

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y
FORESTALES
“Dr. MARTÍN CÁRDENAS”



ANÁLISIS ESPACIAL DE INCENDIOS FORESTALES PERIODO
2020–2023 EN EL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA

Trabajo dirigido para
obtener el título de
Ingeniero Forestal

ESTUDIANTE: Gustavo Daniel Aramayo Rivero
TUTOR: Ing. Juan Carlos Medrano Vargas

Cochabamba - Bolivia

2025

RESUMEN

El presente estudio analiza la extensión y distribución geográfica de los incendios forestales en el departamento de Cochabamba durante el período 2020-2023, con el objetivo de comprender su recurrencia y magnitud espacial. Para ello, se emplearon datos provenientes de sensores remotos como FIRMS y SATRIFO, procesados en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se identificaron focos de calor y cicatrices de quema, permitiendo cuantificar las áreas afectadas y generar una base de datos para futuras consultas y estudios de prevención. Los resultados indican que el año con mayor superficie quemada fue 2020, alcanzando aproximadamente 143,205.6 hectáreas, seguido por 2022 con 107,086.3 hectáreas. En contraste, en 2021 se registró la menor superficie afectada, con 49,178.3 hectáreas. Para 2023, la tendencia mostró una reducción nuevamente, con 73,792.1 hectáreas quemadas. A nivel municipal, Villa Tunari fue el municipio más afectado, con 273 eventos registrados, seguido de Cocapata con 142. En cambio, municipios como Aiquile y Pasorapa presentaron una incidencia mínima. El análisis destaca la importancia de los SIG y la teledetección como herramientas fundamentales para la evaluación y monitoreo de incendios forestales. La información obtenida permitió la elaboración de mapas temáticos que facilitarán la toma de decisiones en la gestión y prevención de incendios. Se concluye que la integración de tecnologías avanzadas y el desarrollo de estrategias efectivas son esenciales para mitigar el impacto de los incendios forestales en la región.

Palabras clave: Incendios forestales, SIG, Cochabamba, teledetección.

SUMMARY

The present study analyzes the extension and geographical distribution of forest fires in the department of Cochabamba during the period 2020-2023, with the aim of understanding their recurrence and spatial magnitude. To do this, data from remote sensors such as FIRMS and SATRIFO were used, processed in Geographic Information Systems (GIS). Heat sources and burn scars were identified, allowing the affected areas to be quantified and a database to be generated for future consultations and prevention studies. The results indicate that the year with the largest burned area was 2020, reaching approximately 143,205.6 hectares, followed by 2022 with 107,086.3 hectares. In contrast, in 2021 the smallest affected area was recorded, with 49,178.3 hectares. By 2023, the trend showed a reduction again, with 73,792.1 hectares burned. At the municipal level, Villa Tunari was the most affected municipality, with 273 registered events, followed by Cocapata with 142. On the other hand, municipalities such as Aiquile and Pasorapa presented a minimal incidence. The analysis highlights the importance of GIS and remote sensing as fundamental tools for the assessment and monitoring of forest fires. The information obtained allowed the preparation of thematic maps that will facilitate decision-making in fire management and prevention. It is concluded that the integration of advanced technologies and the development of effective strategies are essential to mitigate the impact of forest fires in the region.

Keywords: Forest fires, GIS, Cochabamba, remote sensing.

1. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, se ha observado un aumento preocupante en el uso excesivo del fuego en diversas regiones del mundo, especialmente en aquellas donde los sistemas de uso y cambio de uso de la tierra presentan un alto riesgo de incendios de gran magnitud algunos de los efectos de los incendios traspasan las fronteras por ejemplo: el humo, la contaminación del agua, sus efectos sobre la salud y la seguridad humana, la pérdida de biodiversidad y la degradación del sitio a nivel del paisaje, esto lleva a la desertificación y la erosión del suelo (Earth Institute Columbia University, 2017).

La evaluación espacial de los incendios forestales en el departamento de Cochabamba es un tema de gran relevancia debido a la frecuencia y magnitud de estos. Los incendios forestales representan una amenaza para la biodiversidad, los ecosistemas y las comunidades locales, generando impactos ambientales, económicos y sociales significativos. En este sentido, se abordará en detalle la importancia de determinar la magnitud de las quemas por incendios forestales en Cochabamba, destacando la necesidad de acciones coordinadas y basadas en datos precisos para proteger los recursos naturales y la población afectada.

En el contexto normativo y regulador de derechos forestales, así como las autorizaciones de quemas recae en la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT), como competencia exclusiva el de sancionar administrativamente, mediante el Proceso Administrativo Sancionador (PAS), a infractores por quema ilegal establecido en la Resolución N° 042/2016.

El problema identificado radica básicamente en la falta de información actualizada de los hechos de quema ilegal en el departamento de Cochabamba, hecho que deja un vacío de información en gestiones anteriores sobre cicatrices de quema. Esto dificulta hacer comparaciones y análisis de la reducción o incremento de la magnitud espacial, así como de la frecuencia/recurrencia para determinar la situación actual de la identificación del infractor. En este sentido, la importancia de contar con información sobre superficies y cicatrices de quema radica en su función como herramienta de monitoreo. Esto permite identificar geográficamente las zonas afectadas por incendios y, a su vez, vincularlas con las coberturas de derechos propietarios, facilitando la identificación de posibles infractores.

El alcance de este estudio permitirá conocer geográficamente la recurrencia de los incendios forestales a nivel departamental, provincial y municipal y simultáneamente identificar al infractor mediante un análisis vectorial de focos de calor con imágenes ráster de cicatriz de quema

1.1. Justificación

Los incendios forestales en el departamento de Cochabamba han aumentado en frecuencia e intensidad en los últimos años, generando impactos ambientales, económicos y sociales. Sin embargo, la falta de información precisa sobre su distribución y magnitud dificulta la planificación de estrategias efectivas para su prevención y control, permitiendo analizar la extensión de las áreas quemadas mediante herramientas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG), identificando los municipios más afectados y generando una base de datos que facilite la toma de decisiones en la gestión del riesgo y aportando insumos clave para fortalecer las políticas ambientales y las acciones de monitoreo de instituciones como la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar la extensión y distribución geográfica de las áreas afectadas por incendios forestales en el periodo 2020-2023.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la frecuencia de quemas por municipio en el departamento de Cochabamba mediante un análisis multitemporal de cicatrices de quema 2020-2023.
- Cuantificar la magnitud espacial de los incendios forestales en Cochabamba en el periodo 2020-2023.
- Generar una base de datos que permita realizar comparaciones de reducción o incremento de los incendios forestales en el departamento de Cochabamba.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fuego e incendios.....	3
2.2. Recurrencia y permanencia de quemas.....	3
2.3. Clasificación de los incendios.....	4
2.4. Situación de las quemas en Bolivia.....	5
2.5. Propagación del fuego.....	5
2.6. Cicatrices de áreas quemadas.....	6
2.7. Focos de calor	7
2.8. Teledetección aplicada a cicatrices de quema.....	8
2.9. Sistema de Información y Monitoreo de Bosques (SIMB).....	8
2.10. Sistema de información global de incendios forestales (GWIS)	8
2.11. Información sobre incendios para el sistema de gestión de recursos (FIRMS).....	9
2.12. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	9
2.13. Marco legal e institucional referido a los incendios.....	10
2.13.1. Marco legal.....	10
2.13.2. Marco Institucional	10
2.13.3. Prevención y control de incendios forestales	11
3. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Ubicación	12

3.2. Materiales y equipo	13
3.3. Metodología	13
3.3.1. Datos de incendios forestales	13
3.3.2. Estrategia metodológica	16
3.3.3. Alcance metodológico	17
3.3.4. Proceso metodológico	17
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Frecuencia de quemas por municipio.....	24
4.2. Superficie quemada gestión 2020-2023 departamento de Cochabamba.....	27
4.3. Base de datos generados.....	31
5. CONCLUSIONES.....	33
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
7. ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición sobre ecología de fuego.....	15
Tabla 2. Frecuencia de quemas por año en el municipio de Cochabamba.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de chequeo en comunidades en la Amazonía.....	7
Figura 2. Focos de calor y resolución espacial	7
Figura 3. Referencia del departamento	12
Figura 4. Focos de calor del departamento de Cochabamba.....	14
Figura 5. Área quemada en el departamento de Cochabamba.....	15
Figura 6. Flujograma del proceso metodológico para la recopilación de información.....	18
Figura 7. Fases de identificación y análisis de focos de calor	20
Figura 8. Fases de Identificación y delimitación de cicatrices de quema	21
Figura 9. Cálculo de superficie (ha), cicatriz de quema.....	22
Figura 10. Estructura de recopilación de datos de incendios forestales.....	23
Figura 11. Frecuencia de quemas por municipio en el departamento de Cochabamba 2020- 2023	25
Figura 12. Superficie total quemada (ha).....	27
Figura 13. Quemas registradas por regiones.....	28
Figura 14. Quemas registradas en áreas protegidas	29
Figura 15. Superficie de quemas por municipio 2020-2023 en el departamento de Cochabamba	30
Figura 16. Base de datos Excel gestión 2020-2023 del departamento de Cochabamba.....	31
Figura 17. Base de datos shapefiles del departamento de Cochabamba 2020-2023.....	32