación y técnicas adecuadas para realizar una quema controlada. Así mismo, el 85% de encuestados no han recibido capacitaciones para efectuar quemas controladas, por tanto, aumenta el nivel de vulnerabilidad de que ocurra un incendio forestal.

Por último, el 78% consideran que las autoridades locales competentes no han impulsado campañas de prevención ante incendios forestales, por ello, es indispensable que dentro de sus agendas de trabajo se priorice la gestión de riesgos de desastres, para que puedan destinar fondos en medidas de reducción de riesgos ante eventos adversos.

4.2 RESULTADOS DEL OBJETIVO 2: Definir el índice de incendios forestales en la Parroquia de Santa Fe a través de la metodología de análisis de riesgo TRES©.

Para definir el índice de incendios forestales fue necesario determinar el riesgo estadístico de incendio, para ello se requiere calcular el índice de frecuencia, índice de causalidad, índice de gravedad, análisis de riesgo estadístico de incendios, análisis de peligrosidad, y confección del mapa del riesgo. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

Para determinar el índice de frecuencia se aplicó la siguiente fórmula:

$$F_{IF} = \frac{1}{a} \sum_1^a n_i$$

$$F_{IF} = \frac{1}{1} \sum_1^1 10$$

$$F_{IF}=10$$

Donde:

F_{IF} = Frecuencia de incendios

a = Número de años usado

n_i = Número de incendios en cada año de la serie referido al número de hectáreas consumidas.

Tabla 18

Índice de frecuencia

Índice de frecuencia	Categoría	Rango
Número de años usados	1	> 6
Número de incendios en cada año de la serie referidos a 10.000 ha	10	
Frecuencia de incendios	10	

Nota. Índice de frecuencia, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

Para poder determinar el índice de frecuencia, se analizó el total de incendios forestales provocados dentro de un área de 10.000 ha, para el año de estudio de acuerdo a la metodología seleccionada, según la clasificación del índice de frecuencia posee un valor de 10, categorizada como extremo de acuerdo al rango de evaluación.

Para determinar el índice de causalidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{\sum_1^{n_c} C_{xnic}}{n_i}$$

$$C_i = \frac{1}{1} \sum_1^1 \frac{\sum_1^{10} 1 \cdot 10}{10}$$

$$C_i = 1$$

Donde:

C_i = Índice de causalidad

a = Número de años de a serie de datos usada

c = Coeficiente de peligrosidad específica para cada causa

n_c = Número de causas consideradas

n_{ic} = Número de incendios de cada causa en cada año

n_{ic} = Número de incendio cada año

Tabla 19

Índice de causalidad

Índice de causalidad	Categoría	Rango
Número de años de la serie de datos utilizada nc= número de causas consideradas	1	0,3-3,99
Coefficiente de peligrosidad específica de cada causa	1	
Número de incendios de cada causa en cada año	10	
Número de incendios cada año	10	
Índice de causalidad	1	

Nota. Índice de causalidad, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

Al analizar los parámetros de evaluación del índice de causalidad, como se muestra en la tabla 19, el cual se refiere al indicador de probabilidad de que el punto de inicio considerado llegue a convertirse en un incendio forestal de grandes dimensiones, este valor puede variar de acuerdo a las causas consideradas por cada incendio. Con base en la metodología TRES©, el valor calculado (Ci=1), para el índice de causalidad se encuentra dentro del rango 0,33-3,99, clasificado para una categoría media de incendio.

Para determinar el índice de gravedad se aplica la siguiente fórmula:

$$I_g = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{SFG}{aSFT} \times 100$$

$$I_g = \frac{1}{1} \sum_1^1 \frac{30}{2.695} \times 100$$

$$I_g = 1.12$$

Donde:

I_g = Índice de gravedad

a= número de años de la serie

S_{FG} = Superficie forestal quemado en el periodo

S_{FT} = Superficie forestal total

Tabla 20

Índice de gravedad

Índice de gravedad	Categoría	Rango
Número de años de la serie	1	0,3-3,99
Superficie forestal quemada en el periodo	30	
Superficie forestal total	2.695	
Índice de gravedad	1,12	

Nota. Índice de gravedad, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En la tabla 20 se muestra el cálculo obtenido del índice de gravedad, cuyo índice representa el porcentaje anual de superficie quemada respecto a la superficie forestal total, la superficie forestal quemada en el periodo se obtuvo mediante información facilitada por el SNGDR, Cuerpo de Bomberos, y la Unidad de Gestión de Riesgos del Municipio de Chimbo, así mismo, la superficie forestal total se obtuvo del PDOT de la Parroquia de San Fe, dando un valor del 1,12. Lo cual representa un índice de gravedad “media”, es importante considerar que las áreas consumidas son superficies dedicadas a la agricultura.

Para determinar el riesgo estadístico de incendios se aplicó la siguiente fórmula:

$$RE = F_i \times I_g \times C_i$$

$$RE = 10 \times 1.12 \times 1$$

$$RE = 11.2$$

Donde:

RE= Riesgo estadístico de incendios

F_i= Índice de frecuencia

I_g= Índice de gravedad

C_i= Índice de causalidad

Tabla 21

Análisis de riesgo estadístico de incendios forestales

Análisis de riesgo estadístico de incendios forestales	Categoría	Rango
Índice de frecuencia	10	> 6
índice de gravedad	1,12	
Índice de causalidad	1	
Riesgo estadístico de incendios	11,2	

Nota. Análisis de riesgo estadístico de incendios forestales, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En la tabla 21 se muestra el cálculo obtenido de riesgo estadístico de incendios forestales, dando un valor de “11,2”, que de acuerdo a la ponderación de la metodología TRES©, posee un riesgo estadístico “extremo”. Para ello se tomó en consideración el índice de frecuencia, de gravedad y causalidad, lo cual representa la probabilidad de que se produzca un incendio forestal, su gravedad relativa en término de superficie y la peligrosidad específica de la causa.

Para determinar el análisis de peligrosidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$PM = PCB \times PF \times PCL$$

$$PM = 2 * 2 * 4$$

$$PM = 16$$

Donde;

PM= Índice de peligrosidad del medio

PCB= Índice de peligrosidad de los combustibles

PF= Índice de peligrosidad de la fisiografía

PCL= Índice de peligrosidad climática

Tabla 22

Análisis de peligrosidad

Análisis de peligrosidad		Categoría	Rango
Índice de peligrosidad de los combustibles	2	Extremo	> 6
Índice de peligrosidad de la fisiografía	2		
Índice de peligrosidad climática	4		
Índice de peligrosidad del medio	16		

Nota. Análisis de peligrosidad, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En la tabla 22 se muestra el cálculo obtenido del análisis de peligrosidad, dando un valor de “16”, dicho resultado surge de la integración las tres variables descritas en la tabla, que de acuerdo a la ponderación de la metodología TRES©, posee un análisis de peligrosidad “extrema”. Cabe mencionar que la peligrosidad de combustible se refiere al tipo de vegetación existente en la zona, el cual predomina matorral joven de 2 metros de altura y matorral denso de menos de 1 metro, así mismo, de acuerdo al PDOT de la parroquia de Santa Fe, existen pendientes que oscilan entre 11° a 20° de inclinación, la peligrosidad climática se adaptó del modelo de clasificación bioclimática de (Walter, 1977, p. 54), de acuerdo a las características climáticas de la parroquia de Santa Fe, los matorrales secos son los que mayor predominan.

Para determinar la confección del mapa de riesgo se aplicó la siguiente fórmula:

$$RP = RE \times PM$$

$$PR = (11.2 * 16)$$

$$PR = 179$$

Donde;

RP= Riesgo potencial

RE= Riesgo Estadístico

PM= Índice de peligrosidad del medio

Tabla 23

Confección del mapa de riesgo

Confección del mapa de riesgo		Categoría	Rango
Riesgo estadístico	11,2		
Índice de peligrosidad del medio	16	Medio	0,3-3,99
Riesgo Potencial	1,8		

Nota. Confección del mapa de riesgo, elaborado por: (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En la tabla 23 se muestra el cálculo obtenido de la confección del mapa de riesgo, dando un valor de “1,8”, surge de la integración del índice de riesgo estadístico y el análisis de peligrosidad, que de acuerdo a la ponderación de la metodología TRES©, posee un riesgo potencial “medio”.

Tabla 24

Estadística de los incendios forestales

N.	FECHA	X	Y	AFECTACIÓN m2	AFECTACIÓN CONSUMIDA
1	13/1/2022	715768	9822261	38.000	Restos leñosos y pajonal
2	5/2/2022	716054	9821579	40.000	Maleza y pajonal
3	22/2/2022	716465	9821044	40.000	Restos leñosos y pajonal
4	10/4/2022	716654	9822272	20.000	Maleza y pajonal
5	25/7/2022	717002	9821555	30.000	Restos leñosos y pajonal
6	11/8/2022	715202	9821855	10.000	Bosque de eucalipto
7	10/9/2022	717226	9820682	10.000	Bosque de eucalipto
8	19/11/2022	716771	9820630	30.000	Matorral y eucalipto
9	23/11/2022	716301	9821974	70.000	Bosque de eucalipto
10	16/12/2022	721666	9822779	12.000	Restos leñosos y pajonal
Total				300.000	
Total (ha)				30	

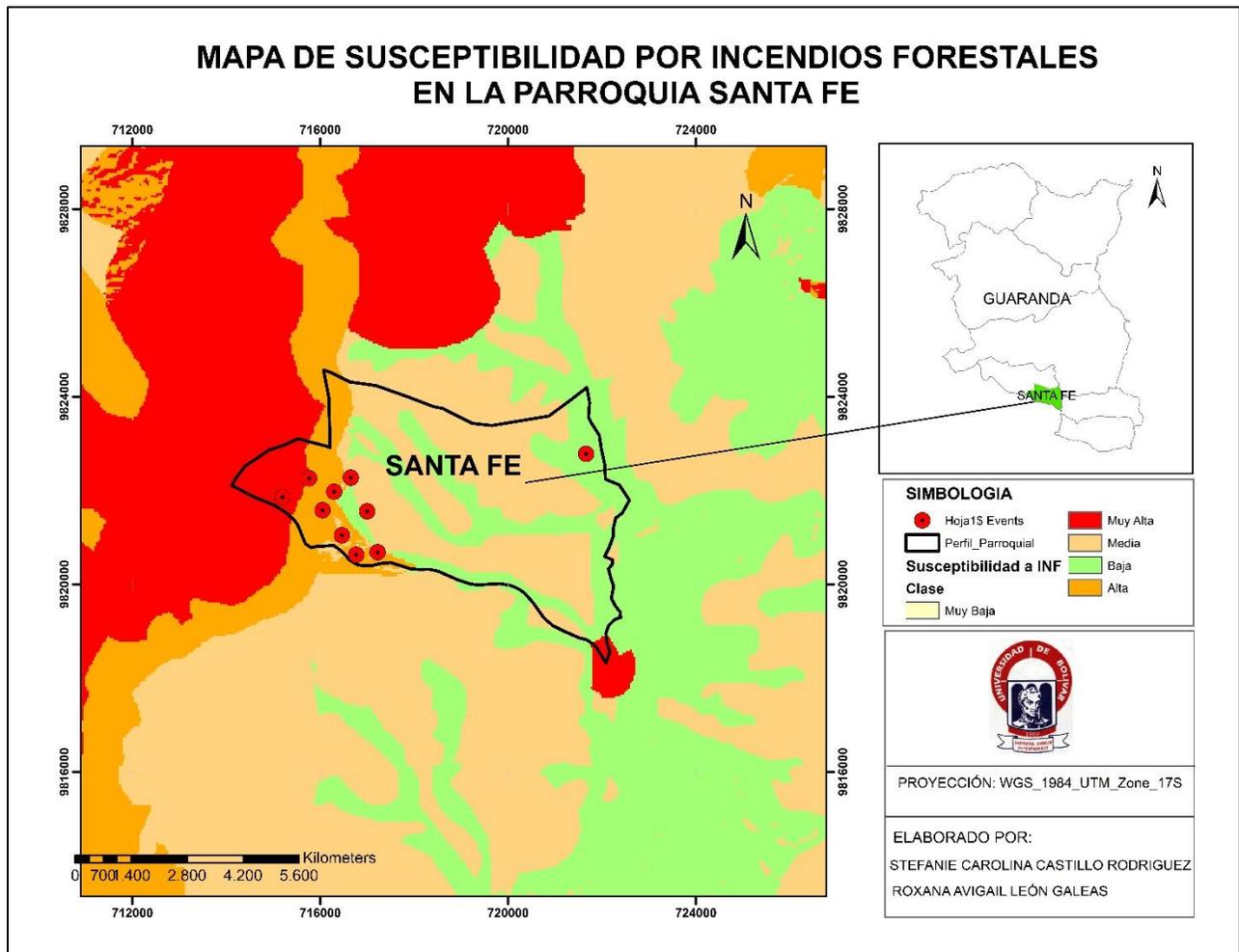
Nota. Estadística de los incendios forestales; elaborado por (Castillo y León, 2023)

Interpretación

En la tabla 24 se muestran los datos estadísticos de los incendios forestales, el cual fueron obtenidos por parte de la Secretaría de Gestión de Riesgos, Municipio de Guaranda y Bomberos de Guaranda, esto permitió establecer los puntos en “x” y “y”, las áreas afectadas en metros cuadrados y el tipo de vegetación consumida, de esta manera se pudo georreferenciar los incendios que se han suscitado en la parroquia de Santa Fe.

Ilustración 6

Mapa de susceptibilidad por incendios forestales en la Parroquia de Santa Fe



Nota. Mapa de susceptibilidad de incendios forestales, elaborado por: (Castillo y León, 2023).

Interpretación

De acuerdo al mapa de susceptibilidad de incendios forestales, se puede observar que la zona presenta una vulnerabilidad alta, en la cual se encuentran distribuidos los incendios que se han suscitado durante el año 2022, dichos datos fueron obtenidos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Cuerpo de Bomberos de Guaranda, y la Dirección Municipal de Gestión de Riesgos.

Así mismo, para determinar las zonas de riesgo se tomó en consideración varios factores, entre ellos; Uso y cobertura vegetal existente en la zona, altitud

(terreno, plano, inferior, intermedio, superior), exposición (terreno sin alineación, poca alineación, mediana alineación y alta alineación), velocidad de propagación de acuerdo a la pendiente (desde 0 a más de 45% de inclinación), condiciones meteorológicas y temperatura.

4.3 RESULTADOS DEL OBJETIVO 3: Propuesta las medidas de reducción de riesgos ante incendios forestales en la Parroquia Santa Fe durante el periodo 2022.

Las medidas de reducción de riesgos se enfocan en varios parámetros, estas son; medidas preventivas, formas de actuación ante un incendio forestal, métodos para combatir los incendios forestales, clasificación y uso de extintores, formas de comunicación ante incendios forestales y quemas controladas. Para elaborar dichas estrategias fue necesario revisar revistas científicas (SciELO, Scopus y Google académico), lo cual permitió fundamentar de manera técnica las medidas de reducción que se proponen a continuación:

Tabla 24

Medidas de reducción de riesgos ante incendios forestales

Parámetro	Estrategias	Actores involucrados
Medidas preventivas	Se debe evitar jugar con fuego en zonas con vegetación densa.	Comunidad, Bomberos, Gad Parroquial de Santa Fe, Ministerio del Medio Ambiente Agua y Transición Ecológica, Secretaría de Gestión de Riesgos.
	No realizar fogatas en temporada seca, cuando hace calor o sopla fuerte el viento	
	No se debe quemar basura, si existe la presencia de matorral seco.	
	No quemar restos de cultivos, matorrales o residuos de caña.	
	En el caso de realizar una fogata, utilice tierra y agua para apagar completamente la misma.	
	Al momento de encender colillas de cigarrillos o fósforos se debe apagar de manera adecuada.	

Formas de Actuación ante un incendio forestal	<p>No ingresar a la zona quemada, alejarse del fuego hacia los costados del mismo (Bermúdez, 2016, p. 23).</p> <p>Cubrir la boca con un pañuelo seco si el humo es denso y dificulta la respiración.</p> <p>Salir lo más rápido posible del área afectada.</p> <p>No exponerse mucho tiempo al humo, ya que se puede asfixiar y perder el sentido.</p> <p>Comunicarse a la línea de emergencia Ecu- 911</p>	<p>Comunidad, bomberos, Secretaría de Gestión de Riesgos, GAD parroquial de Santa Fe.</p>
--	---	---

Métodos para combatir los incendios forestales

Método directo: El fuego se logra extinguir en el frente de avance, denominado la cabeza del incendio y en otros sectores activos, se debe cubrir al fuego con tierra lanzada con palas, posteriormente se procede a enfriar con agua y cortar la continuidad de la vegetación combustible en el mismo borde del incendio.

Este método se utiliza en vegetación de poco tamaño, es decir en sectores menos intensos de un incendio mayor, extinguiendo pequeños focos originados por brasas que son acarreadas por el viento más delante de la cabeza. Con este método el daño es mínimo ya que se reduce la superficie quemada, extinguiéndola inmediatamente, se debe tener cuidado de exponerse al humo y calor y en zonas con topografías irregulares (Galíndez, 2018, pág. 32).

Cuerpo de bomberos, Comunidad



Fuente: (Palermo, 2017, p. 22)

Método indirecto: Se controla el fuego dentro de una línea de control, esto se logra rodeando al incendio y a cierta distancia de la cabeza del incendio y lugares activos, en este método ya no se lanza tierra o agua debido a la distancia, por lo tanto, se basa en eliminar o cortar la continuidad de la vegetación en la trayectoria del incendio.

Este método se utiliza cuando el calor y el humo impiden el trabajo del personal, si la vegetación es densa, el terreno topográfico es irregular, si hay emisión de pavesas, si el frente es muy amplio y en incendios de copas o si la propagación es muy rápida, el método paralelo es una forma de ataque indirecto, ya que no se trabaja directamente en el borde, por tanto, se construye cortafuegos paralelos, flanqueando el incendio desde la cola hacia la cabeza, una vez controlado se procede a liquidar los bordes y la línea de control (Gallegos, 2019, pág. 55).

Cuerpo de bomberos,
Comunidad



Fuente: (Carrasco, 2018, p. 65).

Formas de comunicación ante incendios forestales

En caso de suscitarse un incendio forestal, el o la alertante deberá comunicarse al Ecu-911, ya que es la única línea para atender las emergencias que se susciten en el país, una vez reportado la emergencia, automáticamente, personal de llamada del Ecu-911 coordina la emergencia con personal de Cuerpo de Bomberos, deberá estar pendiente de su número de teléfono puesto que personal de Bomberos se pondrá en contacto con él o la alertante para acudir a la ubicación exacta en donde se está suscitando el incendio, dependiendo de la magnitud del incendio.

Comunidad,
Ecu-911,
Bomberos,
Gestión de
Riesgos



Fuente: Servicio Integrado de seguridad ECU-911.

**Quemas
controladas**

Condiciones para la realización de las quemas:

Las quemas se las puede efectuar a los pocos días de una lluvia, cuya humedad relativa debe fluctuar idealmente entre un 30 y 60%, si la humedad es baja, se puede encender el fuego temprano en la mañana cuando esté un poco mayor la humedad, si la humedad es alta se pueden iniciar más tarde las quemas cuando comience a bajar la humedad relativa. Además, la materia del combustible deberá estar seca para transmitir el fuego, el viento deberá ser lo suficientemente lento para no aumentar las probabilidades de que las brasas sean transportadas más allá de las barreras cortafuego (Manassas, 2017, pág. 123).

Inspección previa a la realización de las quemas:

Cuando las condiciones sean aptas para la quema se deberá realizar una última inspección del área a quemar, esta incluirá la revisión de barreras cortafuegos, áreas de alta inflamabilidad cerca de las líneas de fuego, también se deberá garantizar la disponibilidad del agua y distribuirse a lo largo de la línea de fuego, es recomendable realizar un ensayo quemando una superficie pequeña antes de proceder a encender el fuego en toda el área, hasta que no esté satisfecho con la seguridad de la quema no debe encenderse el fuego (USDA, 2017, pág. 11).

Inicio de las quemas: La mezcla recomendable de combustible para lanzallamas es de kerosén y diésel en proporción 75:25, también se puede utilizar antorchas de cabos largos junto con botellas rociadoras de combustible para estimular la ignición, se debe desplazar una llama

Comunidad, Cuerpo de Bomberos, Secretaría de Gestión de Riesgos, GAD Parroquial.

continúa en todo su perímetro dependiendo de la extensión de la línea de fuego, si la materia combustible es escasa se recomienda ingresar al área quemada para asegurar la continuidad del fuego, al momento de aplicar el fuego deberá mantenerse alerta y disponer de una amplia vía de escape, una vez encendido toda la línea de fuego se podrá volver a inspeccionarla para encender de nuevo las áreas que en un primer intento no se produjo la ignición (Kennard, 2017, págs. 5-6).

Vigilancia y finalización de las quemas: Una vez iniciado el fuego es recomendable apagar los lanzallamas para conservar combustible, se deberá vigilar el desplazamiento del fuego hacia las líneas del mismo, las brasas que caigan más allá de los rompe fuegos deben ser extingüidos, se deberá vigilar constantemente las actividades que se realiza para asegurar el cumplimiento de las tareas de seguridad, se debe reaccionar de forma rápida ante la posibilidad de producirse ráfagas súbitas o cambios en la dirección del viento (Huertas y Toro, 2019, págs. 1-10).

Evaluación de las quemas: Inventarios post-quema: Se consideran algunos puntos: ¿se efectuaron correctamente las preparaciones previas a la quema?, ¿hubo efectos imprevistos? ¿Cómo se pueden mejorar las quemas en un futuro?, para ser considerada una quema controlada efectiva se deberá eliminar en un 80% (Godoy y Méndez, 2019, pág. 32).

Comunidad, Cuerpo de Bomberos, Secretaría de Gestión de Riesgos, GAD Parroquial,

Nota. Medidas de reducción de riesgos ante incendios forestales, elaborado por: (Castillo y León, 2023).

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los hallazgos encontrados en los resultados del objetivo 1, el tipo de vegetación que predomina en el sector fueron los combustibles ligeros con el 52%, estos se consumen rápidamente e influyen de manera notable en la propagación de incendios, el 80% de las personas presentan dificultades para controlar el fuego durante la quema agrícola, el 75% consideran que las quemas se los efectúa de manera inadecuada, el 59% no efectúan una prueba inicial de quema en la cual se revise la áreas de alta inflamabilidad, El 66% no efectúan una inspección previa para realizar una quema agrícola, lo cual demuestra la falta de capacitación y técnicas adecuadas para realizar una quema controlada, así mismo, el 85% no han recibido capacitaciones para actuar y enfrentar de manera oportuna la presencia de un incendio forestal.

Según los resultados del objetivo 2, el índice de frecuencia obtuvo un valor de “10”, cuya probabilidad de ocurrencia fue “extrema”; El índice de causalidad adquirió un valor de “1”, lo cual representa un índice de causalidad “media”; El índice de gravedad obtuvo un valor de 1,12. El análisis de riesgo estadístico de incendios obtuvo un valor de “11,2” es decir que posee un riesgo estadístico extremo, el análisis de peligrosidad posee un índice de “16”, que de acuerdo a la ponderación de la metodología TRES© se refiere a un análisis de peligrosidad “extrema”, la confección del mapa de riesgo adquirió un valor de “1,8” representando un nivel de riesgo medio.

De acuerdo a los resultados del objetivo 3, las medidas de reducción de riesgo se enfocaron en diversos parámetros; tales como; medidas preventivas, formas de actuación ante un incendio forestal, métodos para combatir los incendios forestales, clasificación, uso de extintores, formas de comunicación, quemas controladas, inicio de quemas, vigilancia, finalización e inventario post quema, lo cual permitió que los ciudadanos adquieran los conocimientos necesarios para actuar ante un incendio forestal, además de establecer medidas preventivas para reducir la propagación del mismo.

5.2 RECOMENDACIONES

Es necesario que la comunidad sea capacitada constantemente para que puedan prevenir la ocurrencia de incendios forestales, además, es fundamental que sepan cómo actuar y combatir oportunamente para evitar la propagación de los mismos, de esta forma se podrá conservar la biodiversidad existente en la parroquia Santa Fe, mejorando el uso de suelo a través de técnicas adecuadas para controlar los incendios forestales.

Es importante que se utilicen metodologías adecuadas que permitan una evaluación integral y oportuna de los incendios forestales, una de ellas es el método TRES©, lo cual se recomienda que se realice una difusión y socialización de la misma, para que profesionales en la rama lo puedan aplicar en zonas vulnerables a incendios forestales.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Santa Fe, debe coordinar acciones de mitigación para preparar y capacitar a la población, además de efectuar campañas de concientización para evitar que los bosques y vegetación nativa del lugar se consuman de manera descontrolada, sólo así se podrá crear hábitos de prevención de riesgos ante la presencia de incendios forestales.

BIBLIOGRAFÍA

- Armenteras, A. (2017). Efectos de la fragmentación del paisaje en el tamaño y frecuencia de incendios forestales en la zona central de Chile. *Revista Conservación Ambiental*, p. 7-16.
- Bodí, A. (2018). Incendios forestales y medio ambiente, una síntesis global . *Revista Ambiental y Desarrollo de CIPMA*, p. 46.
- Calderón, M. (2021). Estudio de diagnóstico, situación actual y alternativas de aprovechamiento de residuos agrícolas en el sector silvoagropecuario. *Revista CONAF*, p. 76.
- Castillo y Arellano. (2019). Efecto de los incendios forestales no controlados en un bosque templado del centro de México. *Revista de Biodiversidad*, p. 75.
- Castillo y Ojeda . (2019). Vulnerabilidad educativa ante incendios forestales en el Área Metropolitana de Concepción. Caso de estudio. Penco, Chile. *Revista de Geografía*, p. 1-20.
- Chávez y Flores . (2020). Monitoreo del comportamiento del fuego en una quema controlada en un rodal de pino-encino. *Revista Chapingo*, p. 49.
- Comité Forestal para America Latina . (11 de Agosto de 2019). *Manejo integral del fuego, sanidad forestal y especies invasoras*. Obtenido de Protección forestal: <https://www.fao.org/3/ca5723es/ca5723es.pdf>
- Correa y Rabbani. (2017). Evaluación de seguridad contra incendio: método alternativo aplicado a edificaciones brasileñas. *Revista ALCONPAT*, p. 22.
- Díaz y González . (2017). Análisis espacio temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile. *Revista Bosque (Valdivia)*, p. 1-12.
- Díaz, D. (2018). Guía práctica para el uso y manejo del fuego, Quemas controladas . *Revista de Agronomía* , p. 36.
- Flores, G. (2020). Perspectiva antropogénica del uso del uso del fuego como apoyo de mitigación de incendios forestales. *Revista Mitigación* , p. 65.

- Galíndez, H. (2018). Métodos para combatir el fuego: Método directo . *Ciencias del Fuego*, p. 32.
- Gallegos, A. (2019). Métodos para combatir los incendios forestales. Método indirecto. *Revista Investigación y Desarrollo*, p. 55.
- García, S. (2019). Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores . *Revista Mexicana de Biodiversidad*, p. 56.
- Garnica, J. (2021). Antecedentes y perspectivas de la investigación en incendios forestales en el INIFAP. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, p. 29.
- Gayana, B. (2018). *Incendios forestales. Comportamiento histórico de los incendios forestales* . Madrid, España : Editorial Cataratay.
- Godoy y Méndez. (2019). Quemadas controladas. Evaluación post quema. *Revista ciencias Geográficas* , p. 34.
- González, A. (2019). Introducción al comportamiento del fuego. Entorno y caracterización. *Revista IBADER*, p. 15.
- Hansen, A. (2018). Incendios forestales y su incidencia en la vegetación endémica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* , p. 33.
- Haro, G. (2019). Factores que interviene en un incendio forestal. Combustibles forestales . *Revista Ciencias del fuego*, p. 87.
- Heredia y Gómez . (2018). Estimación práctica de la variabilidad de la humedad de combustibles bajo diferentes ecosistemas forestales. *Revista Ciencias Forestales*, p. 64.
- Hidalgo y Alarcón. (Julio de 2017). *Evaluación del riesgo de incendios forestales y su efecto en el ecosistema, Bosque los Arrayanes, Parroquia San Pablo, Cantón San Miguel, Bolívar, 2017*. Obtenido de Tesis de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión de Riesgos: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1866/1/PROYECTO%20DE%20TITULACION%20c3%93N.pdf>

- Huertas y Toro. (2019). Manejo de la quema de pastizales de sabana inundable. *Revista Chungará* , p. 1-10.
- Jimenez y Goyes. (2018). Factores que intervienen en un incendio forestal. Combustibles forestales . *Revista Ciencias y Biodiversidad*, p. 13.
- Jiménez, A. (2019). Quemadas agrícolas en la región Interandina. Manejo forestal sostenible. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, p. 78.
- Kennard y Fredericksen. (2019). *Guía para la Realización de quemadas controladas* . Obtenido de Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR : https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACG822.pdf
- Kennard, D. (2017). *Quemadas controladas. Una herramienta potencial para el manejo forestal en Bolivia* . La Paz: BOLFOR.
- Ledesma, D. (2018). Incendios forestales de superficie. *Revista Biodiversidad*, p. 76.
- Manassas, J. (2017). *Manual técnico forestal. Escuela Técnica superior Forestal* . Cochabamba: BOLFOR.
- Martínez y Lozada . (2019). Guía práctica para el uso y manejo del fuego. *Revista Ciencias e Investigación*, p. 67.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (06 de Agosto de 2020). *Gobierno presenta campaña para la prevención de incendios forestales a nivel nacional*. Obtenido de Boletín N°125: <https://www.ambiente.gob.ec/gobierno-presenta-campana-para-la-prevencion-de-incendios-forestales-a-nivel-nacional/>
- Mistry, J. (2018). New perspectives in fire management in South American savannas: The importance of intercultural governance. *Journal Ambio*, p. 172-179.
- Moreno y Flores . (2020). Simulación espacial de dispersión del fuego en función de la carga de combustible y pendiente. *Revista Ciencia Forestal*, p. 97.

- Muñoz y Triviño. (2017). Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación de peligros de incendios forestales en la Sierra Oriental de México. *Revista Ciencias Agrícolas* , p. 11.
- Navas y Haro. (2020). Incendios forestales y sus factores de influencia . *Revista Colombia Forestal* , p. 23.
- Ocampo y Beltran . (2018). Modelación dinámica de incendios forestales en los Cerros Orientales de Bogotá, Colombia. *Revista Madera y Bosques* , p. 1-20.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Incendios forestales en América Latina. Datos estadísticos de los últimos 20 años*. ONU Noticias.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (07 de Octubre de 2019). *Los fuegos forestales y la plataforma mundial sobre el fuego*. Obtenido de Comité Forestal: <https://www.fao.org/3/nj847es/nj847es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (7 de Octubre de 2022). *Comité Forestal*. Obtenido de Los fuegos forestales y la plataforma mundial sobre el fuego: <https://www.fao.org/3/nj847es/nj847es.pdf>
- PDyOT. (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Sant Fe.
- PRODEIN. (2019). *¿Qué tipo de extintores existen?* Obtenido de Tipos de extintores según la clase de fuego: <https://blog.prodeincendio.com/tipos-extintores-existen/>
- Ramos y García. (2021). Ocurrencia de incendios forestales en el Cantón San Ana, Provincia de Manabí. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, p. 1-19.
- Reyes y Molina. (2018). Tipos de incendios forestales. Fuegos de subsuelo. *Revista Mexicana e Micología*, p. 43.

- Reyes, F. (2021). Factores que inciden en la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales en Ecuador. *Revista FIGEMPA Investigación y Desarrollo* , p. 1-11.
- Rodriguez y Muñoz. (2020). Comportamiento del fuego y emisiones en un pastizal y una sabana artificiales en Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, p. 1-14.
- Rodriguez y Silva. (2018). *Gestión preventiva de incendios de copas. Proyecto infocopas.* Obtenido de <https://franciscorodriguezysilva.com/laboratorio/taller-infocopas/>
- Rubio, G. (2018). Caracterización de cargas de combustibles forestales para el manejo de reservorios de carbono y la contribución al cambio climático. *Revista Ciencias Agrícolas* , p. 13.
- Ruíz, H. (2019). Factores que influyen en los incendios forestales. Combustibles pesados . *Revista Ciencias Forestales*, p. 97.
- Sánchez, P. (2018). *Incendios forestales* . Obtenido de Metodología Análisis de Riesgos de Incendios Forestales .
- Sepúlveda, B. (2020). *Implementación de un sistema de información geográfica para la prevención de incendios forestales*. México: Folleto científico.
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos. (03 de Octubre de 2022). *Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos*. Obtenido de Informe de situación N. 07 de incendios forestales a nivel nacional: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/SITREP-No-10-Incendios-Forestales-01012022-a-31102022.pdf>
- Soraya y Méndez. (2019). Quema agrícola y su incidencia en los incendios forestales . *Revista Gayana Botánica*, p. 23.
- Trejo y Muñoz. (2018). Análisis comparativo de quemas prescritas aplicadas a encinares tropicales. *Revista Agrociencia*, p. 5.

- United State Department of Agriculture . (2017). *Aspectos básicos de las quemas controladas. Tipos de quemas* . Obtenido de Guía para la realización de quemas controladas : https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACG822.pdf
- Urrutia y Alonso. (2020). Impacto de las quemas prescritas en la estabilidad del escurrimiento superficial en un bosque de pino. *Madera y Bosques*, p. 26, 12.
- USDA. (2017). *Forest Service Southern Region. 1989. A guide for prescribed fire In southern forests*. New York: Technical publication R8-TP.
- Vega y Vilariño. (2021). Procedimiento de gestión del riesgo por incendios forestales con enfoque de resiliencia. *Revista Ingeniería Industrial*, p. 1-12.
- Villanueva, P. (2020). Reconstrucción de incendios y su relación con el clima para la Reserva Cerro El Mohinora, Chihuahua. *Revista ciencias forestales* , p. 74.
- Villers, M. (2018). Factores que intervienen en un incendio forestal. Combustibles ligeros . *Revista de Cultura Científica*, p. 47.
- Ynoue y Dyany. (2021). Causalidad de los incendios forestales en Pinaer del Río, Cuba (1975-2018). *Revista Colombia Forestal*, p. 1-15.
- Zambrano, H. (Junio de 2017). *Las quemas agrícolas domésticas y su incidencia en la ley de gestión ambiental* . Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5238/1/T-UTEQ-192.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1: Formato de las encuestas realizadas a la población en estudio

1. ¿Qué tipo de vegetación es la que más utiliza para realizar las quemas agrícolas?

-Combustibles ligeros (Hierbas, hojas, ramillas, helechos)

-Combustibles pesados (troncos, ramas gruesas, raíces)

-Combustibles verdes (plantas vivas con su follaje; aboles, arbustos, matas, hierbas)

2. ¿Con qué frecuencia ha tenido dificultades para controlar el fuego durante una quema agrícola?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

3. ¿Considera usted que las técnicas inadecuadas para realizar las quemas agrícolas han incidido en ocurrencia de incendios forestales?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

4. ¿Antes de encender el fuego realiza una quema de prueba?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

5. ¿Qué tipo de combustible utiliza para la quema agrícola?

Butano Propano Gas licuado a presión

Combinación de Kerosén y Diésel

6. ¿Para iniciar una quema agrícola toma en consideración, la topografía, las condiciones meteorológicas y la velocidad del viento?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

7. ¿Una vez que las condiciones son aptas para la quema, realiza una inspección previa para la realización de la misma?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

8. ¿Ha recibido capacitaciones para realizar quemas controladas?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

9. ¿Cree usted que las autoridades locales competentes, han impulsado de manera satisfactoria campañas para prevenir los incendios forestales?

Siempre Casi siempre a veces Nunca

Elaborado por; (Castillo y León, 2023)

Anexo N°2: Encuestas realizadas a la población en estudio; fecha de elaboración:
14 de febrero del 2023.



Elaborado por; (Castillo y León, 2023)



Elaborado por; (Castillo y León, 2023)

Anexo N°3: Capacitación sobre incendios forestales a la población en estudio;
fecha de capacitación: 18 de abril del 2023



Elaborado por; (Castillo y León, 2023)



Elaborado por; (Castillo y León, 2023)