

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**FORESTAL Y AMBIENTAL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA  
BIODIVERSIDAD DEL SUELO CAUSADO POR UN INCENDIO  
FORESTAL EN LA PROVINCIA DE JAÉN, 2019.**

**AUTOR:**

**Bach. Walter Roberto Calderón Vásquez**

**ASESOR:**

**Dr. Juan Manuel Garay Román**

**JAÉN, NOVIEMBRE – 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 04 de diciembre del año 2019; siendo las 20:50 horas, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador:

Presidenta : Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

Secretaria : Mg. Danette Pintado García

Vocal : Dr. Nicanor Alvarado Carrasco

:

Para evaluar la Sustentación del Informe Final de: **TESIS**

**Titulado:** EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO CAUSADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN LA PROVINCIA DE JAEN, 2019; **presentado por el Bachiller, WALTER ROBERTO CALDERON VASQUEZ**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

Aprobar      ( ) Desaprobar       Unanimidad      ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

|             |            |      |
|-------------|------------|------|
| Excelente   | 18, 19, 20 | ( )  |
| Muy bueno   | 16, 17     | ( )  |
| Bueno       | 14, 15     | (14) |
| Regular     | 13         | ( )  |
| Desaprobado | 12 o menos | ( )  |

Siendo las 21:40 horas del mismo día, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Mg. Danette Pintado García  
Secretaria Jurado Evaluador

  
Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo  
Presidenta Jurado Evaluador

  
Dr. Nicanor Alvarado Carrasco  
Vocal Jurado Evaluador

## INDICE

|                                                                                                                                 | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Resumen .....                                                                                                                   | 6    |
| Abstract .....                                                                                                                  | 7    |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                                                                                    | 8    |
| <b>II. OBJETIVOS</b> .....                                                                                                      | 15   |
| 2.1 Objetivo general .....                                                                                                      | 15   |
| 2.2 Objetivos específicos .....                                                                                                 | 15   |
| <b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....                                                                                            | 16   |
| 3.1 Metodología .....                                                                                                           | 16   |
| 3.2 Población .....                                                                                                             | 16   |
| 3.3 Muestra .....                                                                                                               | 16   |
| 3.4 Muestreo .....                                                                                                              | 16   |
| 3.4.1 Técnica de muestreo del suelo .....                                                                                       | 18   |
| 3.5 Cartografía del área quemada y deforestada .....                                                                            | 19   |
| 3.5.1. Extensión afectada .....                                                                                                 | 20   |
| 3.5.2 Acceso al terreno .....                                                                                                   | 20   |
| 3.6 Descripción del impacto ambiental al suelo (análisis de suelo)<br>y biodiversidad ecológica (análisis microbiológico) ..... | 20   |
| 3.7 Descripción de las consecuencias del daño ecológico de un terreno<br>deforestado por un incendio. ....                      | 27   |
| 3.7.1 Características físicas y químicas .....                                                                                  | 27   |
| 3.7.2 Condiciones biológicas .....                                                                                              | 29   |
| 3.7.3 Factores culturales .....                                                                                                 | 29   |
| 3.7.4 Relaciones ecológicas .....                                                                                               | 30   |
| <b>IV. RESULTADOS</b> .....                                                                                                     | 31   |
| 4.1 Resultado de la cartografía del área quemada y deforestada .....                                                            | 31   |
| 4.2 Resultados del impacto ambiental al suelo (análisis de suelo)                                                               |      |

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| y biodiversidad ecológica (análisis microbiológico) .....                                                 | 36 |
| 4.3 Resultados de las consecuencias del daño ecológico de un terreno<br>deforestado por un incendio ..... | 38 |
| 4.4 Propuesta de algunas medidas de remediación ambiental .....                                           | 44 |
| <b>V. DISCUSIÓN</b> .....                                                                                 | 46 |
| <b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....                                                           | 48 |
| <b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                                              | 50 |
| <b>DEDICATORIA</b> .....                                                                                  | 52 |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                                                               | 53 |
| <b>ANEXOS</b>                                                                                             |    |

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo ..  | 21 |
| Tabla 2. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo ... | 22 |
| Tabla 3. Calificación de la matriz de impacto ambiental .....                         | 23 |
| Tabla 4. Determinación del pH del suelo “después” del incendio forestal .....         | 36 |
| Tabla 5. Niveles de acidez en el suelo .....                                          | 36 |
| Tabla 6. Análisis químico de suelo “antes” del rozo .....                             | 37 |
| Tabla 7. Análisis microbiológico de suelo “antes” del rozo .....                      | 37 |
| Tabla 8. Análisis microbiológico de suelo “después” del rozo .....                    | 38 |
| Tabla 9. Ocurrencias de incendios forestales, 2012-2016 .....                         | 55 |
| Tabla 10. Pérdida de cobertura vegetal por departamento en el año 2016 .....          | 56 |
| Tabla 11. Estimación del número de hectáreas deforestadas 2010-2014 .....             | 57 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Terreno antes de la quema en la parte alta .....                         | 17 |
| Figura 2. Terreno antes de la quema en la zona montañosa .....                     | 17 |
| Figura 3. Terreno antes de la quema en la zona montañosa .....                     | 18 |
| Figura 4. Tumba de foresta típica .....                                            | 18 |
| Figura 5. Plano topográfico del terreno quemado por el incendio forestal .....     | 19 |
| Figura 6. Medida del pH del suelo quemado .....                                    | 24 |
| Figura 7. Muestreo de suelo quemado .....                                          | 25 |
| Figura 8. Mapa de ubicación del terreno quemado por el incendio forestal .....     | 31 |
| Figura 9. Mapa de zonas de vida del terreno quemado por el incendio forestal ..... | 32 |
| Figura 10. Mapa de ecosistemas del terreno quemado por el incendio forestal .....  | 33 |
| Figura 11. Mapa de clima del terreno quemado por el incendio forestal .....        | 34 |
| Figura 12. Mapa de suelo del terreno quemado por el incendio forestal .....        | 35 |
| Figura 13. Número de incendios por departamento en el año 2016 .....               | 55 |

## RESUMEN

La investigación realizada se ejecutó en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, el área georeferenciada se ubicó entre las coordenadas UTM 715574 E y 9393767 S. La finalidad de la investigación fue determinar el impacto ambiental sobre la biodiversidad del suelo productivo que fue rozado y posteriormente incendiado para utilizar el suelo en cultivos nuevos como los pastizales. La metodología que se utilizó para cuantificar el daño ambiental fue elaborar las matrices de Leopold, de cuya matriz original se tomaron en la primera matriz las siguientes variables: tierra, agua, atmósfera, procesos, flora y fauna, y en la segunda matriz se consideraron los factores estéticos y de interés humano, nivel cultural y relaciones ecológicas. En la primera matriz el impacto ambiental negativo fue de mucho riesgo: -1400/2673; y en el segundo caso el impacto negativo fue menor: -430/1103. El impacto ambiental negativo sobre la biodiversidad fue que antes del incendio se contó con Bacterias totales  $75 \times 10^6$  ufc/gr; Azotobacter spp. 95 NMP/gr; Bacillus spp  $72 \times 10^3$  ufc/gr; Actinomicetos  $54 \times 10^5$  ufc/gr y Hongos  $16 \times 10^4$  ufc/gr., y 24 horas después del incendio solo se contó con Hongos  $8 \times 10^3$  ufc/gr. También se determinó la variación del pH del suelo, inicialmente fue 6.1 y 24 horas después del incendio, el pH varió a 7.70; lo cual según Motsara, M.R. & Roy, R.N. (2008), correspondió a un suelo moderadamente alcalino. Los recursos naturales evidenciaron el impacto ambiental cuando se alteró el aire atmosférico por emisión de sustancias gaseosas y material particulado en suspensión; el agua se vio afectada en la disponibilidad de agua para las quebradas y puntos acuíferos. El suelo mostró un incremento del peligro de su erosión y cambios en la eficacia y eficiencia de la capacidad productiva debido a altas temperaturas. La vegetación evidenció la pérdida inmediata de cobertura vegetal: árboles silvestres o de origen antrópico, como las malezas herbáceas. Finalmente, se realizaron recomendaciones de restauración para el suelo impactado como el aporte de nueva materia orgánica para promover el desarrollo de microorganismos.

**Palabras claves: Biodiversidad, incendio forestal, restauración de suelos.**

## **ABSTRACT**

The investigation was carried out in the district of Bellavista, province of Jaén, the georeferenced area was located between the coordinates UTM 715574 E and 9393767 S. The purpose of the investigation was to determine the environmental impact on the biodiversity of the productive land that was grazed and later burned to use the soil in new crops such as grasslands. The methodology that was used to quantify the environmental damage was to elaborate the Leopold matrices, from whose original matrix the following variables were taken in the first matrix: earth, water, atmosphere, processes, flora and fauna, and in the second matrix they were considered aesthetic factors and human interest, cultural level and ecological relationships. In the first matrix the negative environmental impact was very risky: -1400/2673; and in the second case the negative impact was less: -430/1103. The negative environmental impact on biodiversity was that before the fire there were total bacteria  $75 \times 10^6$  cfu / gr; Azotobacter spp. 95 NMP / gr; Bacillus spp  $72 \times 10^3$  cfu / gr; Actinomycetes  $54 \times 10^5$  cfu / gr and Fungi  $16 \times 10^4$  cfu / gr., And 24 hours after the fire, only  $8 \times 10^3$  cfu / gr. The soil pH variation was also determined, initially it was 6.1 and 24 hours after the fire, the pH varied to 7.70; which according to Motsara, M.R. & Roy, R.N. (2008), corresponded to a moderately alkaline soil. Natural resources evidenced the environmental impact when atmospheric air was altered by the emission of gaseous substances and suspended particulate material; Water was affected in the availability of water for streams and water points. The soil showed an increase in the danger of its erosion and changes in the effectiveness and efficiency of the productive capacity due to high temperatures. The vegetation evidenced the immediate loss of vegetation cover: wild or anthropic trees, such as herbaceous weeds. Finally, restoration recommendations were made for the impacted soil as the contribution of new organic matter to promote the development of microorganisms.

**Keywords: Biodiversity, forest fire, soil restoration.**

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación aborda un problema muy recurrente en la provincia de Jaén, y en las regiones con labores agrícolas productivas; como son los incendios forestales o quema de malezas. Estas prácticas son cada vez más rutinarias, tornándose en actividades que agravan los fenómenos naturales como el cambio climático, es decir, de forma lenta y sostenida se contribuye al cambio climático –problemática en la agenda actual mundial – por ejemplo, el cambio climático impacta al planeta con un desorden sin precedentes sobre las temperaturas climáticas en el mundo, por ejemplo: El servicio meteorológico de Francia confirmó el récord de temperatura ocurrido en junio del presente año, en la sureña localidad francesa de Provenza, que la temperatura subió hasta un nivel sin precedentes: 45,1 grados Celsius. Un segundo ejemplo del cambio climático sucedió el 24 de marzo del 2015, en el cual la Antártida (continente polar de bajísimas temperaturas), marcó 17.5 °C, esta alarmante información fue anunciada por la Organización Meteorológica Mundial; por ello, esta investigación intenta generar conciencia en las personas relacionadas a las actividades agrícolas y pecuarias, para el beneficio de los propios agricultores que realizan una muchas veces una labor empírica llena de mitos sobre sus actividades rutinarias del agro. Sin embargo, la temperatura no es el único indicador del cambio climático, también lo son las lluvias prolongadas (inundaciones, huaycos, deslizamientos, etc) o las largas sequías. Marcos et al., (2017), sostuvieron que las sequías se caracterizan por una combinación de índices estandarizados relativos: Índice de precipitación estandarizada (rSPI), Índice de evapotranspiración de precipitación estandarizada (rSPEI) y un Índice de flujo estandarizado (rSFI). Los resultados muestran un aumento general en la intensidad y magnitud de las sequías meteorológicas e hidrológicas en escenarios de cambio climático, debido a los efectos combinados de la reducción de la lluvia y el

aumento de la evapotranspiración. Paralelamente, la Organización Meteorológica Mundial dió cuenta del Instituto Postdam para la Investigación del Impacto Climático de Alemania que había concluido en un estudio que *“el cambio climático ha incrementado los episodios de fuertes precipitaciones, causantes de inundaciones o graves daños, en diferentes regiones del planeta en un 12 por ciento”*.

Un mito que se observó como negativo para el medio ambiente es la creencia de “quemar foresta para que llueva”, esta práctica agrícola fue uno de los motivos entre otros ( afán de iniciar nuevas siembras en las áreas deforestadas, renovación de pastos en las invernadas, etc.) que durante la época de sequías (2012-2016), “apresuraría” la llegada de las lluvias. De forma, que en ese periodo se registraron 587 incendios forestales a nivel nacional, que arrasaron 94 239.9 hectáreas de cobertura vegetal y afectaron otras 93 365.8 hectáreas de tierra, además de destruir los hábitats naturales de la fauna silvestre (SERFOR, 2019).

La problemática se vuelve muy seria al considerar que un incendio afecta además de lo señalado, la biodiversidad microbiológica del suelo, variable importante para fijar la salud y productividad del suelo, debido a la notable participación sobre la degradación de la materia orgánica, ciclo biológico del carbono, nitrógeno y fósforo, es decir, su existencia promueve la existencia de los diferentes cultivos que conocemos a través de la estabilidad de los ecosistemas edáficos (Garbeva et al., 2004).

La provincia de Jaén, al igual que otras provincias de la región Cajamarca desarrolla gran parte de su economía en la actividad agropecuaria, es decir, existen cultivos comunes como el café(18.1%), cacao(10%), maíz(8.8%) y arroz(9.2%); además, de la crianza de cerdos y ganado vacuno. Por ejemplo, al 2018 el INEI, reportó la existencia de 339 427 productores agropecuarios en la región Cajamarca INEI (2019). De forma similar esta misma fuente, reportó que en ésta región se deforestaron 520 030 hectáreas de cultivos forestales al año 2013. Y que al año 2000, esta región contaba con 869 559 hectáreas de superficie agrícola (Ver Anexos: Estimación del número de hectáreas deforestadas 2010-2014).

En cambio, el área reforestada según la misma fuente fue de 834 hectáreas (INDECI, 2016); lo que significó que se deforestó mucho más que la que se reforestó.

Consecuentemente, ante la pérdida significativa de foresta causada por incendios, causa preocupación porque además de vegetación forestal se impacta la comunidad microbiana en gran extensión de suelo. La tala de árboles como labor económica para muchos es una deforestación que exhibe niveles de deforestación en menor grado y tiempo, por ejemplo, un incendio forestal puede deforestar miles de hectáreas en una semana, lo cual marca diferencia de la tala para aprovechar el suelo en otros cultivos.

La viabilidad de la presente investigación se sustenta en describir cualitativamente y cuantitativamente los efectos nocivos sobre el suelo productivo que causan los incendios forestales y de malezas (frecuente en el arroz, pastizales, entre otros), simulados en tareas habituales y tradicionales como el rozo con quema o incendio posterior. Por ello, una de las finalidades que se busca es evitar el rozo acompañado de la quema de la maleza y árboles secos (con la finalidad de tener limpio el terreno para una determinada actividad), pues del daño es a la productividad del suelo ante la merma de población microbiana sobre y debajo del suelo (Vázquez et al., 2018).

Chimal et al., (2015), estudiaron los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) como parte esencial para el funcionamiento de los ecosistemas, entre ellos, los áridos y semiáridos. Esta investigación evaluó el efecto del fuego sobre la riqueza de especies de HMA asociada a *Cylindropuntia imbricata*, *Mimosa biuncifera* y *Zaluziana augusta*. En el Parque Ecológico Cubitos de Pachuca, se seleccionaron dos matorrales xerófilos: i) conservado y ii) perturbado por el incendio forestal. En cada matorral y de tres individuos de *C. imbricata*, *M. biuncifera*, *Z. augusta* y en áreas abiertas (AA) libres de plantas, se recolectaron muestras de suelo (1 kg) para la extracción de esporas y determinar la riqueza taxonómica de HMA por género y especie, así como la humedad y pH del suelo. Con un análisis de varianza, similitud y correspondencia se analizaron estas variables. La riqueza de HMA consistió de once morfo-especies distribuidas en seis familias. *M. biuncifera* en el sitio conservado presentó la mayor riqueza de HMA a nivel de género (6) y especie (6) y en el sitio perturbado fue *C. imbricata* con cuatro géneros y seis especies. El fuego redujo la riqueza de especies de HMA en un 50, 25 y 50 % en *M. biuncifera*, *Z. augusta* y en las AA, respectivamente; mientras que, en *C. imbricata* se incrementó en un 34 %. La familia *Gigasporaceae* sólo estuvo asociada a *M. biuncifera* y *Z. augusta* en la condición conservada. El análisis de correspondencia sugiere que la identidad de la especie vegetal afecta la

composición de especies de HMA.

Huerta y Ibarra, (2014), realizaron un estudio sobre la tasa de incendios forestales que ha variado entre 0 y 60 incidentes por año en los últimos 15 años. Sin embargo, se carece de un programa para la prevención y mitigación de efectos, debido a la falta de información documentada sobre las posibles causas y consecuencias, así como de los procesos de cambio en la cobertura que ha sufrido. En este estudio se generaron 12 mapas de las zonas incendiadas del período comprendido de 1998 a 2012, a partir del empleo de coberturas y datos de las áreas afectadas por los incendios y su manejo en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La tasa de pérdida anual de masa forestal producto de los incendios fue de 1.31 %. Los mapas generados indicaron que las localidades que con mayor frecuencia se incendian fueron: Los Chorros de Tala, La Lobera, Agua Dulce, La Primavera, Las Tinajas y El Tecuán. Entre las principales causas destaca la práctica agronómica de quema de los cultivos de la caña de azúcar para incrementar el rendimiento durante la zafra y que provoca incendios en superficies de bosque cercanas a los sitios donde se realiza. Otra causa de incendio es la acumulación de material combustible, que sumado a condiciones ambientales de extrema sequía y fuertes vientos, deriva en incendios de grandes magnitudes. El análisis del historial de incendios en la APFFLP, durante el período de estudio, mostró un incremento en la pérdida de superficie boscosa por causa del fuego. Es necesario implementar la generación de mapas de riesgo y prevención de incendios, así como promover el uso adecuado del fuego en las localidades, y establecer mecanismos para la toma de decisiones sobre el uso del territorio.

Ocampo, (2018), estudió la trazabilidad del proceso de recuperación de los Bosques Altoandinos de los Cerros Orientales afectados por incendios forestales y retamo espinoso, por medio de modelos conceptuales. Para ello, revisó información sobre variables meteorológicas, vegetales, sociales e institucionales, que permitieran caracterizar los disturbios y su influencia sobre este ecosistema. En el primer modelo, describió la afectación total de los Bosques Altoandinos bajo un escenario de incendio forestal y retamo espinoso, donde el componente de vegetación es el principal combustible para la generación y propagación del fuego; las consecuencias del evento van desde la alteración en la generación de servicios ecosistémicos, hasta los cambios en la sucesión ecológica. En el segundo modelo fue el de transición, donde se presentan las acciones que deben incluirse para el restablecimiento del ecosistema. Entre ellas se

tienen los procesos de restauración ecológica, como el manejo integral del suelo, la recomposición de coberturas vegetales, el manejo y control de especies exóticas y los acercamientos entre las instituciones ambientales y la comunidad. El tercer modelo, hizo referencia a un escenario ideal de un ecosistema restaurado, donde todos los componentes han sido restablecidos, hay una sucesión ecológica apropiada y se genera una apropiación de los Cerros Orientales como generadores de bienes y servicios. Finalmente, se proponen una serie de conclusiones que permitirán la generación de modelos para eventuales procesos de restauración, además de pautas para el manejo de especies exóticas y el abordaje de temas interinstitucionales.

González et al., (2011), evaluaron que las principales causas de estos patrones se asociarían tanto a cambios en el clima como en las prácticas de uso de la tierra. La presente contribución examina sucintamente los recientes cambios y proyecciones climáticas y su potencial influencia en la ocurrencia de incendios en la zona centro-sur de Chile, así como las medidas de adaptación necesarias para hacer frente a este problema. Diversos estudios coinciden en que el mayor efecto del cambio climático en esta zona estará asociado a la disminución de las precipitaciones lo cual incidiría en un incremento de la ocurrencia y área afectada por incendios forestales. Bajo este escenario, el principal desafío está en definir acertadamente las políticas y estrategias de mitigación y adaptación sectoriales con la finalidad de promover bosques más saludables, en términos de productividad, diversidad y resiliencia, asegurando una provisión continua de servicios ecosistémicos bajo un clima cambiante.

Capulín et al., (2010), estudiaron los incendios forestales, al detectar que los incendios incrementan la disponibilidad de algunos elementos en el suelo y provocan la pérdida de otros en forma gaseosa, alterando la dinámica normal de la vegetación. El presente trabajo investigó la influencia de un incendio forestal natural, moderado y superficial, sobre la vegetación y el suelo. Se establecieron cinco parcelas de muestreo de 25 m<sup>2</sup>, tres dentro de la zona incendiada y dos fuera de ésta (testigo). Tras el incendio se colectaron muestras compuestas del suelo integradas por cuatro submuestras tomadas aleatoriamente, en profundidades de 0-5 y 5-30 cm, generando cuatro condiciones que se evaluaron a los 15, 180, 365 y 540 días. En cada muestra se determinó pH, materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo y textura. La vegetación se muestreó a los 30, 180 y 540 días después del incendio mediante el método de

barrido, empleando guías botánicas de identificación. El pH del suelo se incrementó significativamente por la incorporación de cenizas y bases cambiables respecto al área testigo. La materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno total disminuyeron con el incendio, siendo mayor el efecto en la capa superficial (0-5 cm); contrariamente, el fósforo incrementó su contenido en dicha capa, debido a que la intensidad del incendio fue moderada. Se incrementó la proporción de arena en detrimento de la arcilla. El estudio de la vegetación mostró incremento en el número de especies e individuos en el área siniestrada respecto al testigo, lo cual indica que el incendio creó condiciones para el establecimiento de especies pioneras que formaron un microclima para la regeneración natural de la vegetación original.

Vázquez et al., (2018), estudiaron los suelos de los ecosistemas forestales tienen tasas de infiltración altas, y por lo tanto, la magnitud de la escorrentía y la erosión es baja, situación que puede revertirse por el fuego. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres niveles de severidad de incendios en la escorrentía y producción de sedimentos, mediante simulación de lluvia en encinares de la Sierra Madre Oriental. Por medio de árboles de regresión se identificaron las características de la superficie del suelo que más influencia tienen sobre ambos procesos. La escorrentía promedio, la escorrentía máxima y la producción de sedimentos fueron mayores en áreas con severidad de incendio alta, que en las áreas con severidad moderada y áreas sin quemar. Las variables de con más repercusión fueron la rugosidad de la superficie del suelo, la pendiente y las coberturas de mantillo y fragmentos de rocas. Se concluye que la severidad de incendios es fundamental para entender los procesos hidrológicos superficiales y de erosión, y que las características de la superficie del suelo modificadas por el fuego, como la cobertura y la microtopografía afectan la escorrentía y producción de sedimentos en áreas quemadas. Los resultados son útiles para identificar áreas prioritarias para la restauración de suelos y definir acciones de mitigación de la erosión.

Gómez et al., (2014), estudiaron los incendios forestales ya sean naturales, prescritos o intencionados, son una amenaza importante que afecta año con año los ecosistemas forestales de México. En los años 2009 y 2010 se quemaron aproximadamente 70 ha del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio en el municipio de Uruapan, Michoacán. Como parte de un estudio de seguimiento de la comunidad de macromicetos de este

parque nacional, se analizaron los cambios en la riqueza y composición de especies asociadas a los sitios quemados. Se muestrearon tres parcelas de 300 m<sup>2</sup> durante tres años (un año antes y dos años después de los incendios); se registraron 81 taxones de macromicetos en las parcelas, de los cuales 10 se consideran especies pirófilas. Los resultados muestran que hubo diferencias mínimas en la riqueza de especies entre las parcelas antes y posteriores del incendio; sin embargo, se presentó una tasa alta de recambio de especies (diversidad beta temporal), por lo que se concluye que la composición de especies es un indicador de la intensidad del incendio y de sus efectos sobre las comunidades forestales.

Entonces, la actividad del rozo agrícola contribuye a problemas edáficos, como: La pérdida de foresta, vital para evitar el calentamiento global del planeta, la pérdida de productividad en el suelo a la desaparición de la biodiversidad microbiana y la pérdida de la flora superficial junto a la fauna habitantes de las áreas quemadas (Gómez et al., 2014). Todo en conjunto se denomina impacto del medio ambiente, y lo que se pretende con la presente investigación es describir la evaluación del impacto ambiental sobre la biodiversidad y aquello que afecte la productividad del suelo dentro del contexto geográfico de la provincia de Jaén, para ello se ha ocupado en la investigación un área rozada y ubicada geográficamente en el distrito de Bellavista de ésta provincia.

La metodología empleada fue de un lado cuantitativo, en tanto se realizó un análisis microbiológico sobre la población microbiana para conocer el impacto sobre su existencia antes y después del incendio forestal. Y de otra parte, fue descriptivo, al hacer uso de las matrices de Leopold para abordar cada sector y variable impactada por el incendio sobre un área productiva. Esto permitió conocer las actividades que serán necesarias realizar para remediar el impacto ambiental sobre los suelos, biodiversidad, flora y fauna terrestre.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Realizar la evaluación del impacto ambiental y la biodiversidad en un área deforestada por un incendio forestal en la provincia de Jaén.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Dibujar la cartografía del área quemada y deforestada.
- Describir el impacto ambiental al suelo (análisis de suelo) y biodiversidad ecológica (análisis microbiológico).
- Describir las consecuencias del daño ecológico de un terreno deforestado por un incendio.
- Proponer algunas medidas de remediación ambiental.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1 Metodología**

El método empleado fue descriptivo - cuantitativo, se realizó una investigación que contrasta la vigencia actual dañada de los ecosistemas en la zona de estudio, respecto a la riqueza diversa y natural que presentaba antes del incendio.

Para ello, se hizo uso de mapas cartográficos para delimitar el impacto del suelo productivo y al mismo tiempo evaluar el impacto ambiental.

El análisis cartográfico permitió identificar la extensión geográfica del daño ecológico, para tener una idea casi real del impacto ambiental.

#### **3.2 Población:**

La población estuvo constituida por la geografía forestal de todo el distrito de Bellavista, perteneciente a la provincia de Jaén – región Cajamarca. El distrito de Bellavista geográficamente se encuentra ubicado en la parte nor-este de la provincia de Jaén, presentó las siguientes coordenadas, geográficas: 5°38' de latitud sur y 78°42'30'' de longitud oeste, con una altitud de 421 m.s.n.m.

#### **3.3 Muestra:**

La muestra del presente proyecto de investigación fue el terreno afectado por el incendio forestal con impacto sobre toda la biodiversidad existente en el terreno seleccionado para la evaluación del daño ecológico, el cual se entiende y comprende por la variabilidad de la estructura vegetativa y paisística.

#### **3.4 Muestreo:**

El muestreo se realizó sobre el suelo afectado por la quema forestal, se buscó determinar el daño ecológico sobre toda la biodiversidad en ese sector: suelo, flora, fauna regional, microorganismos del suelo, entre otros. Para el muestreo se realizó una estratificación del suelo materia en estudio, se tomó como referencia dentro del área afectada al cual se le tomó 10 kg (5 kg antes del incendio y 5 kg después del incendio) de muestras de suelo de forma aleatoria dentro del perímetro rozado, con la finalidad de representar y promediar las variables de investigación. Las muestras

se extrajeron desde la superficie hasta 5 centímetros de profundidad para tratar de representar la mayor cantidad de materia orgánica.

- Dos (2) muestras fueron representativas del paisaje planicie fluvial, por que atraviesa un cauce de quebrada que podría dar lugar a una inundación en época de lluvia.
- Dos (2) muestras fueron representativas del sub paisaje terraza media no inundable, es decir, el terreno no ofreció riesgos de posibles inundaciones por crecidas de quebradas.
- Dos (2) muestras fueron representativas del paisaje de colina alta (cima), debido al terreno que en la práctica no superaba los 80 metros,



**Figura 1. Terreno antes de la quema en la parte alta.**

- Dos (2) muestras fueron representativas del paisaje de colina baja, fue un terreno que correspondió a la parte del cerro. Ver figura 1.
- Dos (2) muestras fueron representativas del paisaje montañoso, por ofrecer la presencia de buena foresta. Ver figura 2.



**Figura 2. Terreno antes de la quema en la zona montañosa.**

Para ello, se siguió las recomendaciones de toma de muestras formuladas por ISO 11464 (1994).

### 3.4.1 Técnica de muestreo del suelo:

La técnica de muestreo fue aplicada a las dos etapas en los dos tiempos de evaluación.

#### a.- Etapa de muestreo antes del incendio forestal.

Las muestras de suelo (ver figura 3) se guardaron en bolsas oscuras para su protección y embalaje a un laboratorio acreditado y especializado (Rivelab SAC).



*Figura 3. Terreno antes de la quema en la zona montañosa.*

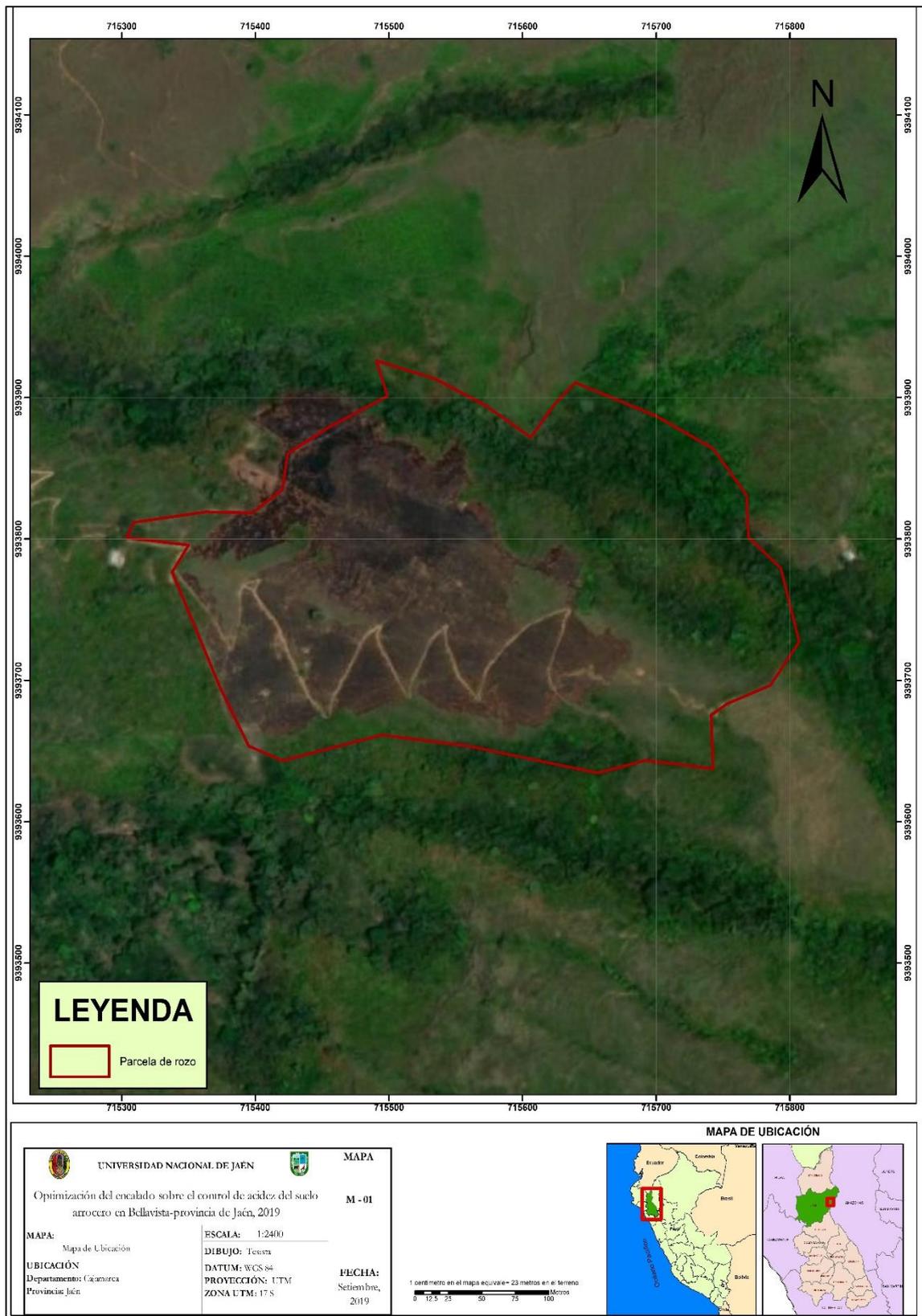
#### b.- Proceso del rozo.

Los trabajadores utilizaron una motosierra para cortar la foresta (ver figura 4).



*Figura 4. Tumba de foresta típica.*

### 3.5 Cartografía del área quemada y deforestada:



**Figura 5. Mapa de ubicación del terreno quemado por el incendio forestal.**

La presente investigación se desarrolló en los límites del distrito de Bellavista, perteneciente a la provincia de Jaén, región Cajamarca, Perú. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas UTM 715574 E y 9393767 S. Ver figura 5.

#### **Fase de estudio del terreno:**

La evaluación preliminar del terreno, consistió en la toma de datos de los antecedentes, recopilación de información nacional e internacional, análisis de la información geográfica. Para el fin cartográfico sobre el terreno se obtuvieron imágenes del terreno en estudio en formato vectorial y raster. A continuación se acopió información cartográficas de los geo servidores nacionales y plataformas virtuales (Geographic Information Systems: SIG, mapas cartográficos). A continuación, se diseñó un plan de investigación para el estudio del suelo impactado:

- Realización de mapas de cada criterio de selección.
- Evaluación e integración de mapas sobre la topografía e hidrografía.
- Validación del área rozada.
- Caracterización del suelo impactado: Química y microbiológica.

#### **3.5.1. Extensión afectada:**

El terreno siniestrado produjo un área afectada por el incendio forestal que ocupó un área superficial de 10 hectáreas.

#### **3.5.2 Acceso al terreno:**

El área en estudio se ubica de forma colindante al nuevo local de propiedad de CENFRO – CAFÉ, en trayectoria al aeropuerto. El medio para trasladarse es sencillo a través de cualquier movilidad que transporte en dirección al aeropuerto de Jaén.

### **3.6 Descripción del impacto ambiental al suelo (análisis de suelo) y biodiversidad ecológica (análisis microbiológico).**

El impacto ambiental del terreno forestal incendiado fue evaluado desde el punto de vista químico (análisis de suelos) y biodiversidad microbiológica (análisis microbiológico).

Para la evaluación del impacto ambiental fue necesario abordar una metodología de impacto ambiental para medir las consecuencia del quemado de foresta. Para ello se

utilizó, la metodología matricial de Leopold.

### **Matrices de Leopold.**

Este método fue desarrollado en 1971 por Luna Leopold. Fue un método indirecto de evaluación de impactos, porque se calificó las interacciones entre la quema de foresta y el medio ambiente. Por lo tanto, se utilizó una matriz construida para identificar impactos, con base a las ASPI (Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos) y las FARI (Factores ambientales receptores de impactos) (Ott, 1978). En su versión original, la matriz de Leopold contiene 100 acciones susceptibles de causar impacto y 88 características o condiciones ambientales (ver anexos versión completa de la matriz).

La calificación de cada variable se realizó de acuerdo a la siguiente calificación de la tabla 1 y 2. La calificación observó los niveles para la Magnitud de: bajo, medio, alto y muy alto. En cambio, para medir los niveles de la Importancia, utilizó los siguientes niveles: Temporal, media y permanente. En cuanto a la influencia de la importancia, esta fue catalogada bajo los niveles de: puntual, local y regional.

En todos los casos se miden desde 1 a 10.

**Tabla 1. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo.**

| <b>Magnitud</b>   |                   |                     | <b>Importancia</b> |                   |                     |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Intensidad</b> | <b>Afectación</b> | <b>Calificación</b> | <b>Duración</b>    | <b>Influencia</b> | <b>Calificación</b> |
| Baja              | Baja              | -1                  | Temporal           | Puntual           | +1                  |
| Baja              | Baja              | -2                  | Media              | Puntual           | +2                  |
| Baja              | Alta              | -3                  | Permanente         | Puntual           | +3                  |
| Media             | Baja              | -4                  | Temporal           | Local             | +4                  |
| Media             | Media             | -5                  | Media              | Local             | +5                  |
| Media             | Alta              | -6                  | Permanente         | Local             | +6                  |
| Alta              | Baja              | -7                  | Temporal           | Regional          | +7                  |
| Alta              | Media             | -8                  | Media              | Regional          | +8                  |
| Alta              | Alta              | -9                  | Permanente         | Regional          | +9                  |
| Muy alta          | Alta              | -10                 | Permanente         | Regional          | +10                 |

Fuente: (Chimal et al., 2015).

**Tabla 2. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo.**

| Magnitud   |            |              | Importancia |            |              |
|------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Intensidad | Afectación | Calificación | Duración    | Influencia | Calificación |
| Baja       | Baja       | +1           | Temporal    | Puntual    | +1           |
| Baja       | Baja       | +2           | Media       | Puntual    | +2           |
| Baja       | Alta       | +3           | Permanente  | Puntual    | +3           |
| Media      | Baja       | +4           | Temporal    | Local      | +4           |
| Media      | Media      | +5           | Media       | Local      | +5           |
| Media      | Alta       | +6           | Permanente  | Local      | +6           |
| Alta       | Baja       | +7           | Temporal    | Regional   | +7           |
|            | Media      | +8           | Media       | Regional   | +8           |
| Alta       |            |              |             |            |              |
| Alta       | Alta       | +9           | Permanente  | Regional   | +9           |
| Muy alta   | Alta       | +10          | Permanente  | Regional   | +10          |

Fuente: (Chimal et al., 2015).

Los factores ambientales en la matriz de Leopold se agruparon según los siguientes tipos:

**Características físico-químicas.**

- a) Tierra.
- b) Agua.
- c) Atmósfera.
- d) Procesos.

**Condiciones biológicas.**

- a) Flora.
- b) Fauna.

**Factores culturales.**

- a) Usos del territorio.
- b) Recreativos.
- c) Estéticos y de interés humano.
- d) Nivel cultural.
- e) Servicios e infraestructuras.

**Relaciones ecológicas.**

- a) Salinización.
- b) Eutrofización.
- c) Vectores de enfermedades (insectos).
- d) Cadenas alimentarias.
- e) Invasiones de maleza, etc.

**Metodología para usar la matriz de Leopold:**

Cada celda de intersección se dividió con una diagonal y se procedió del siguiente modo: En la parte superior izquierda se indicó la magnitud del impacto, es decir, el grado de extensión o escala del impacto precedido del signo + o - según sea un impacto positivo o negativo. La magnitud se calificó del 1 al 10. Se colocó 1, si la alteración fue mínima y 10 si fue máxima (el cero no es válido).

a) En la parte inferior derecha se hizo constar la importancia, es decir, el grado de intensidad o grado de incidencia de la acción impactante sobre un factor. La importancia se calificó del 1 al 10 (el cero no es válido).

b) La suma de las celdas por filas indicó las incidencias de todas las acciones, es decir, del conjunto del proyecto, sobre cada factor ambiental; es por tanto, un indicador de la fragilidad de ese factor ante el proyecto.

c) La suma de las celdas por columnas dió una valoración relativa del efecto que cada acción impactante produjo en el medio y, por tanto, la agresividad de esa acción.

De la versión completa de Leopold, se tomó aquellas variables que son pertinentes y adecuadas para medir el impacto de la quema forestal con el medio ambiente.

De modo similar se valoró la matriz de impacto ambiental.

**Tabla 3. Calificación de la matriz de impacto ambiental**

| <b>Impacto</b> | <b>Magnitud</b> | <b>Importancia</b> |
|----------------|-----------------|--------------------|
| Baja           | < 100           | < 100              |
| Moderado       | > 100 - <200    | > 100 - <200       |
| Alto           | > 200           | > 200              |
| Muy alto       | > 1000          | > 1000             |

Fuente: (Gómez et al., 2014).

Factores que determinaron impacto ambiental del suelo:

### **Físico:**

La quema de foresta produjo alteraciones físicas en el suelo, debido a la alta temperatura que realizó el rozo, con temperaturas que bordean fácilmente los 2 000 °C. Físicamente, el suelo al quedar sin la foresta, quedó expuesto a la generación de erosión, la pérdida de materia orgánica y por ende nutrientes esenciales para la vida vegetativa. Uno de los factores físicos es que el incendio, favoreció la erosión de bosques y matorrales, además del aumento de la escorrentía.

### **Químico:**

Químicamente, el suelo enfrentó una reacción de oxidación térmica, siendo:



El suelo como resultado del calor pierde toda humedad, y concentra las sales de calcio e iones potasio en su interior. Lo cual trajo como consecuencia la elevación del pH el cual se corroboró con el análisis de suelo, que se determinó en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén.

### **Evaluación del pH**

La muestra de suelo se tomó del suelo quemado, después de 24 horas de realizado la quema de foresta y maleza. Se tomó la muestra a una profundidad de 5 cm. Una vez en el laboratorio se procedió a realizar el acondicionamiento del suelo mediante el uso de un mortero se procedio a triturar los terrones, para finalmente, tamizarlo con un tamiz de 2 mm de diámetro (ISO 11464, 1994), ver figura 6.



**Figura 6. Medida del pH del suelo quemado**

En un vaso de precipitación se tomó 20 gramos de suelo fino a 2 mm y se mezcló con agua destilada en una proporción de 1:2 (suelo-agua), con la ayuda de un agitador se procedió a agitar la mezcla de suelo y agua hasta uniformizar la mezcla.

A continuación, se realizó la calibración del pHmetro, mediante el uso de dos soluciones buffer: pH 4.0 y 10.0 Luego se lavó el bulbo con abundante agua destilada. Seguidamente se introdujo el electrodo del pH debidamente calibrado y se tomó lectura de la pantalla digital.

### **Microbiológico:**

Desde el punto de vista microbiológico, el incendio hizo un impacto negativo según los resultados del análisis de suelos. El suelo es la materia que se encuentra sobre la superficie y que se caracterizó por poseer varias sustancias químicas como minerales, además de gases disueltos. Pero sobre todo, el suelo fue el hábitat de millones de microorganismos que habitan como responsables de la descomposición de la materia orgánica. El calor ocasionado por el rozo hizo que el suelo varíe algunas de sus propiedades, como resultado de la calcinación de la foresta y maleza. Entre las propiedades afectadas del suelo: Regulación del clima, hábitat de microorganismos, retención del carbono y vulnerabilidad a los contaminantes del suelo.

### **Análisis químico de suelos:**

Antecedente: El 2 de octubre a 10:00 a.m., se realizó el muestreo de suelo de 5 kg de suelo, es decir, una hora antes del rozo o quema forestal. En la misma fecha a las 11:00 a.m., se ejecutó el rozo del terreno forestal. El día 3 de octubre se tomó un muestreo de 5 kg. de suelo quemado (ver figura 7), se tuvo cuidado de escoger suelos entre los 5 centímetros de superficie. Inmediatamente, se procedió a sellar las bolsas para su envío hacia el Laboratorio Rivelab SAC. de la ciudad de Trujillo. Cuyos resultados se adjuntan en los anexos.



**Figura 7. Muestreo de suelo quemado.**

### **Característica de suelo sin quemar:**

Textura: franco arenosa, lo cual describió un terreno con buenas aptitudes para la agricultura tropical. pH = 6.1; mostró un suelo con una acidez muy buena para la disponibilidad e nutrientes. Conductividad eléctrica = 0.7 dSm/m, típico de un buen suelo. Materia orgánica = 4.62 %, mostró un contenido alto de materia orgánica, típico de suelos forestales. Fósforo = 160 ppm., valor dentro del promedio de un suelo. Potasio = 252 ppm., valor dentro del promedio de un suelo.

### **Análisis microbiológico suelos:**

- Bacterias totales ufc/gr =  $75 \times 10^6$
- Azotobacter spp. NMP /gr = 95
- Bacillus spp ufc/gr =  $72 \times 10^3$
- Actinomicetos ufc/gr =  $54 \times 10^5$
- Hongos ufc/gr =  $16 \times 10^4$

Este alto número de microorganismos, nos dió una idea de la riqueza del suelo, propio de terrenos con buen contenido de materia orgánica, como los suelos forestales.

### **Característica de suelo quemado ó impactado:**

Debido a que el fuego impacta con más claridad la vida microbiológica, se orientó su análisis, a determinar la microbiología del suelo después de la quema ó rozo. El reporte informó lo siguiente:

Tipos de microorganismo presentes:

- Bacterias totales ufc/gr = Trazas.
- Azotobacter spp. NMP /gr = Trazas.
- Bacillus spp ufc/gr = Trazas.
- Actinomicetos ufc/gr = Trazas.
- Hongos ufc/gr =  $8 \times 10^3$ .

La información corroboró el daño ecológico ocurrido en el incendio foresta. Al quemar y casi desaparecer la comunidad microbiológica del suelo. Se resaltó la presencia de hongos que fueron apareciendo apenas 24 horas de haber ocurrido el incendio forestal. Su presencia se explica porque la quema de la foresta tuvo como efectos secundarios, cambios químicos en el pH del suelo, es decir, se concentró la presencia de potasio y calcio, lográndose incrementar el pH del suelo, y por ende permitió la aparición de hongos, a diferencia de las bacterias que no viven en medios alcalinos.

### **3.7 Descripción de las consecuencias del daño ecológico de un terreno deforestado por un incendio.**

Las consecuencias del impacto ambiental o daño ecológico del terreno deforestado por el incendio, se midió mediante las variables establecidas en las matrices de Leopold, como parte de la metodología para impactos ambientales:

#### **3.7.1 Características físicas y químicas:**

##### **Tierra**

###### **a.- Suelos:**

El suelo quemado fue impactado reduciendo al mínimo la comunidad microbiana responsable de la descomposición orgánica.

###### **b.- Desertización:**

La pérdida de foresta en el terreno seleccionado, fue muestra de la pérdida grande de biomasa. En un solo día se quemaron 4 hectáreas. En total se quemaron 10 hectareas de montaña con fines agrícolas.

###### **c.- Compactación del suelo:**

Parte del terreno deforestado fue orientado a la siembra de pasturas con la consecuente compactación del suelo. El trajinar del ganado vacuno, en el tiempo aprisiona los suelos.

###### **d.- Disminución de fertilidad:**

La pérdida de foresta trajo como efecto inmediato el incremento ligero del pH, ocasionando la demora de recuperación de bacterias y organismos típicos para la descomposición de materia orgánica.

###### **e.- Reducción de microfauna del suelo:**

Se evidenció la pérdida a niveles de casi cero, la presencia de bacterias. Solamente, se identificaron hongos, los cuales se vieron favorecidos por el incremento ligero del pH.

###### **f.- Erosión hídrica:**

El terreno deforestado quedó desprotegido de las erosiones debido a la cargas de aguas o lluvias. Cuando el agua logra filtrar el suelo, se observaron deslizamientos de tierra.

###### **g.- Zonas inestables:**

El terreno quemado, presentó zonas inestables por las pendientes del terreno y la falta de árboles.

## **Agua**

### **a.- Subterránea:**

El agua subterránea se volvió un problema por la erosión de un suelo deforestado.

### **b.- Calidad:**

La calidad del suelo bajó debido a la pérdida de foresta cuyo efecto en el mediano y largo plazo, será la ausencia de lluvias.

### **c.- Temperatura:**

El terreno deforestado incrementó su temperatura ante la falta de sombras provenientes por los árboles.

## **Atmósfera**

### **a.- Calidad de gases:**

La atmósfera gaseosa se contaminó por la emisión de gases de combustión: CO, C, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, entre otros.

### **b.- Clima:**

El clima es más tropical de lo normal. La ausencia de lluvias generó ausencia de lluvias y por ende ausencia del equilibrio térmico.

### **c.- Temperatura:**

La temperatura se elevó. La sensación térmica fue muy superior a lo normal.

## **Procesos**

### **a.- Inundaciones:**

La deforestación devastó el equilibrio por ende coadyuvó al cambio climático, mediante la falta de patrones regulares de lluvia, dándose lugar a extremos climáticos.

### **b.- Erosión:**

Definitivamente, la erosión del suelo fue el efecto más próximo.

### **c.- Sorción (Intercambio de Iones, formación de complejos):**

Las altas temperaturas dieron lugar a reacciones químicas de oxidación y la formación de nuevos complejos minerales, que inmovilizaron los nutrientes.

### **d.- Asientos del suelo:**

La filtración de agua, dio lugar a asentamientos del suelo.

### **e.- Estabilidad:**

El rozo generó menos estabilidad del suelo.

### **f.- Movimientos de aire:**

La ausencia de árboles afectó el movimiento de las masas de aire. Al generarse

mayores temperaturas del entorno.

### **3.7.2 Condiciones biológicas:**

#### **Flora:**

##### **a.- Árboles, arbustos, hierbas, plantas acuáticas:**

El incendio forestal arrasó con la vida vegetal.

##### **b.- Cosechas:**

Las cosechas aledañas corren peligro de perder la fuente de agua.

##### **c.- Microflora:**

La microflora se perdió por las altas temperaturas del suelo.

##### **d.- Barreras ecológicas**

No existen las barreras ecológicas en el terreno, debido a la quema forestal.

#### **Fauna**

##### **a.- Pájaros (aves), animales terrestres incluso reptiles, peces y crustáceos:**

El incendio arrasó con la vida de los animales silvestres que habitaron en el terreno deforestado.

##### **b.- Organismos benéficos, insectos:**

Se perdió la vida de organismos vivos menores.

##### **c.- Microfauna:**

La vida de la microfauna se redujo a trazas.

##### **d.- Espacios en peligro:**

La erosión causó espacios en peligro. Al no encontrarse estable el terreno.

##### **e.- Barreras:**

No existen barreras.

### **3.7.3 Factores culturales:**

#### **Uso del territorio**

##### **a.- Selvicultura:**

No existe ninguna selvicultura sin árboles ni especies forestales.

##### **b.- Pastos:**

Se cambió la existencia de un terreno forestal por un terreno dedicado a la siembra de pasturas.

##### **c.- Agricultura:**

El rozo permitió la siembra de nuevos cultivos.

#### **Estéticos y de interés humano**

##### **a.- Vistas panorámicas y paisajes:**

La quema forestal no deja a la vista ningún paisaje, excepto la tierra desolada.

**b.- Naturaleza:**

La naturaleza se modificó a raíz del rozo.

**c.- Espacios abiertos:**

Proliferó los espacios abiertos y sin defensas.

**d.- Paisajes:**

No existe paisajes sin especies forestales.

**e.- Aspectos físicos singulares:**

La pérdida de foresta dió lugar a un lunar seco y árido dentro de una enorme vegetación.

**f.- Parques y reservas:**

No existen parques ni reservas que sean resguardados ó protegidos en Bellavista.

**g.- Espacios o ecosistemas raros o singulares:**

El calor dio lugar a la aparición de nuevos ecosistemas basados en terrenos secos y de pH alterado.

**h.- Desarmonías:**

El terreno deforestado no guardó armonía con la montaña que no fue quemada.

**Nivel cultural**

**a.- Estados de vida:**

La actividad del rozo, es una actividad frecuente y recurrente entre los agricultores.

**b.- Salud y seguridad:**

La emisión de gases tóxicos, puso en riesgo la salud de las personas cerca al rozo.

**c.- Empleo:**

El rozo es una actividad en la que intevinieron varias personas, desde la sucola, la tumba y la quema.

**3.7.4 Relaciones ecológicas:**

**a.- Insectos portadores de enfermedades:**

Un nuevo micro clima dio lugar a la presencia de nuevos insectos portadores de enfermedades.

**b.- Cadenas alimentarias:**

Las cadenas alimentarias se quebraron con la quema de foresta.

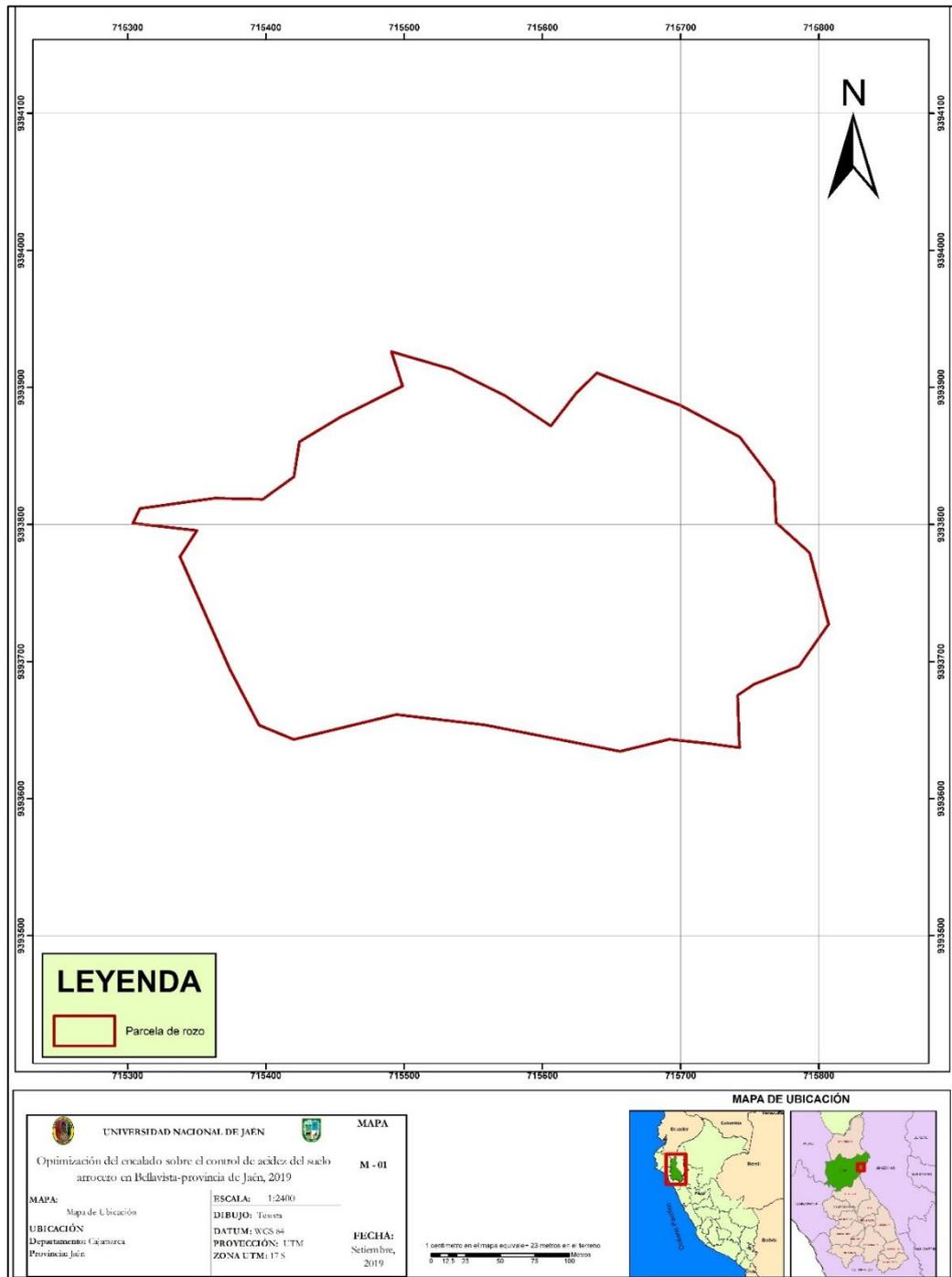
**c.- Salinización de suelos:**

La combustión produjo la evaporación de la humedad del suelo, haciendo que el contenido salino sea más concentrado.

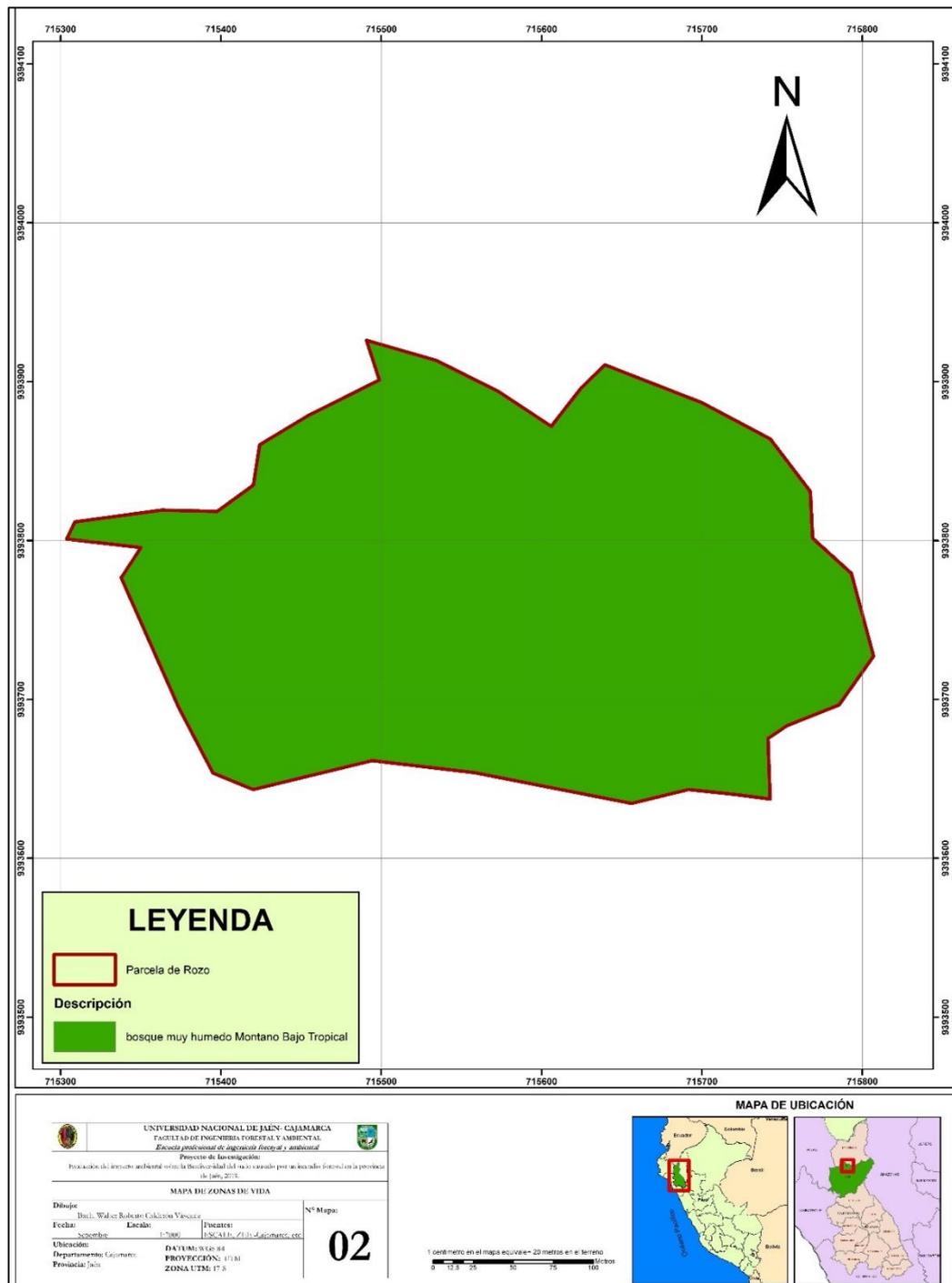
## IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultado de la cartografía del área quemada y deforestada.

La presente investigación se desarrolló en los límites del distrito de Bellavista, perteneciente a la provincia de Jaén, región Cajamarca, Perú. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas UTM 715574 E y 9393767 S.



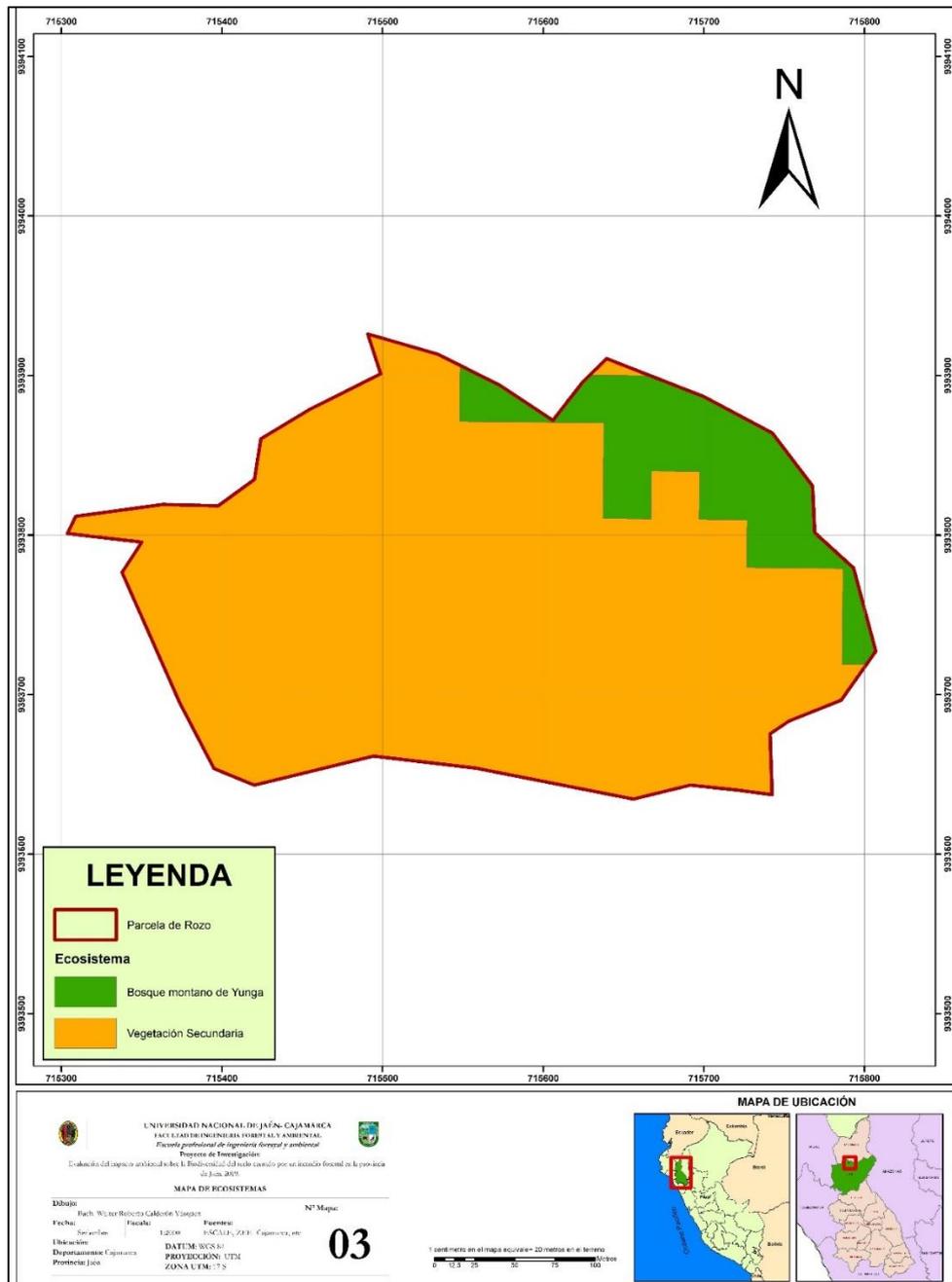
**Figura 8.** Mapa de ubicación del terreno quemado por el incendio forestal.



**Figura 9. Mapa de zonas de vida del terreno quemado por el incendio forestal.**

Análisis: El terreno materia de estudio se caracterizó por presentar un sector poblado de bosque muy húmedo - montano bajo tropical. Se distribuyó en la región latitudinal tropical con una superficie de 11.02 Km<sup>2</sup>; y su equivalente, la zona de vida bosque muy húmedo - montano bajo subtropical, se distribuyó en la región latitudinal

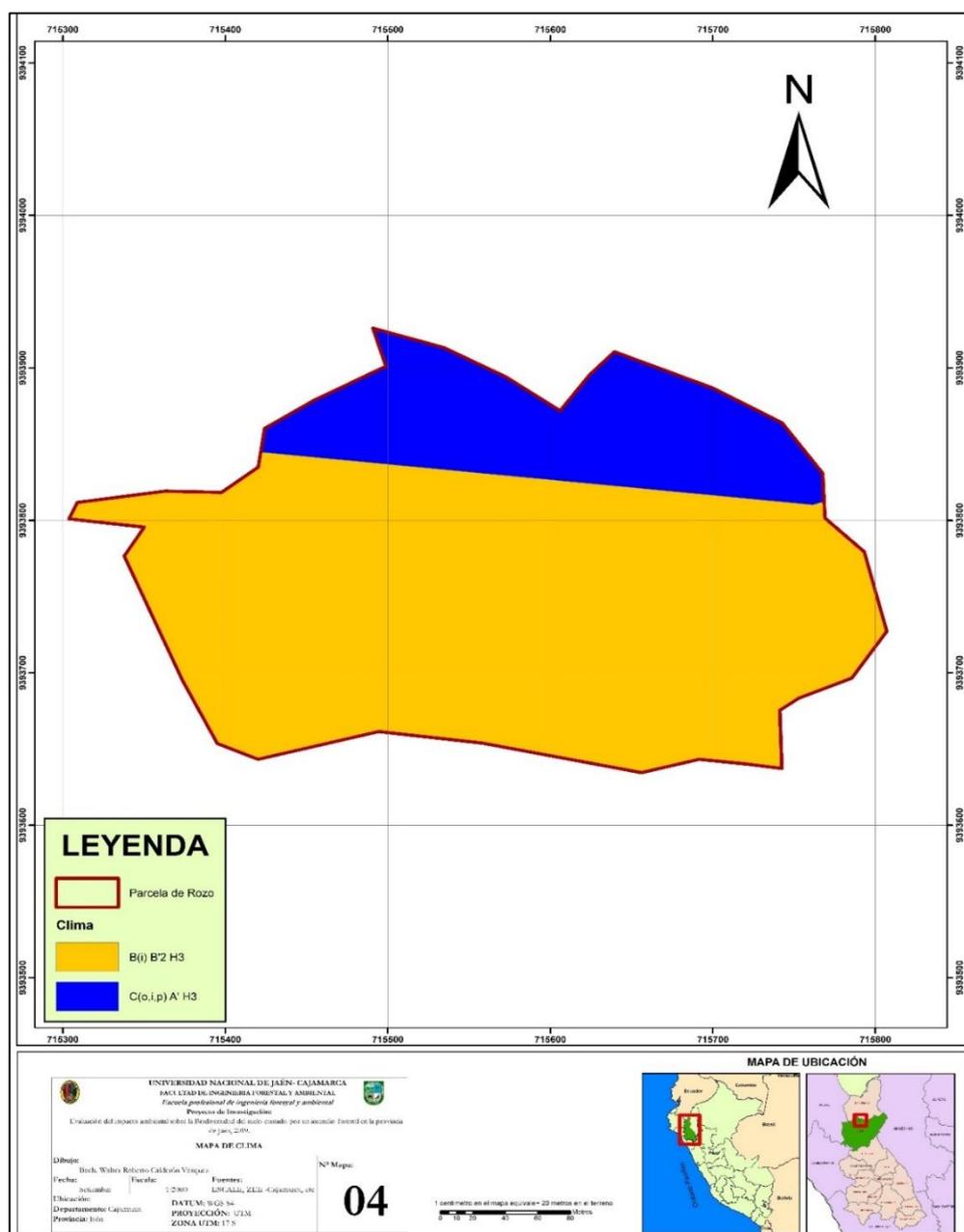
Subtropical con una superficie de 4.27 Km<sup>2</sup>. Ambas zonas de vida totalizaron una extensión de 15.29 Km<sup>2</sup>.



**Figura 10. Mapa de ecosistemas del terreno quemado por el incendio forestal.**

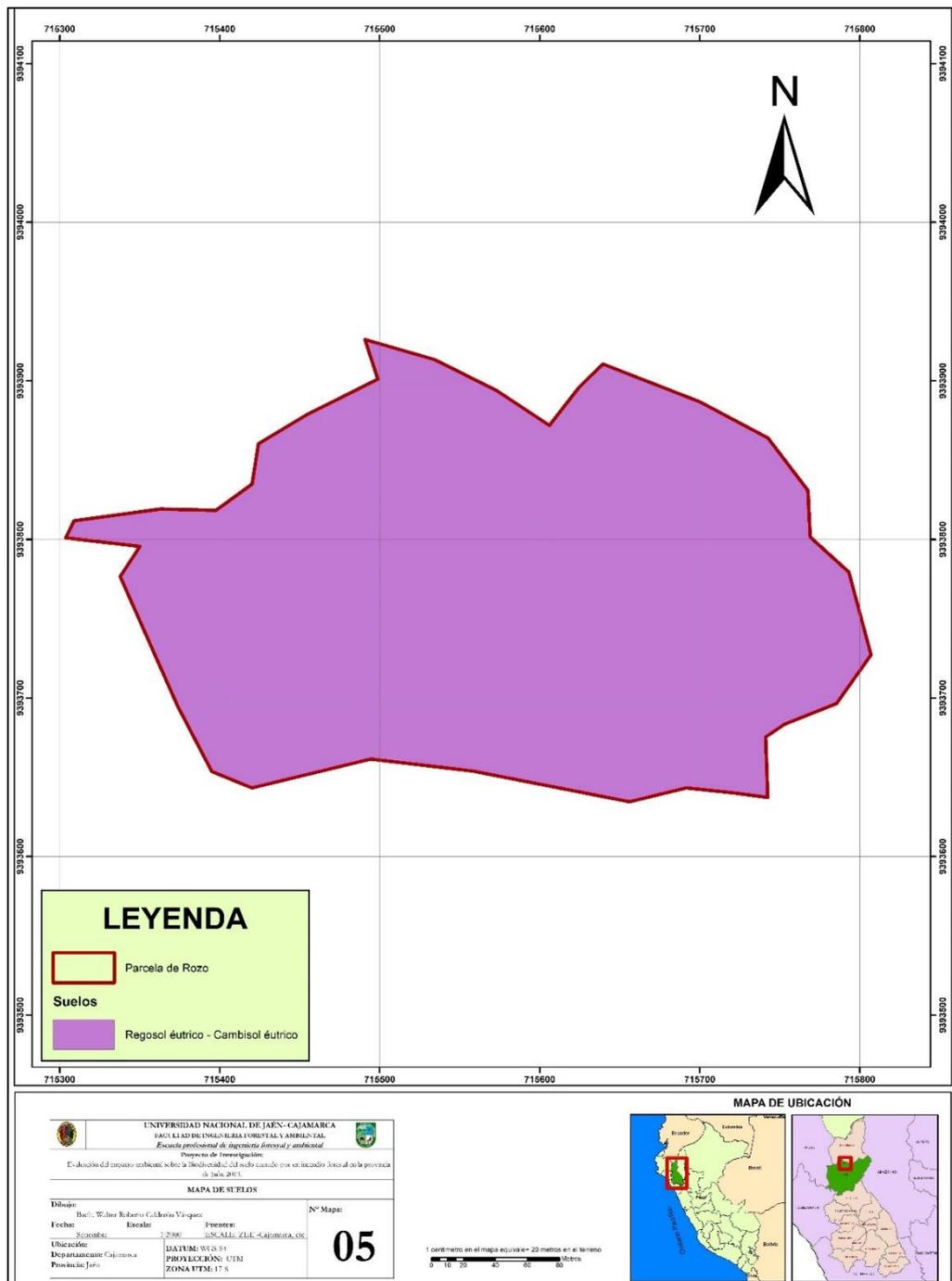
Análisis: El terreno presentó dos tipos de ecosistemas. **a.- Bosque montano de yunga:** Presente dentro del ecosistema yunga, Ecosistema forestal montano ubicado en las vertientes orientales de los Andes (entre 1800 - 2000 y 2500 m.s.n.m.), con fuertes pendientes. Bosque con dosel cerrado, con tres estratos distinguibles. La altura del dosel o cúpula alcanzó 18-25 metros, con algunos árboles emergentes de 30 metros. Los niveles de riqueza florística fueron de altos a muy altos. Según la

orientación de la pendiente puede estar recurrentemente cubierto de neblina. Presencia de abundantes epífitas, líquenes, Bromeliáceas y Orquidáceas. Es notable la presencia de helechos arborescentes que alcanzan más de 10 metros de altura y diámetros de hasta 20 cm, principalmente del género *Cyathea*. **b.- Vegetación secundaria:** Comprendieron áreas de pastizales, áreas que fueron desboscadas y convertidas a pastos cultivados, así como las áreas cubiertas con vegetación secundaria (“purma”) en la Amazonía, que se encuentran en descanso por un determinado número de años hasta que retorne la fertilidad natural del suelo, para ser nuevamente integradas a la actividad agropecuaria.



**Figura 11.** Mapa de clima del terreno quemado por el incendio forestal.

Análisis: El terreno estudiado, tuvo dos climas: B(i) B'2 H3: clima lluvioso con invierno seco, con una temperatura templada y humedo. Y C(o,i,p) A' H3: clima semiseco (otoño, invierno y primavera seca), cálido húmedo. Se concluyó que el clima característico en el año tiene un clima tropical húmedo, caracterizado por lluvias. Con una temperatura anual media de 26 °C.



**Figura 12. Mapa de suelo del terreno quemado por el incendio forestal.**

Análisis: El suelo estudiado se clasificó como RGe-CLh, Regosol éutrico - Calcisol háplico, posee paisajes de lomadas, colinas y montañas, su pendiente va de 8-25, 25 a +75 grados.

#### 4.2 Resultados del impacto ambiental al suelo (análisis de suelo) y biodiversidad ecológica (análisis microbiológico).

**Tabla 4. Determinación del pH del suelo “después” del incendio forestal.**

| <b>Muestra de suelo</b> | <b>pH<br/>Suelo / agua 1:2</b> |
|-------------------------|--------------------------------|
| Suelo 1                 | 7.62                           |
| Suelo 2                 | 7.84                           |
| Suelo 3                 | 7.85                           |
| Suelo 4                 | 7.74                           |
| Suelo 5                 | 7.84                           |
| <b>pH promedio</b>      | <b>7.70</b>                    |

Fuente: Elaborado por el investigador.

La calificación del pH fue en base a la siguiente tabla:

**Tabla 5. Niveles de acidez en el suelo**

| <b>Rango de pH</b> | <b>Grado de acidez</b> |
|--------------------|------------------------|
| < 4.6              | Extremadamente ácido   |
| 4.6 – 5.5          | Fuertemente ácido      |
| 5.6 – 6.5          | Moderadamente ácido    |
| 6.6 – 6.9          | Ligeramente ácido      |
| 7.0                | Neutral                |
| 7.1 – 8.5          | Moderadamente alcalino |
| > 8.5              | Fuertemente alcalino   |

Fuente: Motsara, M.R. & Roy, R.N. (2008).

Análisis: El pH del suelo quemado tiene una calidad de moderadamente alcalino. Lo cual facilitó el crecimiento de hongos a nivel de la capa del suelo.

El 2 de octubre se envió 5 kg de suelo en cinco paquetes de 1 kilogramo cada uno. Y los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 6. Análisis químico de suelo “antes” del rozo.**

| <b>Variable de análisis</b>     | <b>Resultado de análisis</b>        |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Textura: Franco arenosa         | 54 % arena, 39 % limo y 7 % arcilla |
| pH                              | 6.1                                 |
| Conductividad eléctrica (dSm/m) | 0.7                                 |
| Materia orgánica %              | 4.62                                |
| Carbono orgánico %              | 2.68                                |
| Fósforo ppm                     | 160                                 |
| Potasio ppm                     | 252                                 |

Fuente: Laboratorio Rivelab SAC. 2019.

Análisis: Los datos del análisis químico de suelo antes del incendio forestal, demuestran un suelo con una buena capacidad para la agricultura.

**Tabla 7. Análisis microbiológico de suelo “antes” del rozo.**

| <b>Tipo de microorganismos</b> | <b>Cantidad estimada</b> |
|--------------------------------|--------------------------|
| Bacterias totales ufc/gr       | $75 \times 10^6$         |
| Azotobacter spp. NMP /gr       | 95                       |
| Bacillus spp ufc/gr            | $72 \times 10^3$         |
| Actinomicetos ufc/gr           | $54 \times 10^5$         |
| Hongos ufc/gr                  | $16 \times 10^4$         |

Fuente: Laboratorio Rivelab SAC. 2019.

Análisis: Se observó gran presencia de microorganismos entre bacterias y hongos, como resultado de la descomposición de la materia orgánica que cae sobre el suelo, como son las hojas, frutos, aves muertas, etc.

**Tabla 8. Análisis microbiológico de suelo “después” del rozo.**

| <b>Tipo de microorganismos</b> | <b>Cantidad estimada</b> |
|--------------------------------|--------------------------|
| Bacterias totales ufc/gr       | Trazas                   |
| Azotobacter spp. NMP /gr       | Trazas                   |
| Bacillus spp ufc/gr            | Trazas                   |
| Actinomicetos ufc/gr           | Trazas                   |
| Hongos ufc/gr                  | 8 x 10 <sup>3</sup>      |

Fuente: Laboratorio Rivelab SAC. 2019.

Análisis: Se observó ausencia de microorganismos, excepto por la presencia de hongos. Que son proclives a incrementar su biomasa en medios alcalinos.

#### **4.3 Resultados de las consecuencias del daño ecológico de un terreno deforestado por un incendio.**

##### **Aire:**

- Modificaciones del microclima por la destrucción de la vegetación, flora, microflora, fauna y microfauna, al someter al suelo a temperaturas cercanas a los 2 000 °C. como resultado de la quema de foresta.
- Alteración en la calidad del aire por la emisión de sustancias gaseosas y material particulado en suspensión (contaminación física y química). La reacción de oxidación por la quema produjo, sustancias gaseosas que contaminan a varios kilómetros al incendio forestal.

##### **Agua:**

- Modificaciones en el drenaje superficial y subterráneo debido a la desolación del terreno.
- Incremento de la necesidad de agua, como consecuencia de la ausencia de árboles. Los periodos de sequía serán más largos. Es decir, los patrones regulares de las temporadas ambientales han cambiado para la zona deforestada.
- Se afectó la disponibilidad de agua para las quebradas y puntos acuíferos. Al desabastecer de foresta los cerros montañosos.
- Perturbaciones a la calidad del agua existente, debido a los procesos de contaminación por la actividad antropogénica.
- Se incrementan los eventos de inundaciones por el cambio climático. Los gases

emitidos aumentan el potencial de efecto invernadero.

**Suelos:**

- Con el incendio se ha perdido totalmente el suelo orgánico que tuvo la montaña.
- Aumento del peligro de la erosión del suelo. Este evento está asociado a la pérdida de vegetación por el rozo.
- Riesgo por el nuevo consumo de herbicidas y agroquímicos en las nuevas plantaciones del suelo. Actualmente, una actividad agrícola se sustenta en el uso recurrente de sustancias químicas para el control de plagas, propias del cambio climático.
- Cambios en la eficacia y eficiencia de la capacidad productiva del suelo debido a altas temperaturas.
- Reducción drástica de la calidad del suelo, expresado en su contenido de carbono orgánico y materia seca.

**Vegetación:**

Pérdida inmediata de cobertura vegetal (árboles silvestres o de origen antrópico), como las malezas herbáceas. Se constató que el rozo eliminó elementos de biomasa herbácea densa y natural, que ocupó las superficies en un 85 %. La maleza está considerada como plantas con algunos de lignificada. Por consiguiente, sus órganos epigeos o subterráneos fueron blandos. El área rozada se caracterizó además por una vegetación colmada de arbustos adaptada al clima tropical. Sin embargo, la maleza rodeo gran cantidad de foresta natural de la zona tropical, que en promedio llegaron alcanzar entre 15 y 25 metros de altura. Algunas de las especies impactadas fueron: Ficus insípida es una especie de árbol del género Ficus.

- Introducción de nuevas especies vegetales por acciones de revegetalización.
- Modificación del hábitat natural del bosque o montaña.
- Restauración lenta de vegetación del bosque o montaña.

**Fauna silvestre:**

- Pérdida o transformación del hábitat natural.
- Alteración de la vida silvestre de la montaña, ante la pérdida de nidificación, cría y alimentación de los animales silvestres.
- Efecto sobre las especies vivas que colindan con el suelo desolado.
- Necesidad de nuevas rutas de sobrevivencia de los animales silvestres cercanos al rozo.

- Introducción de nuevas plagas en los animales silvestres.

#### **Microflora y microfauna:**

- Pérdida inmediata de todo vestigio microscópico sobre el suelo siniestrado. A pesar que no son visibles, existe una gran comunidad de microorganismos en el suelo, sobre los que se conoce que son responsables de la producción de metabolitos biológicamente activos como las bacterias (actinomicetos), y hongos (basidiomicetos), por lo que su existencia en el suelo es muy necesario para el equilibrio ecológico.
- Se requiere de tiempo para remediar la vida microscópica en la capa del suelo. Los cambios serán graduales y de forma natural.
- Ante el cambio de pH a alcalino, fueron los hongos los que aprovecharon esta oportunidad para crecer por encima de las bacterias. Sin embargo, la capacidad restauradora del suelo, irá acrecentando el número de microorganismos.

#### **Ecosistema:**

- Se alteraron las redes tróficas; es decir, se puso en un serio riesgo a todas las especies vivas en el terreno y aledaños al romper las cadenas alimenticias entre todas las especies.
- Se modificaron los corredores biológicos y biogeográficos.
- Se manifiestan cambios en la productividad biológica.
- Pérdida de humedales y otros ecosistemas.
- Pérdida de biodiversidad.
- Se contribuyó a la aceleración del cambio climático, por la pérdida de los pulmones del planeta.

#### **Paisaje:**

- Se modificó los relieves del suelo, del drenaje de recursos hídricos. Lo que significa que el perfil del suelo, posiblemente no vuelva a ser el mismo.
- Se alteró la conservación del suelo y los patrones de uso tradicional. La pérdida de foresta y vegetación autóctona de su clima, puso en riesgo los futuros brotes de estas especies nativas.
- Incremento a la fragilidad del paisaje natural.
- Transformación de los ecosistemas y su capacidad de autoregulación.
- Efectos indirectos sobre la economía de los agricultores.
- Incremento del riesgo de desertificación. Fragmentación y/o destrucción de

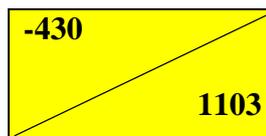
hábitats y pérdida de los valores estéticos y recreativos.

**Clima:**

- Emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera; contribuyen al cambio climático y al efecto invernadero, incrementando las temperaturas ambientales.
- Incremento del efecto de la radiación solar. Al no existir foresta, las radiaciones solares no tienen impedimento para calentar el suelo.
- Disminución de captación de CO<sub>2</sub> por la cobertura vegetal.
- Alteración del meso y microclima. Inclusive, se da lugar a la aparición de nuevos micro climas, unos más calientes que otros, o unos más templados que otros.
- Disminución de la humedad ambiental. Reducción de la disponibilidad de oxígeno y alteración en el régimen de viento.

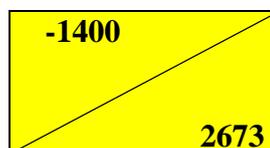
La aplicación de la matriz de Leopold al impacto de suelos, se determinó:

a.- Para el impacto ambiental de la tierra, agua, atmósfera, procesos, flora y fauna, se obtuvo:



Lo cual se interpreta que da una interpretación que el impacto ambiental sobre los recursos naturales expuestos fue de una magnitud negativa. Y que la importancia o intensidad del impacto es mucho mayor de importante.

b.- Para el impacto ambiental de la factores estéticos y de interés humano, nivel cultural y relaciones ecológicas, se obtuvo:



Lo cual se interpreta que da una interpretación que el impacto ambiental sobre los recursos naturales expuestos fue de una magnitud negativa. Y que la importancia o intensidad del impacto es mucho mayor de importante. Al comparar ambas matrices se concluyó que el impacto ambiental fue mucho mayor para la tierra, agua, atmósfera, procesos, flora y fauna. Y en menor proporcionalidad se vió impactado los factores estéticos y de interés humano, nivel cultural y relaciones ecológicas.

## MATRIZ 1

**MATRIZ PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**I. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES**

| INSTRUCCIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           | A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN |                                      |                                        |                                |          |                           |              | B. PROCESOS    |                          |            |                       |                 | C. ALTERAC. DEL TERRENO                                   |                                 | D. RECURSOS RENOVABLES                  |                          |                          | E. TRATAMIENTO QUÍMICO |                                     |                                             |               |     | EVALUACIONES |     |         |    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|--------------|----------------|--------------------------|------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|-----|--------------|-----|---------|----|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           | A. Control biológico        | B. Modificación del hábitat          | C. Alteración de la cubierta terrestre | D. Alteración de la hidrología | E. Riego | F. Modificación del clima | G. Incendios | A. Agricultura | B. Ganaderías y pastoreo | C. Pisosos | D. Industrias lácteas | E. Alimentación | A. Control de la erosión, cultivos en terraza o bancaudas | D. Actuaciones sobre el paisaje | B. Gestión y control de la vida natural | D. Utilización de abonos | E. Reciclado de residuos | A. Fertilización       | C. Estabilización química del suelo | D. Control de maleza y vegetación silvestre | E. Pesticidas |     |              |     |         |    |     |
| 1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           |                             |                                      |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                 |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                        |                                     |                                             |               |     |              |     |         |    |     |
| 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intersección con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                           |                             |                                      |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                 |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                        |                                     |                                             |               |     |              |     |         |    |     |
| 3. Una vez completa la matriz, en la esquina superior izquierda de cada cuadro con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadro calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). |                                                           |                             |                                      |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                 |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                        |                                     |                                             |               |     |              |     |         |    |     |
| 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadros suscritos con números superiores.                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |                             |                                      |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                 |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                        |                                     |                                             |               |     |              |     |         |    |     |
| ACCIONES PROPUESTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                           |                             |                                      |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                 |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                        |                                     |                                             |               |     |              |     |         |    |     |
| 2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS                     | 1. TIERRA                   | A. Suelos                            | -5                                     | -7                             | -5       | -6                        | 8            | -6             | -6                       | 9          | 10                    | 8               | 9                                                         | 8                               | -7                                      | -5                       | 5                        | -3                     | 4                                   | 3                                           | -6            | -3  | -4           | 4   | 1<br>95 |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | B. Desertización                     | -6                                     | -7                             | -6       | -2                        | -3           | -4             | -8                       | -1         | -4                    | -4              | -6                                                        | 6                               | 4                                       | 3                        | 6                        | -4                     | -2                                  | -4                                          | 3             | 5   | 4            | 2   |         | 4  | -31 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | C. Compactación del suelo            | -5                                     | -6                             | -4       | -6                        | -3           | -6             | -4                       | 3          | -5                    | -5              | -4                                                        | -6                              | -4                                      | -6                       | -4                       | -7                     | -6                                  | -3                                          | -4            | 6   | 4            | 5   |         | 2  | -91 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | D. Disminución de fertilidad         | -4                                     | -3                             | -2       | -5                        | -6           | -3             | 3                        | -2         | -3                    | -5              | 2                                                         | -5                              | -4                                      | -2                       | -2                       | -2                     | -1                                  | -2                                          | -2            | -3  | 2            | 2   |         | -3 | -50 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | E. Reducción de microfauna del suelo | -5                                     | -6                             | -5       | -6                        | -5           | -6             | -4                       | -7         | -5                    | -5              | -4                                                        | -5                              | -5                                      | -5                       | -5                       | -4                     | -2                                  | -2                                          | -2            | -4  | -5           | -2  |         | 2  | -97 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | F. Erosión hídrica                   | -6                                     | -7                             | -8       | -4                        | -5           | -6             | -6                       | -5         | -4                    | -4              | -5                                                        | -6                              | 6                                       | 4                        | 8                        | -4                     | -5                                  | -5                                          | 3             | 4   | 4            | 4   |         | 2  | -45 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | G. Zonas inestables                  | -2                                     | -4                             | -4       | -6                        | -5           | -6             | -4                       | -3         | -5                    | -5              | -4                                                        | -2                              | -2                                      | -4                       | -5                       | 3                      | 3                                   | -3                                          | -2            | -4  | 2            | 2   |         | 2  | -58 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | A. Subterránea                       | -2                                     | -3                             | -2       | -3                        | -2           | -3             | -1                       | -2         | -3                    | -2              | -2                                                        | -1                              | -2                                      | -2                       | -2                       | -2                     | -1                                  | -1                                          | -1            | -3  | -3           | -1  |         | 4  | -41 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | B. Calidad                           | -6                                     | -5                             | -7       | -4                        | -5           | -6             | -4                       | -4         | -5                    | -4              | -3                                                        | -3                              | 3                                       | 3                        | 6                        | -4                     | 5                                   | 6                                           | 3             | 6   | 3            | 5   |         | 4  | -22 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | C. Temperatura                       | -5                                     | -2                             | -4       | -2                        | -3           | -4             | 3                        | -2         | -4                    | -2              | -4                                                        | -2                              | -4                                      | -5                       | -2                       | -6                     | -3                                  | -4                                          | -4            | 4   | -5           | -2  |         | 4  | -65 |
| 3. ATMÓSFERA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | A. Calidad (gases, partícula)                             | -4                          | -3                                   | -2                                     | -2                             | -2       | -3                        | -1           | -2             | -3                       | -2         | -1                    | -5              | 2                                                         | 2                               | 4                                       | -2                       | -2                       | 2                      | -2                                  | -3                                          | -2            | -3  | -42          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B. Clima (Micro y macro)                                  | -2                          | -2                                   | -5                                     | -6                             | -5       | -2                        | -4           | -5             | -2                       | -5         | -4                    | -2              | -5                                                        | -4                              | 8                                       | 4                        | -4                       | -6                     | -2                                  | -4                                          | -5            | -2  | -79          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | C. Temperatura                                            | -6                          | -6                                   | -3                                     | -4                             | -5       | 2                         | -3           | -5             | -4                       | -2         | 6                     | 4               | 4                                                         | 4                               | 8                                       | 4                        | -4                       | -5                     | 2                                   | 3                                           | 4             | 4   | -13          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A. Inundaciones                                           | -2                          | -2                                   | -4                                     | -4                             | -5       | -4                        | -4           | 3              | -5                       | -4         | -4                    | 2               | 4                                                         | 3                               | -4                                      | -3                       | 2                        | 2                      | -3                                  | -3                                          | -4            | -2  | -49          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B. Erosión                                                | -3                          | -4                                   | 2                                      | -3                             | -4       | 2                         | -4           | -2             | -3                       | 2          | 2                     | 2               | 3                                                         | 4                               | 3                                       | 6                        | 5                        | 6                      | 3                                   | 4                                           | -3            | 4   | -11          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | C. Sorción (Intercambio de Iones, formación de complejos) | -4                          | -4                                   | -4                                     | -6                             | -3       | -6                        | -4           | 2              | -4                       | -3         | -4                    | -5              | 4                                                         | 5                               | 4                                       | -5                       | 6                        | -6                     | -3                                  | 3                                           | 4             | -2  | -48          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | D. Asientos del suelo                                     | -4                          | -4                                   | -2                                     | -4                             | -6       | 2                         | 3            | -2             | -3                       | 2          | -1                    | 3               | -4                                                        | 2                               | 2                                       | 3                        | 3                        | 6                      | 4                                   | 5                                           | 3             | 2   | -8           |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | E. Estabilidad                                            | -5                          | -3                                   | 3                                      | 3                              | 3        | -3                        | 4            | -3             | -5                       | 2          | -4                    | 2               | -5                                                        | -5                              | 2                                       | -6                       | 2                        | 2                      | -4                                  | 2                                           | 2             | 2   | -26          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | F. Movimientos de aire                                    | 2                           | 3                                    | -3                                     | 3                              | 3        | 6                         | -4           | 3              | -4                       | 2          | 3                     | 6               | 4                                                         | 4                               | 3                                       | 5                        | 4                        | 2                      | 3                                   | 2                                           | 4             | 2   | -2           |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4. PROCESOS                                               | A. Árboles                  | -2                                   | -4                                     | -2                             | -6       | -5                        | -2           | -4             | -3                       | -2         | -2                    | -2              | -4                                                        | -2                              | -4                                      | -2                       | -2                       | -2                     | -3                                  | -2                                          | -2            | -2  | -2           | -59 |         |    |     |
| B. Arbustos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           | -1                          | -3                                   | -1                                     | -1                             | -2       | 3                         | -4           | -2             | 3                        | -5         | -3                    | -2              | 3                                                         | 3                               | -3                                      | -2                       | -3                       | 2                      | 2                                   | -3                                          | 2             | -1  | -21          |     |         |    |     |
| C. Hierbas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | -3                          | -5                                   | -4                                     | -2                             | -3       | -2                        | -5           | 2              | 3                        | 2          | 3                     | -3              | 2                                                         | 4                               | 3                                       | -2                       | 3                        | 3                      | 4                                   | -3                                          | 4             | 1   | -7           |     |         |    |     |
| D. Cosechas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           | -5                          | -5                                   | -4                                     | -6                             | -5       | -5                        | 3            | -5             | -4                       | -5         | -4                    | -6              | -4                                                        | -5                              | -4                                      | -6                       | -6                       | -3                     | -4                                  | -4                                          | -5            | -4  | -92          |     |         |    |     |
| E. Microflora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           | -4                          | -5                                   | -5                                     | -5                             | -4       | 3                         | -5           | -5             | 2                        | -5         | -6                    | -5              | -5                                                        | 2                               | -4                                      | -4                       | -5                       | 2                      | 2                                   | -4                                          | 3             | 3   | -57          |     |         |    |     |
| F. Plantas acuáticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                           | -4                          | -4                                   | -5                                     | -3                             | -5       | 3                         | -3           | 3              | 3                        | -3         | 4                     | 4               | 2                                                         | -3                              | -5                                      | 2                        | -3                       | -2                     | -4                                  | -4                                          | -3            | -2  | -44          |     |         |    |     |
| G. Barreras ecológicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                           | -4                          | -4                                   | -3                                     | -4                             | -4       | 3                         | -3           | 3              | -4                       | -4         | 3                     | 6               | 4                                                         | 6                               | 4                                       | -4                       | -5                       | -4                     | 3                                   | 4                                           | 4             | 2   | -5           |     |         |    |     |
| A. Pájaros (Aves)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           | -6                          | -6                                   | -7                                     | -7                             | -6       | -7                        | -7           | -8             | 3                        | -7         | -6                    | 3               | -4                                                        | -6                              | 3                                       | -7                       | 3                        | -3                     | -2                                  | 3                                           | -5            | 2   | -80          |     |         |    |     |
| B. Animales terrestres incluso reptiles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                           | -3                          | -4                                   | -5                                     | -6                             | -4       | -4                        | -5           | -5             | 3                        | -5         | -4                    | 4               | 4                                                         | 5                               | 4                                       | 4                        | 3                        | 4                      | 3                                   | 4                                           | 4             | 3   | -23          |     |         |    |     |
| C. Peces y crustáceos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                           | -5                          | -4                                   | -4                                     | -6                             | -3       | 4                         | -5           | 4              | -5                       | -5         | 4                     | 4               | 4                                                         | 6                               | 4                                       | -5                       | 3                        | 3                      | 3                                   | 4                                           | -4            | 4   | -53          |     |         |    |     |
| 2. FAUNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D. Organismos benéficos                                   | -6                          | -7                                   | -5                                     | -5                             | -6       | 4                         | -5           | 4              | -6                       | 4          | -6                    | -5              | 3                                                         | -2                              | 4                                       | -5                       | 4                        | -2                     | -3                                  | 4                                           | -4            | -40 |              |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | E. Insectos                                               | -5                          | -6                                   | -5                                     | -6                             | -5       | 4                         | -6           | 4              | -5                       | -5         | -5                    | 4               | -5                                                        | -4                              | -4                                      | -4                       | -6                       | -5                     | -5                                  | 4                                           | 2             | 5   | -55          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | F. Microfauna                                             | -8                          | -10                                  | -9                                     | -8                             | -8       | -5                        | -10          | -6             | -6                       | 4          | -6                    | 6               | 5                                                         | 8                               | 3                                       | 5                        | 3                        | 4                      | 3                                   | 4                                           | 4             | 3   | -28          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | G. Espacios en peligro                                    | -4                          | -4                                   | -4                                     | -5                             | -4       | 4                         | -4           | -5             | 4                        | -5         | 4                     | 2               | 3                                                         | 4                               | 3                                       | 4                        | 2                        | 4                      | 2                                   | 4                                           | 3             | 4   | -44          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | H. Barreras                                               | -3                          | -3                                   | -4                                     | -3                             | -4       | 4                         | -3           | -2             | 4                        | -2         | -3                    | 4               | 4                                                         | -3                              | 4                                       | -3                       | 4                        | -3                     | 3                                   | 4                                           | 4             | -3  | -15          |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EVALUACIONES                                              |                             | -137                                 | -141                                   | -132                           | -130     | -119                      | -62          | -107           | -40                      | -73        | -91                   | -78             | 7                                                         | -33                             | -35                                     | -37                      | -77                      | -27                    | -11                                 | -45                                         | -8            | -24 | -1400        |     |         |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           |                             | 124                                  | 130                                    | 131                            | 134      | 134                       | 133          | 134            | 143                      | 124        | 135                   | 134             | 136                                                       | 124                             | 129                                     | 128                      | 127                      | 121                    | 125                                 | 110                                         | 120           | 97  | 2673         |     |         |    |     |

## MATRIZ 2

# MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

## 1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

| INSTRUCCIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        | A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN                  |                             |                                        |                                |          |                           | B. PROCESOS  |                |                          |            |                       | C. ALTERACIÓN DEL TERRENO |                                                           | D. RECURSOS RENOVABLES          |                                         |                          | E. TRATAMIENTO QUÍMICO   |                  |                                     |                                             | EVALUACIONES |               |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|--------------|----------------|--------------------------|------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|---------------|-----|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | A. Controles biológicos                      | B. Modificación del hábitat | C. Alteración de la cubierta terrestre | D. Alteración de la hidrología | E. Riego | F. Modificación del clima | G. Incendios | A. Agricultura | B. Ganaderías y pastoreo | C. Piensos | D. Industrias lácteas | E. Alimentación           | A. Control de la erosión, cultivos en terrazas o bancadas | B. Actuaciones sobre el paisaje | C. Gestión y control de la vida natural | D. Utilización de abonos | E. Reciclado de residuos | A. Fertilización | B. Estabilización química del suelo | C. Control de maleza y vegetación silvestre |              | D. Pesticidas |     |     |
| 1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                                              |                             |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                           |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                  |                                     |                                             |              |               |     |     |
| 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intersección con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                                              |                             |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                           |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                  |                                     |                                             |              |               |     |     |
| 3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrado calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). |                                        |                                              |                             |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                           |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                  |                                     |                                             |              |               |     |     |
| 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadros suscritos con números superiores.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |                                              |                             |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                           |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                  |                                     |                                             |              |               |     |     |
| ACCIONES PROPUUESTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                                              |                             |                                        |                                |          |                           |              |                |                          |            |                       |                           |                                                           |                                 |                                         |                          |                          |                  |                                     |                                             |              |               |     |     |
| C. FACTORES CULTURALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1. USOS DEL TERRITORIO                 | A. Selvicultura                              | -2                          | -3                                     | -2                             | -2       | -2                        | -3           | -1             | -2                       | -3         | -2                    | -1                        | -2                                                        | 2                               | -2                                      | -1                       | -2                       | 2                | -2                                  | -3                                          | -2           | -3            | -36 |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | B. Pastos                                    | 4                           | 4                                      | 3                              | 4        | 4                         | 5            | 3              | 4                        | 3          | 3                     | 3                         | 3                                                         | 3                               | 2                                       | 3                        | 3                        | 4                | 3                                   | 2                                           | 3            | 4             | 3   | 70  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO       | A. Vistas panorámicas y paisajes             | -2                          | -2                                     | -4                             | -4       | -5                        | -4           | -4             | 3                        | -5         | -4                    | -4                        | 2                                                         | -4                              | -3                                      | 2                        | 2                        | -3               | 3                                   | 3                                           | -2           | -2            | -37 |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | B. Naturaleza                                | 4                           | 4                                      | 3                              | 4        | 4                         | 3            | 4              | 3                        | 5          | 5                     | 5                         | 6                                                         | 4                               | 5                                       | 3                        | 6                        | 5                | 6                                   | 3                                           | 4            | 3             | 4   | 88  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | C. Espacios abiertos                         | -4                          | -4                                     | -4                             | -3       | -3                        | -2           | -1             | 2                        | -2         | -3                    | -2                        | -2                                                        | 4                               | -5                                      | 6                        | -2                       | -3               | 3                                   | -4                                          | 4            | 4             | -2  | -27 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | D. Paisajes                                  | 4                           | 4                                      | 3                              | 4        | 4                         | 3            | 4              | 3                        | 4          | 4                     | 5                         | 3                                                         | 4                               | 2                                       | 3                        | 5                        | 3                | 6                                   | 4                                           | 5            | 3             | 2   | 83  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | E. Aspectos físicos singulares               | -4                          | -3                                     | 3                              | 3        | 3                         | -3           | 4              | -3                       | 4          | -5                    | 2                         | -4                                                        | 2                               | -5                                      | 2                        | -2                       | 2                | -4                                  | -4                                          | 2            | 3             | -2  | -22 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | F. Parques y reservas                        | 2                           | 3                                      | -3                             | 3        | -3                        | -2           | -4             | 3                        | -4         | -5                    | -3                        | 6                                                         | 4                               | 4                                       | -3                       | -5                       | -2               | 3                                   | 2                                           | 4            | 4             | 2   | 2   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | G. Espacios o ecosistemas raros o singulares | 4                           | 5                                      | 4                              | 5        | 4                         | 3            | 5              | 4                        | 2          | 4                     | 3                         | 5                                                         | 4                               | 4                                       | 4                        | 3                        | 2                | 3                                   | 1                                           | 2            | 1             | 1   | 69  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | H. Desarmonías                               | -2                          | -4                                     | -2                             | -6       | -3                        | -2           | -4             | -3                       | -2         | -2                    | -4                        | -2                                                        | -4                              | -4                                      | -2                       | -2                       | -3               | -2                                  | -2                                          | -2           | -2            | -2  | -57 |
| 3. NIVEL CULTURAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | A. Estados de vida                     | 4                                            | 4                           | 3                                      | 4                              | 4        | 4                         | 4            | 4              | 4                        | 2          | 3                     | 4                         | 3                                                         | 4                               | 3                                       | 4                        | 4                        | 3                | 4                                   | 2                                           | 4            | 3             | 68  |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | B. Salud y seguridad                   | -1                                           | -3                          | -1                                     | -1                             | -2       | 3                         | -4           | -2             | 3                        | -5         | -3                    | -2                        | 3                                                         | -3                              | -2                                      | -3                       | 2                        | 2                | -3                                  | 2                                           | 2            | -1            | -21 |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C. Empleo                              | 1                                            | 3                           | 1                                      | 3                              | 2        | 2                         | 3            | 3              | 3                        | 4          | 3                     | 4                         | 3                                                         | 3                               | 3                                       | 4                        | 3                        | 4                | 6                                   | 3                                           | 3            | 2             | 63  |     |
| D. RELACIONES ECOLÓGICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | A. Insectos portadores de enfermedades | -3                                           | -5                          | -4                                     | -2                             | -3       | -2                        | -5           | 2              | 3                        | 2          | -3                    | 2                         | 4                                                         | 3                               | 3                                       | -2                       | 3                        | 3                | -3                                  | 4                                           | 1            | -7            |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | B. Cadenas alimentarias                | 2                                            | 2                           | 3                                      | 3                              | 3        | 3                         | 3            | 4              | 2                        | 2          | 3                     | 4                         | 3                                                         | 4                               | 3                                       | 5                        | 2                        | 4                | 2                                   | 3                                           | 3            | 2             | 63  |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C. Salinización de suelos              | -4                                           | -5                          | -5                                     | -5                             | -4       | 3                         | -5           | -5             | 2                        | -5         | -2                    | -2                        | -3                                                        | 2                               | -2                                      | -4                       | -2                       | 2                | 2                                   | -4                                          | 3            | 2             | -43 |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C. Salinización de suelos              | 2                                            | 2                           | 2                                      | 2                              | 2        | 1                         | 1            | 2              | 2                        | 2          | 3                     | 3                         | 3                                                         | 3                               | 3                                       | 2                        | 2                        | 3                | 2                                   | 2                                           | 2            | 2             | 46  |     |
| A. Insectos portadores de enfermedades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                        | -4                                           | -4                          | -5                                     | -3                             | -2       | 3                         | -3           | 3              | 3                        | -3         | -4                    | 2                         | -3                                                        | -5                              | 2                                       | -3                       | -2                       | -4               | -4                                  | -3                                          | -2           | -41           |     |     |
| B. Cadenas alimentarias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        | 2                                            | 4                           | 2                                      | 2                              | 4        | 2                         | 2            | 2              | 2                        | 4          | 2                     | 2                         | 4                                                         | 2                               | 4                                       | 3                        | 4                        | 3                | 4                                   | 4                                           | 3            | 3             | 60  |     |
| C. Salinización de suelos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        | -3                                           | -3                          | -3                                     | -3                             | -3       | -3                        | -3           | -3             | -3                       | -3         | -3                    | -4                        | -2                                                        | -2                              | 3                                       | -3                       | -2                       | 3                | 3                                   | -5                                          | 2            | 2             | -33 |     |
| EVALUACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                        | -52                                          | -50                         | -45                                    | -36                            | -48      | -10                       | -38          | -21            | -22                      | -42        | -41                   | 20                        | 1                                                         | -12                             | -1                                      | -28                      | -4                       | 8                | -6                                  | 3                                           | -6           | -430          |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 49                                           | 58                          | 50                                     | 49                             | 58       | 53                        | 56           | 58             | 45                       | 56         | 61                    | 57                        | 53                                                        | 55                              | 56                                      | 50                       | 55                       | 49               | 46                                  | 49                                          | 40           | 1103          |     |     |

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

#### **4.4 Propuesta de algunas medidas de remediación ambiental.**

Las medidas de remediación ambiental son el resultado de examinar las matrices de Leopold. De forma que, se procederá a recomendar medidas en una lista jerárquica según la gravedad e intensidad del daño ecológico.

- La muerte súbita de millones de microorganismos del suelo natural, obliga a su reposición para asegurarle las propiedades al suelo. Por ello, primeramente se recomienda adicionar varias TM de estiércol de animales (aves, cuyes, otros) que se caracterizan por su alto poder bacteriano necesario para la descomposición de materia orgánica. De forma similar, se recomienda la adición de guano de isla que contiene un altísimo poder bacteriano, ideal para terrenos pobres.  
Se debe ver la forma de adicionar o aportar poblaciones nuevas como la esporas o los filtrados de cultivos, o cepas nuevas y muchos otros microorganismos. Inclusive se podría agregar nutrientes que estimulen el crecimiento bacteriano del suelo. La mayoría de ellas bacterias gram-negativas saprofitas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, y un menor número de los géneros gram-positivos *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Corynebacterium*, existen en suelo y que se extinguieron por el rozo.
- Los nuevos cultivos que son sembrados en el terreno rozado debe verse reforzado por la siembra de foresta para asegurar el equilibrio térmico del área geográfica. Una buena alternativa sería la implementación de cultivos silvo pastoriles. Por la ubicación del predio y la carencia actual de recursos hídricos en una zona tropical, es casi seguro que la finalidad del nuevo uso del terreno será la crianza de ganado vacuno. Se tiene referencia que junto a esos predios existe terrenos ganaderos de raza tropical. En esas condiciones se recomendaría una administración silvo pastoril, en la cual perduren en el tiempo los pastos y los árboles forestales como los algarrobos que pueden contribuir a la alimentación de los animales por lo nutritivo en energías de la baya de algarrobo. Inclusive, la foresta propuesta podría contribuir con la cobertura vegetal existente, haciéndola más fértil en el tiempo. Además del beneficio en peso de los animales. Aparte del beneficio que tiene la foresta con el medio ambiente, por ejemplo en la captura de carbono inorgánico (CO<sub>2</sub>), emitido al medio ambiente como resultado de la combustión de petróleo y sus derivados. Por consiguiente, se contribuirá a mermar el calentamiento global.

- Se sabe que toda actividad productiva requiere de una delimitación interna del predio. En tal sentido, independiente del tipo específico de la actividad, se recomienda el uso de cercos vivos, como Piñón Cubano (*Gliricidia sepium*), Jobo (*Spondias spp.*), Guázuma (*Guazuma ulmifolia*) y Almácigo (*Bursera simaruba*). Con el objetivo de ver incrementado el uso de vegetación dentro del predio con los beneficios mencionados. Inclusive se podría abordar la siembra de árboles frutales como parte de los cercos generando una utilidad para los agricultores.
- Se debe tener presente que un árbol que tiene una altura mayor a 5 metros es una especie valiosa que no debería ser parte del rozo. Inclusive debería tener un plan de fortalecimiento de esa foresta para promover el crecimiento de sus ramas y tallo arboreo. Inclusive se debe investigar la presencia de árboles maderables para que no sean talados por desconocimiento.
- Para evitar la erosión del terreno por caída de lluvias, y esta arrastre el suelo del terreno que presente pendiente. Sería muy favorable la instalación de piedras grandes que evita el arrastre del mantillo de suelo, a efecto de garantizar la pronta recuperación del suelo. (*mantillo del suelo: capa superficial con material inorgánicos y orgánicos; por lo general tiene una profundidad de 4 pulgadas desde la superficie*). En cambio, el suelo de las profundidades que se relacionen con drenajes de agua. Sería muy recomendable la siembra de especies de ribera con la finalidad que estas plantas favorezcan la humedad de las honduras. Especies típicas son las *Phyllostachys Aurea*, *Phyllostachys Nigra* y *Pleioblastus Auricoma*.
- Fomentar el uso de la apicultura con la finalidad de promover la acción polinizadora de las abejas y se pueda contar con una posibilidad de incrementar la producción de semillas viables.
- Un aspecto importante a considerar es la prevención los desastres ambientales como los incendios. Para ello, se podría contar con una normatividad que prohíba o restrinja con medidas económicas a los responsables de quemar especies forestales. Inclusive, se puede otorgar beneficios económicos para las personas que cuidan y conservan sus especies forestales en sus terrenos, como los que existe en otros países. En la que se otorga un beneficio económico por hectárea de foresta.

## V. DISCUSIÓN

Huerta y (E) Ibarra, (2014), establecieron entre las principales causas de incendios fue la quema de los cultivos de caña de azúcar para incrementar el rendimiento de la zafra mexicana. Señaló como otra causa a la acumulación de material combustible, que sumado a condiciones ambientales de extrema sequía y fuertes vientos, deriva en incendios de grandes magnitudes. A diferencia de los incendios que rodearon la provincia, una de las causas importantes fueron la necesidad de contar con tierras para el cultivo de especies forrajeras (pastos), café y cacao. Sin embargo, González et al., (2011), evaluaron que las principales causas de estos patrones negativos para el medio ambiente se asociarían tanto a cambios en el clima como en las prácticas agrícolas de uso de la tierra. Y eso es debido a que por el cambio climático, las sequías son más largas que de costumbre, de forma similar las lluvias generan más inundaciones de lo previsto. Ante la sequías es habitual y erróneo quemar foresta para atraer lluvias. De otra parte, González et al., (2011), realizaron diversos estudios que coinciden en que el mayor efecto del cambio climático estará asociado a la disminución de las precipitaciones lo cual incidiría en un incremento de la ocurrencia y área afectada por incendios forestales.

Asimismo, Huerta y Ibarra (2014), generaron 12 mapas de las zonas incendiadas de la APFFLP del período comprendido de 1998 a 2012, a partir del empleo de coberturas y datos de las áreas afectadas por los incendios y su manejo en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La presente investigación concluye que actualmente, es muy fácil acceder a mapas de deforestación mediante herramientas virtuales en formato raster (SIG) en forma vectorial con puntos poligonal y lineal. (Ocampo, 2018), determinó que el componente de vegetación es el principal combustible para la generación y propagación del fuego; las consecuencias del evento van desde la alteración en la generación de servicios ecosistémicos, hasta los cambios en la sucesión ecológica. Lo que aparentemente es lógico y esperado, es muy importante, pues los agricultores no puede quemar foresta sino se tiene una buena cobertura vegetal. La investigación realizada evidenció que no solamente se quema foresta sino gran parte de biomasa vegetativa.

Ocampo, (2018), diseño un modelo donde presentó las acciones que deben incluirse para el restablecimiento del ecosistema. Entre ellas se tienen los procesos de

restauración ecológica, como el manejo integral del suelo, la recomposición de coberturas vegetales, el manejo y control de especies exóticas y los acercamientos entre las instituciones ambientales y la comunidad. La presente investigación realizó varias propuestas no solamente de índole ecológico sino también de orden socio económico, dado que todas las actividades buscan un resultado económico. De otra parte, Vázquez et al., (2018), evaluaron el efecto de los incendios en tres niveles: Severidad de incendios, escorrentía y producción de sedimentos, por medio de árboles de regresión se identificaron las características de la superficie del suelo que más influencia tuvieron sobre ambos procesos.

Capulín et al., (2010), estudiaron el suelo incendiado, y analizó el pH, materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo y textura. Determinó que el pH del suelo se incrementó significativamente por la incorporación de cenizas y bases cambiables respecto al área testigo. La presente investigación constató que antes del incendio el pH del suelo fue 6.1 y después del incendio el pH fue 7.7; lo cual coincidió con Capulín et al., (2010); quien además reportó que el contenido de materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno total disminuyeron con el incendio, siendo mayor el efecto en la capa superficial (0-5 cm); contrariamente, el fósforo incrementó su contenido en dicha capa, debido a que la intensidad del incendio fue moderada. Se incrementó la proporción de arena en detrimento de la arcilla. La presente investigación, no incidió en la ganancia o pérdida de los nutrientes como materia orgánica o nitrógeno, sino que se orientó a medir la riqueza o pérdida de la población microbiana, finalmente la responsable de mineralizar la materia orgánica y otros nutrientes. Mientras que Capulín et al., (2010) analizaron dos profundidades del suelo 0-5 y 5-30 cm, la actual investigación realizó el muestro dentro de los 5-10 cm de profundidad.

Gómez et al., (2014), analizaron los cambios en la riqueza y composición de especies asociadas a los sitios quemados durante el tiempo de 3 años y concluyó que el suelo es muy rico en su población microbiana. Registró 81 taxones de macromicetos en las parcelas, de los cuales 10 se consideran especies pirófilas (vegetales afines ó que soportan los incendios) sin embargo, encontró una tasa alta de recambio de especies (diversidad beta temporal), por lo que concluyó que la composición de especies es un indicador de la intensidad del incendio y de sus efectos sobre las comunidades forestales. La presente investigación determinó que la comunidad microbiana estuvo concentrada en bacterias azotobacter spp., bacillus spp., actinomicetos y hongos.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- Se concluyó que el área quemada y deforestada que geográficamente se ubicó en el distrito de Bellavista geográficamente se encuentra ubicado en la parte nor-este de la provincia de Jaén, presentó las siguientes coordenadas, geográficas: 5°38' de latitud sur y 78°42'30'' de longitud oeste, con una altitud de 421 m.s.n.m.
- La actividad del rozo, impacto el suelo física, química y microbiológicamente. Respecto a la acidez del suelo, el pH antes del incendio fue 6.1 y veinticuatro horas después del incendio, el pH varió a 7.70; lo cual según Motsara, M.R. & Roy, R.N. (2008), fue un suelo moderadamente alcalino. Respecto a la microbiología del suelo antes del incendio existió Bacterias totales  $75 \times 10^6$  ufc/gr; Azotobacter spp. 95 NMP/gr; Bacillus spp  $72 \times 10^3$  ufc/gr; Actinomicetos  $54 \times 10^5$  ufc/gr y Hongos  $16 \times 10^4$  ufc/gr., y veinticuatro horas después del incendio solo se contó con Hongos  $8 \times 10^3$  ufc/gr. El suelo antes del incendio alcanzó 4.62 % de materia orgánica, 2.68 % de carbono orgánico, 160 ppm de fósforo, 252 ppm de potasio.
- Se impactó el aire (Alteración en la calidad del aire por la emisión de sustancias gaseosas y material particulado en suspensión (contaminación física y química). Y se emitió sustancias gaseosas que contaminan a varios kilómetros al incendio forestal. Se impactó el agua (Se afectó la disponibilidad de agua para las quebradas y puntos acuíferos. Al desabastecer de foresta los cerros montañosos y los periodos de sequía serán más largos. Es decir, los patrones regulares de las temporadas ambientales han cambiado para la zona deforestada). Se impactó el suelo (Aumento del peligro de la erosión del suelo y cambios en la eficacia y eficiencia de la capacidad productiva del suelo debido a altas temperaturas).
- Se impactó la vegetación (Pérdida inmediata de cobertura vegetal: árboles silvestres o de origen antrópico, como las malezas herbáceas y Introducción de nuevas especies vegetales por acciones de revegetalización). Se impactó la Fauna silvestre (Pérdida o transformación del hábitat natural y Alteración de la vida silvestre de la montaña, ante la pérdida de nidificación, cría y alimentación de los animales silvestres). También la microflora y microfauna (Pérdida inmediata de todo vestigio microscópico sobre el suelo siniestrado y se requiere de tiempo para remediar la vida

microscópica en la capa del suelo, los cambios serán graduales y de forma natural.

- Se impactó el ecosistema (Se alteraron las redes tróficas; es decir, se puso en un serio riesgo a todas las especies vivas en el terreno y aledaños al romper las cadenas alimenticias entre todas las especies y se modificaron los corredores biológicos y biogeográficos). También el paisaje (Se modificó los relieves del suelo, del drenaje de recursos hídricos. Lo que significa que el perfil del suelo, posiblemente no vuelva a ser el mismo y se alteró la conservación del suelo y los patrones de uso tradicional). Además del Clima (Emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera; contribuyen al cambio climático y al efecto invernadero, incrementando las temperaturas ambientales e incremento del efecto de la radiación solar. Al no existir foresta, las radiaciones solares no tienen impedimento para calentar el suelo).

#### **Recomendaciones:**

- Se deberá en lo posible aportar poblaciones nuevas de microflora y microfauna como la esporas o los filtrados de cultivos, o cepas nuevas y muchos otros microorganismos. Inclusive se podría agregar nutrientes que estimulen el crecimiento bacterial del suelo. La mayoría de ellas bacterias gram-negativas saprofitas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, y un menor número de los géneros gram-positivos *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Corynebacterium*.
- Se recomienda desarrollar una labor agrícola silvo pastoril, en la cual perduren pasturas y árboles forestales como los algarrobos que pueden contribuir a la alimentación de los animales por lo nutritivo en energías de la baya de algarrobo. Bajo el supuesto, que el rozo fue realizado para el cultivo de invernadas y crianza de ganado vacuno al pastoreo; los algarrobales (algarrobo, zapote, faique y guásimo), sobre todo el primero se caracteriza por que sus vainas son nutritivas para el ganado. Actualmente, se encuentra muy diseminado en esta región el faique, y en menor proporción los algarrobos.
- Inclusive, la foresta propuesta podría contribuir con la cobertura vegetal existente, haciéndola más fértil en el tiempo. Aparte del beneficio que tiene la foresta con el medio ambiente, por ejemplo en la captura de carbono inorgánico, emitido al medio ambiente como resultado de la combustión de petróleo y sus derivados.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capulín G., J., Mohedano, C. L., y Razo Z., R. (2010). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Revista Terra Latinoamericana* Volumen 28 número 1, 2010.

Chimal, S. E., Araiza J., M. L. y Román, C., V. J. (2015). El efecto del fuego en la riqueza de especies de hongos Micorrizógenos arbusculares asociada a plantas de Matorral xerófilo en el parque ecológico “Cubitos”. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 18(2):107-115, 2015.

Garbeva, P., Veen, J. A. y Van E. Jan. (2004). Microbial diversity in soil: Selection of microbial populations by plant and soil type and implications for disease suppressiveness. *Journal Annual Review of Phytopathology*. 42(1):243-70 · February 2004.

González, M. E., Lara , A., Urrutia, R., y Bosnich, J. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S). *Revista Bosque* 32(3): 215-219, 2011.

Gómez, R., V. M., Tinoco, M., O., Terrón A., A., Gómez, P., M., Tena, M., C. A., Garza, O., F. (2014). Efecto de los incendios forestales en la riqueza y composición de macromicetos. *Revista mexicana de micología*. Vol.39 Xalapa jun. 2014.

Huerta M., F. M. y Ibarra, M., J. L. (2014). Incendios en el bosque la primavera (Jalisco, México): un acercamiento a sus posibles causas y consecuencias. ISSN 2007-7521. 9(1): 23-32 (Jul - Dic 2014). Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Ecología. México.

INEI (2019). Anuario de Estadísticas Ambientales 2013.

ISO 11464 (1994). Soil quality. Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

INDECI. 2016. Reportes de Emergencias.

Motsara, M.R. & Roy, R.N. (2008). Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis. FAO. Fertilizer and plant nutrition bulletin. N° 19. pág. 33. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Italy.

MINAM (Ministerio del Ambiente) (2015). Cuantificación y análisis de la deforestación en la amazonia peruana en el periodo 2010-2011-2013-2014. Dirección general de Ordenamiento Territorial.

Marcos, G., P., López, N. A., y Pulido, V. M. (2017). Uso combinado de índices relativos de sequía para analizar el impacto del cambio climático en las sequías meteorológicas e hidrológicas en una cuenca mediterránea. Revista de hidrología. Volumen 554 , noviembre de 2017 , páginas 292-305.

Ocampo, Z., K. (2018). Modelo descriptivo de restauración ecológica en zonas afectadas por incendios forestales e invasión de retamo espinoso en los cerros orientales de Bogotá. Acta Biológica Colombiana. 2019;24(1):1-12. Facultad de Ciencias Departamento de Biología. Sede Bogotá.

Ott, W. R. (1978). Environmental Indices: Theory and Practice, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich., 1978, págs. 2,5, 135-169. 202-213.

(SERFOR). Servicio Nacional Forestal de Fauna Silvestre (2014).

<https://andina.pe/agencia/noticia-incendios-forestales-arrasaron-942399-hectareas-cobertura-vegetal-736629.aspx>

Vázquez A., A., Ortiz R., A. J., Palacio A., A. G., y Muñoz R., C.A. (2018). Escorrentía y producción de sedimentos en encinares incendiados de la sierra madre oriental, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 9 (48).

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermanos.

Walter Roberto

## **Agradecimiento**

A mis profesores de la Universidad Nacional de Jaén, por todas sus enseñanzas y la transmisión de sus experiencias profesionales.

A mi asesor el Dr. Juan Manuel Garay Román por su apoyo en el debate técnico sobre la investigación realizada.

A mis compañeros de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la UNJ, por su valiosa amistad.

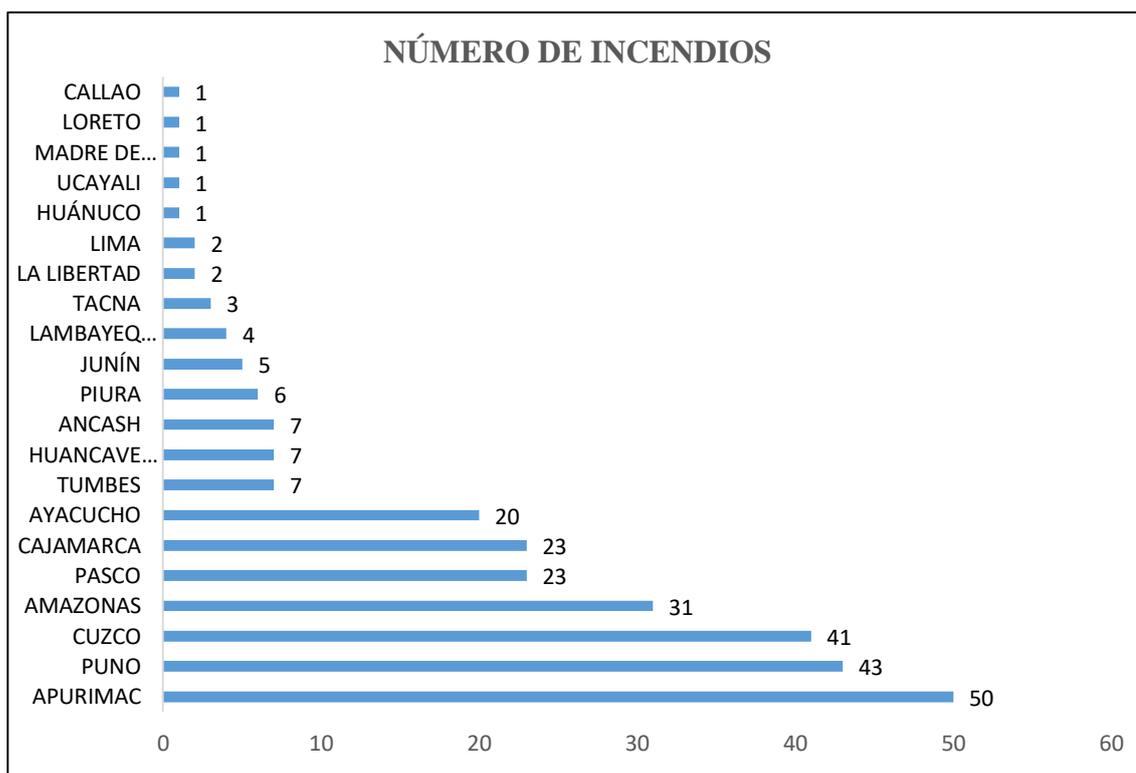
Walter Roberto

## **ANEXO**

**Tabla 9. Ocurrencias de incendios forestales, 2012-2016.**

| <b>Año</b>   | <b>Cobertura vegetal afectada</b> | <b>Cobertura vegetal pérdida (has)</b> | <b>Total de hectáreas afectadas</b> |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 2012         | 4 788.60                          | 12 020.70                              | 16 809.30                           |
| 2013         | 33 826.50                         | 16 713.50                              | 50 540.00                           |
| 2014         | 3 414.60                          | 2 162.00                               | 5 576.20                            |
| 2015         | 3 807.10                          | 1 479.80                               | 5 286.90                            |
| 2016         | 4 7529                            | 61 863.60                              | 109 392.90                          |
| <b>Total</b> | <b>93 365.80</b>                  | <b>94 239.60</b>                       | <b>187 605.70</b>                   |

Fuente: COEN-INDECI-2016



**Figura 13. Número de incendios por departamento en el año 2016**

**Tabla 10. Pérdida de cobertura vegetal por departamento en el año 2016.**

| <b>Departamento</b> | <b>Cobertura vegetal<br/>pérdida (has)</b> | <b>Número de<br/>incendios</b> |
|---------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|
| Amazonas            | 7 982                                      | 31                             |
| Ancash              | 1 900                                      | 7                              |
| Apurímac            | 732                                        | 50                             |
| Ayacucho            | 5                                          | 20                             |
| Cajamarca           | 27 561                                     | 23                             |
| Cusco               | 16 355                                     | 41                             |
| Huancavelica        | 95                                         | 7                              |
| Huánuco             | 13                                         | 2                              |
| Junín               | 180                                        | 5                              |
| La libertad         | 130                                        | 3                              |
| Lambayeque          | 3 152                                      | 4                              |
| Lima provincias     | 15                                         | 2                              |
| Loreto              | 10                                         | 1                              |
| Madre de Dios       | 12                                         | 1                              |
| Pasco               | 343                                        | 23                             |
| Piura               | 25                                         | 6                              |
| Puno                | 3 336                                      | 43                             |
| Tacna               | 41                                         | 3                              |
| Tumbes              | 38                                         | 7                              |
| Ucayali             | 19                                         | 1                              |
| <b>Total</b>        | <b>61 864</b>                              | <b>281</b>                     |

Fuente: COEN-INDECI-2016

Análisis: Respecto a la pérdida de vegetación producida por un incendio, no se tiene el registro de la pérdida de cobertura vegetal, probablemente porque el daño forestal no habría tenido la gravedad que cumpla los indicadores de daño ambiental. en cuanto al número de incendios, estos se han registrado de acuerdo a la magnitud del incendio, es decir, a partir del daño a la cobertura vegetal a partir de cinco hectáreas de pérdida vegetal fueron registrados por INDECI. Y de acuerdo a la tabla anterior, el mayor daño a la vegetación se dió en Cajamarca con la pérdida de 27 561 hectareas de vegetación.

**Tabla 11. Estimación del número de hectáreas deforestadas 2010-2014.**

| <b>Departamento</b> | <b>Superficie<br/>departamento en la<br/>Amazonía (has.)</b> | <b>Deforestación<br/>acumulada 2010-2014<br/>(has.)</b> |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Amazonas            | 3 724 462.38                                                 | 11 413.99                                               |
| Ayacucho            | 341 935.93                                                   | 1 571.45                                                |
| Cajamarca           | 771 252.15                                                   | 5 160.05                                                |
| Cuzco               | 3 710 086.30                                                 | 15 854.04                                               |
| Huancavelica        | 70 735.27                                                    | 15.55                                                   |
| Huánuco             | 2 359 170.04                                                 | 56 719.87                                               |
| Junín               | 2 515 024.60                                                 | 8 321.79                                                |
| La Libertad         | 84 805.33                                                    | 9.45                                                    |
| Loreto              | 37 503 942.56                                                | 95 857.19                                               |
| Madre de Dios       | 8 503 657.79                                                 | 25 428.32                                               |
| Pasco               | 1 761 419.48                                                 | 13 829.84                                               |
| Piura               | 69 515.33                                                    | 457.61                                                  |
| Puno                | 1 600 459.14                                                 | 3 089.47                                                |
| San Martín          | 4 907 221.49                                                 | 97 200.58                                               |
| Ucayali             | 10 532 795.61                                                | 80 349.43                                               |
| <b>Total</b>        | <b>78 456 483.40</b>                                         | <b>463 591.35</b>                                       |

Fuente: MINAM (2015).



**INFORME DE ENSAYO N° 334 -2019-RIVELAB/FQ**

**I. INFORMACIÓN GENERAL:**

Solicitante: Walter Roberto Calderón Vásquez

Análisis solicitado: Químico y microbiológico

Tipo de muestra: Suelo

Presentación: 5 kg. de suelo sellado

Procedencia: Jaén-Cajamarca.

Fecha recepción: 2/10/2019; 2:35 pm.

**II. RESULTADOS:**

|                                 |                                                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Textura:                        | 54 % arena, 39 % limo y 7 % arcilla<br>Franco arenosa |
| pH                              | 6.1                                                   |
| Conductividad eléctrica (dSm/m) | 0.7                                                   |
| Materia orgánica %              | 4.62                                                  |
| Carbono orgánico %              | 2.68                                                  |
| Fósforo ppm                     | 160                                                   |
| Potasio ppm                     | 252                                                   |
| Tipo de microorganismos:        |                                                       |
| Bacterias totales ufc/gr        | 75 x 10 <sup>6</sup>                                  |
| Azotobacter spp. NMP /gr        | 95                                                    |
| Bacillus spp ufc/gr             | 72 x 10 <sup>5</sup>                                  |
| Actinomicetos ufc/gr            | 54 x 10 <sup>5</sup>                                  |
| Hongos ufc/gr                   | 16 x 10 <sup>4</sup>                                  |

Trujillo, 09 de Octubre del 2019

  
\_\_\_\_\_  
JOSE RIVIERO MENDEZ  
Ingeniero Químico- Perito Químico  
R. CIP. 20384





**INFORME DE ENSAYO N° 351 -2019-RIVELAB/FQ**

**I. INFORMACIÓN GENERAL:**

Solicitante: Walter Roberto Calderón Vásquez

Análisis solicitado: Microbiológico

Tipo de muestra: Suelo

Presentación: 5 kg. de suelo sellado.

Procedencia: Jaén-Cajamarca

Fecha recepción: 4/10/2019; 3:05 pm.

**II. RESULTADOS:**

Tipo de microorganismos

Bacterias totales ufo/gr Trazas

Azotobacter spp. NMP /gr Trazas

Bacillus spp ufo/gr Trazas

Actinomicetos ufo/gr Trazas

Hongos ufo/gr  $8 \times 10^2$

Trujillo, 11 de Octubre del 2019

**JOSE RIVERO MENDEZ**  
Ingeniero Químico- Perito Químico  
R. CIP. 20184

