



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA



FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO

AMBIENTE

**IMPACTO ECOLÓGICO DE UN INCENDIO FORESTAL EN LA  
FLORA DEL PÁRAMO ANTRÓPICO DEL “PARQUE UNIVERSITARIO  
DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIONAL FRANCISCO VIVAR  
CASTRO” DE LA CIUDAD DE LOJA**

Tesis de grado previa a la obtención  
del título de Ingeniero en Manejo y  
Conservación del Medio Ambiente

**AUTORA**

Johanna Maribel Sarango Cobos

**DIRECTORA**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg.Sc.

Loja-Ecuador

2019





### **CERTIFICACIÓN**

En calidad de directora de la tesis titulada **IMPACTO ECOLÓGICO DE UN INCENDIO FORESTAL EN LA FLORA DEL PÁRAMO ANTRÓPICO DEL "PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIONAL FRANCISCO VIVAR CASTRO" DE LA CIUDAD DE LOJA**, de autoría de la señorita **Johanna Maribel Sarango Cobos**, egresado de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certifico que la investigación ha sido dirigida, revisada y aprobada, por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 30 de agosto del 2019

Atentamente,

Ing. Johanna Muñoz Chamba, Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**



## CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal calificador de la tesis titulada **IMPACTO ECOLÓGICO DE UN INCENDIO FORESTAL EN LA FLORA DEL PÁRAMO ANTRÓPICO DEL "PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIONAL FRANCISCO VIVAR CASTRO" DE LA CIUDAD DE LOJA**, de autoría de la señorita **Johanna Maribel Sarango Cobos**, egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certifican que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto, autorizamos a la señorita egresada su publicación y difusión.

Loja, 13 de septiembre del 2019

Atentamente:

Ing. Aurita Geovania Gonzaga Figueroa Mg. Sc.....

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc.....

**VOCAL DEL TRIBUNAL**

PhD. Aura del Carmen Paucar Cabrera.....

**VOCAL DEL TRIBUNAL**



## **AUTORÍA**

Yo, Johanna Maribel Sarango Cobos, declaro ser autora de la presente tesis titulada IMPACTO ECOLÓGICO DE UN INCENDIO FORESTAL EN LA FLORA DEL PÁRAMO ANTRÓPICO DEL “PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIONAL FRANCISCO VIVAR CASTRO” DE LA CIUDAD DE LOJA, y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Johanna Maribel Sarango Cobos

C.I.: 1150012613

Loja, 13 de septiembre del 2019



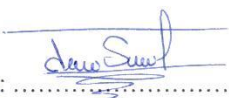
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA  
LA CONSULTA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Johanna Maribel Sarango Cobos, declaro ser autora de la presente tesis titulada **IMPACTO ECOLÓGICO DE UN INCENDIO FORESTAL EN LA FLORA DEL PÁRAMO ANTRÓPICO DEL "PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIONAL FRANCISCO VIVAR CASTRO" DE LA CIUDAD DE LOJA**, como requisito para optar al grado de: Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional (RDI).

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los trece días del mes de septiembre del dos mil diecinueve, firma el autor.

Firma: 

Autor: Johanna Maribel Sarango Cobos

Número de Cédula: 1150012613

Dirección: Loja. Barrio: Esteban Godoy. Calles: Héctor Pilco y Ansar Villacis

Teléfono: 0981031843

Correo electrónico: jmsarangoc@unl.edu.ec

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Director de Tesis: Ing. Johana Muñoz Chamba, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Aurita Geovania Gonzaga Figueroa Mg. Sc

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc

PhD. Aura del Carmen Paucar Cabrera

Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa" Casilla letra "S"  
Teléfono: 2547 – 252 Ext. 101: 2547-200

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar con éxito este trabajo de investigación quiero agradecer primeramente a Dios por ser mi fortaleza en momentos difíciles. Así mismo a mi Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables y especial a la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente que me formó en sus aulas, a todo su personal docente que supo brindarme su apoyo incondicional en mi formación ética y profesional.

A la Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg.Sc. por su confianza en mi trabajo y apoyo al dirigir mi tesis, que fue una investigación muy importante para mí.

Con gratitud a mis padres José Sarango y Carmen Cobos; a mis hermanos: Irene, Luis, Katy, Jenny, Patricio quienes se encuentran muy orgullosos por una meta alcanzada. De manera muy especial a mi querido Marco Guamán, quien me ha brindado su apoyo incondicional para alcanzar las metas trazadas y culminar con éxito el presente trabajo de investigación.

Finalmente, a todas y cada una de las personas que me han brindado su asesoramiento y las facilidades para emprender este trabajo investigativo. Dios los bendiga y dejo constancia a todos de mi eterna gratitud.

**Johanna Maribel Sarango Cobos**

## **DEDICATORIA**

Se la dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña siempre y me levanta de mis continuos tropiezos, al creador de mis padres y de las personas que más amo.

Dedico especialmente mi trabajo de tesis a ti mi querido Marco pues estuviste presente en la evolución y posterior desarrollo total de mi tesis, has formado parte de mis alegrías y tristezas, has sido mi mayor apoyo en mi vida.

A mi padre, que a pesar de las dificultades siempre puedo contar con él, a mi madre que a pesar que ya no está conmigo desde el cielo vela mis pasos y mi vida, mis hermanos a los que a pesar de los problemas siempre puedo refugiarme en ellos, gracias por ser mi familia incondicional.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas, y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Se las dedico a ustedes. Gracias a todos.

**Johanna Maribel Sarango Cobos**

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	15
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
2.1. Incendios forestales .....	6
2.2. Tipos de incendios forestales.....	6
2.2.1. Incendios superficiales.....	6
2.2.2. Incendios Subterráneos .....	7
2.2.3. Incendios de Copa o Aéreos .....	7
2.3. Causas de los incendios forestales .....	7
2.4. Impactos que generan los incendios forestales .....	8
2.4.1. Impacto de los incendios forestales en el suelo .....	8
2.4.2. Impacto de los incendios forestales en la flora .....	8
2.4.3. Impacto de los incendios forestales en la fauna.....	9
2.5. Especies que aprovechan los incendios forestales.....	9
2.6. Biodiversidad del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Ing. Francisco Vivar Castro” .....	10
2.6.1. Bosque Natural .....	10
2.6.2. Matorral alto .....	10
2.6.3. Matorral Bajo.....	11
2.6.4. Páramo Antrópico.....	11
2.7. Incendios forestales en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Francisco Vivar Castro” .....	11
2.8. Identificación de impactos ambientales.....	12
2.9. Parámetros estructurales de la vegetación .....	14
2.9.1. Densidad absoluta (D) .....	14
2.9.2. Densidad relativa (Dr) .....	14
2.9.3. Dominancia relativa (DmR) .....	14



2.9.4.	Frecuencia Relativa (Fr) .....	14
2.9.5.	Índice de valor de importancia (IVI) .....	15
2.10.	Análisis Multivariado .....	15
2.10.1.	Análisis de Conglomerados .....	16
2.10.2.	Análisis de componentes principales.....	16
2.10.3.	Análisis multivariado de varianza (MANOVA).....	16
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1.	Área de estudio .....	18
3.1.1.	Características climáticas del PUEAR.....	19
3.2.	Métodos .....	19
3.2.1.	Metodología para Caracterizar el impacto ecológico producido en la flora del páramo antrópico del PUEAR por un incendio forestal .....	19
3.2.1.1.	Caracterización cualitativa de los impactos ambientales.....	19
3.2.1.2.	Caracterización cuantitativa de los impactos ambientales.....	21
3.2.1.2.1.	Delimitación de las parcelas de estudio .....	21
3.2.1.2.2.	Levantamiento de datos en las parcelas instaladas .....	21
3.2.1.2.3.	Cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación.....	23
3.2.1.3.	Identificación de impactos ecológicos del incendio forestal en la flora paramera del PUEAR .....	24
3.2.2.	Metodología para proponer estrategias ambientales que contribuyan a la recuperación del área afectada por incendios forestales.....	26
4.	RESULTADOS .....	27
4.1.	Caracterización del impacto ecológico producido en la flora del páramo antrópico del “PUEAR” por un incendio forestal.....	27
4.1.1.	Valoración cualitativa de los impactos ecológicos.....	27
4.1.2.	Valoración cuantitativa de los impactos ecológicos.....	30
4.1.2.1.	Parámetros estructurales de la vegetación .....	30
4.1.2.2.	Índice de Valor de Importancia (IVI) .....	31
4.1.2.2.1.	Estrato arbóreo .....	31
4.1.2.2.2.	Estrato arbustivo .....	32
4.1.2.2.3.	Estrato herbáceo.....	33
4.1.3.	Identificación de los impactos ecológicos .....	36

4.2.	Estrategias ambientales descritas en cuatro propuestas enfocadas en: la prevención y mitigación, actividades de educación ambiental no formal, seguridad laboral y salud ocupacional y para la restauración ecológica de áreas afectas por incendios forestales.....	39
4.2.1.	Diagnóstico de las encuestas realizadas a estudiantes y técnicos del PUEAR.....	39
4.2.1.1.	Estrategia ambiental enfocada en la prevención y mitigación de la pérdida de la biodiversidad y la alteración del paisaje a causa de la ocurrencia de un incendio forestal .....	40
4.2.2.	Estrategias ambientales enfocadas en actividades de educación ambiental no formal para el cuidado y conservación de los espacios del PUEAR, control y prevención de incendios forestales .....	42
4.2.4.	Estrategia Ambiental para la restauración ecológica de áreas afectadas por incendios forestales. ....	45
5.	DISCUSIÓN.....	47
5.1.	Caracterización del impacto ecológico producido en la zona paramera del “PUEAR” por un incendio forestal.....	47
5.1.1.	Valoración cualitativa de los impactos ecológicos producido en la flora paramera del “PUEAR” por un incendio forestal.....	47
5.1.2.	Valoración cuantitativa de los impactos ecológicos del PUEAR. Composición florística del páramo antrópico.....	49
5.1.3.	Identificación de impactos ecológicos.....	50
5.2.	Estrategias ambientales que contribuyan a la recuperación del área afectada por incendios forestales.....	53
6.	CONCLUSIONES.....	56
7.	RECOMENDACIONES .....	57
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	58
9.	ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro (PUEAR). Fuente: La Autora. ....	18
<b>Figura 2.</b> Diseño y distribución de subparcelas para el muestreo de arbustos y hierbas. ....	21
<b>Figura 3.</b> Etiquetado de especies florísticas. ....	22
<b>Figura 4.</b> Área de afectación por el incendio forestal en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro (PUEAR). Fuente: La Autora. ....	27
<b>Figura 5.</b> Suelo quemado <1cm de profundidad. ....	28
<b>Figura 6.</b> Pérdida del follaje en arbustos. ....	28
<b>Figura 7.</b> Especie <i>Baccharis latifolia</i> aun con presencia de quemaduras en su base. ....	29
<b>Figura 8.</b> <i>Pteridium arachnoideum</i> sin rastros del incendio, pero se observa rastros de mortalidad. ....	29
<b>Figura 9.</b> Incendio forestal del 2017 en el páramo. ....	40
<b>Figura 10.</b> Recuperación luego de un año de ocurrir el incendio. ....	30
<b>Figura 11.</b> Dendrograma basado en el método Ward, con 21 especies arbóreas y arbustivas. ....	34
<b>Figura 12.</b> Análisis de componentes principales con Abundancia, Daños y Número de Rebrotos. ....	35
<b>Figura 13.</b> Señaléticas preventivas. ....	41
<b>Figura 14.</b> Señaléticas de advertencia o cuidado. ....	41
<b>Figura 15.</b> Señaléticas para identificar zonas de seguridad. ....	41
<b>Figura 16.</b> Señaléticas orientadas a la realización de una acción obligatoria. ....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos climáticos del PUEAR.....	19
<b>Tabla 2.</b> Variables visuales identificadas en el páramo antrópico del PUEAR .....	20
<b>Tabla 3.</b> Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet .....	22
<b>Tabla 4.</b> Escala de sociabilidad y dispersión.....	23
<b>Tabla 5.</b> Ecuaciones para determinar parámetros estructurales de la vegetación .....	23
<b>Tabla 6.</b> Parámetros de calificación para identificación de impactos en la matriz de importancia.....	25
<b>Tabla 7.</b> Parámetros ecológicos del estrato arbóreo.....	31
<b>Tabla 8.</b> Parámetros estructurales del estrato arbustivo .....	32
<b>Tabla 9.</b> Sociabilidad y dispersión del estrato herbáceo .....	33
<b>Tabla 10.</b> Especies que conforman los conglomerados, pertenecientes a los estratos arbóreo y arbustivo	35
<b>Tabla 11.</b> Medias de las variables utilizadas por conglomerado.....	36

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Matriz de importancia para valoración de impactos ambientales producidos por incendios forestales .....	38
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Hojas de campo para registro de árboles.....	64
<b>Anexo 2.</b> Hoja de campo para registrar estrato arbustivo .....	64
<b>Anexo 3.</b> Hoja de campo para dominancia y la sociabilidad para el estrato herbáceo .....	64
<b>Anexo 4.</b> Ficha de evaluación cualitativa de impactos ambientales .....	65
<b>Anexo 5.</b> Especies de los estratos arbóreos, arbustivos y hiervas de las especies registradas en las parcelas permanentes del páramo antrópico en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro” .....	66
<b>Anexo 6.</b> Inventario de los individuos de las especies registradas por regeneración natural en las parcelas permanentes del páramo antrópico en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro” .....	69
<b>Anexo 7.</b> Formato de encuestas realizadas a estudiantes de la Facultad Agropecuaria de los Recursos Naturales Renovables.....	71
<b>Anexo 8.</b> Formato de encuestas realizadas a Técnicos del Parque universitario de Educación Ambiental y recreacional (PUEAR). .....	74
<b>Anexo 9.</b> Valores estadísticos de las encuestas realizadas a los estudiantes del FARNR .....	75
<b>Anexo 10.</b> Valores estadísticos de las encuestas realizadas a técnicos del PUEAR.....	76
<b>Anexo 11.</b> Ubicación y delimitación de las parcelas permanentes del páramo antrópico en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro” .....	77
<b>Anexo 12.</b> Etiquetado de las especies identificadas.....	77
<b>Anexo 13.</b> Medición de los diámetros y/o altura de las especies.....	77
<b>Anexo 14.</b> Identificación del estrato herbáceo.....	78
<b>Anexo 15.</b> Identificación de especies en el herbario Reinaldo espinosa de la Universidad Nacional de Loja. ....	78

**IMPACTO ECOLÓGICO DE UN INCENDIO  
FORESTAL EN LA FLORA DEL PÁRAMO  
ANTRÓPICO DEL “PARQUE UNIVERSITARIO DE  
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIONAL  
FRANCISCO VIVAR CASTRO” DE LA CIUDAD DE  
LOJA**

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Francisco Vivar Castro”, del Cantón y Provincia de Loja, con la finalidad de caracterizar los impactos ecológicos generados por el incendio forestal ocurrido en el año 2017 en el páramo antrópico. El estudio fue realizado en 10 parcelas permanentes instaladas en el año 2017, su distribución fue sistemática con una distancia de 50 metros entre parcelas, las áreas de muestreo de cada parcela fueron de 25m<sup>2</sup> (5x5 m), se registraron alturas y/o largo de especies vegetales, diámetro basal, presencia de rebrotes, índice de valor de importancia, dentro de los estratos arbustivo y herbáceo, también se consideraron especies del estrato arbóreo por tratarse de rebrotes. De igual forma se realizó un monitoreo cualitativo de las variables visuales de la zona como: paisaje, suelo, porcentaje de área afectada. Se identificaron los impactos ecológicos a través de la observación directa, con ayuda de la matriz de importancia se logró valorar el impacto y conocer cuáles son los componentes afectados y los impactos más sobresalientes. Logrando así, proponer varias estrategias ambientales para su control y mitigación de los impactos ecológicos producto del incendio forestal. El páramo antrópico registró 745 individuos, que pertenecen a 21 especies de 10 familias, de las cuales 5 especies son árboles con 143 individuos, 16 arbustos con 602 individuos. Las especies ecológicas más importantes del páramo antrópico fueron: en el estrato arbóreo fue *Gynoxys nítida* Muschl con un IVI de 78%, mientras que en el estrato arbustivo fueron *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, *Bejaria aestuans* Mutis ex L. y *Vaccinium floribundum* Kunth con 17%, 14% y 13% respectivamente, por otra parte, en el estrato herbáceo encontramos siete especies a las cuales se determinó su sociabilidad y dispersión, la especie *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon obtuvo una cobertura del 50 al 75%, es la especie más dominante en este estrato.

**Palabras claves:** Incendios forestales, impactos ecológicos, páramo antrópico.



## ABSTRACT

The research was carried out in the "Francisco Vivar Castro University Park of Environmental Education and Recreational (PUEAR by its acronym in Spanish), canton and province of Loja, with the purpose of characterizing the ecological impacts generated by the forest fire that occurred in 2017 in the anthropic paramo. The study was conducted in 10 permanent plots installed in 2017 year, its distribution was systematic with a distance of 50 meters between plots, the sampling areas of each plot were 25m<sup>2</sup> (5x5 m). Measurements or observations of heights and / or length of plant species, basal diameter, presence of regrowths, index of importance value, within the shrub and herbaceous strata were taken; species of the tree stratum were also considered as being regrowths. Similarly, a qualitative monitoring of the visual variables of the area was carried out, such as: landscape, soil and percentage of affected area. Ecological impacts were identified through direct observation, with the help of the importance matrix it was possible to assess the impact and know which components are affected and the most outstanding impacts. Based on these data, propose several environmental strategies were proposed for the control and mitigation of the ecological impacts of the forest fire. The anthropic paramo registered 745 individuals, belonging to 21 species of 10 families, of which 5 species are trees with 143 individuals, 16 shrubs species with 602 individuals. The most important ecological species of the anthropic paramo were: in the tree stratum was *Gynoxys nítida* Muschl with an IVI of 78%, while in the shrub stratum there were *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., *Bejaria aestuans* Mutis ex L. and *Vaccinium floribundum* Kunth with 17%, 14% and 13% respectively; on the other hand, in the herbaceous stratum we found seven species to which its sociability and dispersion were determined, the species *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon obtained a coverage of 50 to 75%, it is the most dominant species in this stratum.

**Key words:** Forest fires, ecological impacts, anthropic paramo.

## 1. INTRODUCCIÓN

América Latina posee una gran biodiversidad de ecosistemas, siendo Ecuador uno de los países con mayor diversidad a nivel mundial, no solamente por el número de especies que existe por unidad de área sino también por los distintos tipos de ecosistemas que posee (Bravo, 2014). Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en nuestro país son los incendios forestales, mismos que traen consigo impactos complejos sobre los procesos ecológicos, debido a la variabilidad de las estructuras del paisaje y las diferentes respuestas de la vegetación (González 2017).

La enorme diversidad de ecosistemas hace necesario desarrollar estrategias de manejo enfocadas en la conservación y uso sostenible de los mismos. Uno de los ecosistemas, considerado de enorme prioridad por su biodiversidad es el Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes, el cual posee el mayor número de especies endémicas y diversidad biológica en el mundo (MAE, 2015). Sin embargo, los incendios forestales, la deforestación y el avance de la frontera agrícola, entre otros aspectos, han modificado a lo largo del tiempo su estructura y composición (Lozano, 2017).

Los incendios forestales tienen muchas repercusiones sobre la diversidad biológica, además son una fuente importante de emisión de carbono que contribuye al calentamiento global modificando a la flora y fauna de una determinada zona (Oña, 2016). Surgiendo así impactos negativos en todos los bosques por las pérdidas de superficie forestal y los daños ambientales cuantiosos (Oña, 2016). Otro impacto que generan los incendios forestales, es la afectación directamente a la población, su economía e incluso a su cultura, debido a que las personas no tienen conciencia vivida de su relación con un bosque, una montaña o simplemente no poseen un conocimiento amplio sobre los beneficios ecosistémicos que puede brindar un área ecológica y las consecuencias que acarrea un incendio forestal (Catalá, 2013).

En la provincia de Loja se encuentra el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro – PUEAR- localizado dentro de la zona de vida bosque seco montano bajo, en él se desarrollan una gran diversidad de ecosistemas diferenciables

claramente por su composición, estructura y función (Aguirre, et al. 2017). Por otra parte, Aguirre y Yaguana (2014) mencionan que en los últimos 10 años se han registrado incendios que han afectado a zonas importantes del PUEAR. En el año 2010, se registró una superficie afectada por incendios de 7 ha, en los ecosistemas del páramo antrópico y matorral alto, en su mayoría provocados por vecinos del parque quienes realizan quemas no controladas, como consecuencia se da la pérdida de diversidad, especialmente de la flora y fauna del sitio, se degradan los suelos y facilita el crecimiento de especies invasoras.

Existen diversos estudios realizados en el “Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro” en diferentes temáticas y zonas, entre ellos están el estudio de Reyes (2017), quien realiza una caracterización de la composición florística, estructura y endemismo de la flora leñosa de la zona intangible del parque, y cuyo objetivo principal intenta contribuir a la conservación y manejo del ecosistema bosque montano del PUEAR. Otras investigaciones se basan en la diversidad de avifauna, o en la diversidad de especies vegetales creciendo bajo las plantaciones forestales que existen en las partes bajas del parque, sin embargo a la hora de revisar acerca de la respuesta que presentan las especies vegetales en el páramo antrópico aún se evidencia la necesidad de generar información científica que permita diseñar estrategias de mitigación enfocadas en las especies vegetales que puedan verse afectadas luego de un incendio forestal.

En base a estos antecedentes, se realizó la presente, la cual permitió generar información de los impactos ecológicos presentes luego de un incendio forestal y así sentar las bases para conocer cómo reacciona el ecosistema páramo a lo largo del tiempo y cuánto tarda en absorber el impacto, recuperarse y volver a utilizar sus funciones básicas. La investigación se desarrolló un año después de haberse producido el incendio forestal del año 2017, en donde se monitoreó por seis meses las parcelas permanentes instaladas en la zona paramera del PUEAR, para lo cual se han formulado los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Contribuir a la generación de información acerca de los impactos ecológicos que se producen por los incendios forestales del área del páramo del “PUEAR” de la ciudad de Loja.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar el impacto ecológico producido en la zona paramera del “PUEAR” por un incendio forestal.
- Proponer estrategias ambientales que contribuyan a la recuperación del área afectada por incendios forestales.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Incendios forestales**

Los incendios forestales son considerados fenómenos que surgen cuando uno o varios materiales inflamables o de combustión rápida se encuentran presentes en bosques, selvas y otro tipo de zonas con vegetación siendo consumidos en forma incontrolada por el fuego, debido a factores atmosféricos, los cuales pueden salirse de control y expandirse muy fácilmente sobre extensas áreas, ocurriendo la pérdida de biodiversidad en estas zonas (MAE, 2017). Otros autores definen a los incendios forestales como el fuego que se propaga sin control, especialmente en zonas rurales, debido quizá a la falta de conocimiento de su entorno, a las prácticas ancestrales utilizadas en sus cultivos, provocando daños a la vegetación como árboles, matorrales, pastos y cultivos (SNGR, 2016).

En muchos ecosistemas, el fuego es considerado como una fuerza natural, esencial y ecológicamente significativa, que puede cambiar los atributos físicos, químicos y biológicos de la superficie de la tierra, vegetación y hábitat en estos ecosistemas, de ahí que se le considera como un factor normal en el ciclo sucesional de los ecosistemas (Pausas, 2009). Casi todas las definiciones concluyen en que se trata de fuego no programado o no controlado, que afectan de diversas formas a las Tierras Forestales, recurso protector, económico o recreativo. Ya sea por malas prácticas de agricultores, de forma natural o antrópica, los incendios forestales son un factor importante en la naturaleza, aunque su desarrollo provoque muchos impactos negativos, otras especies como las pirófitas lo utilizan para su propagación y, algunas semillas necesitan de una u otra manera la estimulación que el fuego realiza.

### **2.2. Tipos de incendios forestales**

La literatura ofrece diversos tipos de incendios, dependiendo de la fuente o del objetivo por el cual se aborde su manejo, a continuación, se presenta la clasificación propuesta por González (2017).

#### **2.2.1. Incendios superficiales**

Los incendios superficiales se caracterizan en la manera como el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno alcanzando hasta metro y medio de altura. Este tipo de

incendio afecta a seres vivos y muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros, consumiendo todo a su paso (González, 2017).

### **2.2.2. Incendios Subterráneos**

Cuando el incendio superficial se propaga bajo el suelo, se convierte en un Incendio Subterráneo. Este tipo de incendio llega a quemar la materia orgánica acumulada y las raíces, e incluso puede alcanzar los afloramientos rocosos, llegando a contaminar algunos acuíferos cercanos al incendio. Generalmente éstos no producen llamas y emiten poco humo (González, 2017).

### **2.2.3. Incendios de Copa o Aéreos**

Se consideran como los más destructivos, peligrosos y difíciles de controlar, esto se debe a que el fuego consume toda la vegetación, al igual que los incendios superficiales estos también comienzan de forma superficial, pero en este caso, las llamas avanzan primero sobre el nivel del suelo y se propagan por continuidad vertical, es decir, escalan vegetación dispuesta hacia arriba que sirve de combustible en escalera hacia las copas de los árboles (González, 2017).

## **2.3. Causas de los incendios forestales**

Un incendio forestal ocurre cuando el fuego se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación de zonas áridas y semiáridas, afectando potencialmente zonas forestales, estas son imprescindibles para la vida en el planeta. Además de ser parte fundamental en los ciclos de producción y distribución del agua, purifican el aire que respiramos al capturar bióxido de carbono y liberar oxígeno ayudando a la regulación de la temperatura y la humedad; proporcionan alimento, medicina y refugio a los seres vivos; y son fuente de materia prima en muchas actividades humanas (Oña, 2016).

Existen múltiples causas que provocan la ocurrencia de incendios forestales, entre ellos el 99% de los siniestros son de origen humano y pueden ser atribuidos a:

- Desconocimiento del poblador local al utilizar el fuego como medio de la conversión de tierras forestales a uso agrícola o ganadero.
- Negligencias en la quema de pastos (favorecer el rebrote, uniformizar el crecimiento y eliminar la vegetación indeseable).

- Negligencias al utilizar el fuego como medio de control de malezas, residuos agrícolas y fauna indeseable.
- Mal empleo del fuego en algunas actividades apícolas (Manta, 2004).
- Se puede argumentar que la causa natural más común de los incendios forestales responde directa o indirectamente a las acciones de la gente. Por ejemplo, el fuego causado por granjeros que queman el suelo para la fertilidad de sus tierras, existiendo el riesgo de que en el peor de los casos el fuego se descontrola y provoque un incendio forestal, causando daños a sus terrenos y saliéndose a sus alrededores (Cueva, 2014).

## **2.4. Impactos que generan los incendios forestales**

Luego de un incendio forestal se reflejan algunos impactos, estos dependen de la intensidad, recurrencia y duración del incendio. Por tanto, esos efectos pueden ser reflejados de forma directa o indirecta. Los impactos directos son la pérdida de animales, pérdida de la vegetación y degradación del suelo, mientras que los impactos indirectos, por su parte, van desde la erosión del suelo y la contaminación del agua hasta el ensuciamiento de represas y deslizamientos de tierra (González, 2017).

### **2.4.1. Impacto de los incendios forestales en el suelo**

El principal impacto identificado en el suelo luego de un incendio forestal es la degradación del mismo (Úbeda y Sarricolea, 2016). Los principales impactos de los incendios forestales son a nivel de las propiedades físico, químico y biológica, además de la productividad del suelo (García-Orenes, 2017). Estos impactos se reflejan en la generación de erosión, pérdida de nutrientes, disminución de la materia orgánica, alteración de la vegetación (Mataix-Solera y Cerdá, 2001). Luego de haber ocurrido el siniestro el suelo es susceptible a sufrir de erosión, debido a lo expuesto que queda al viento y agua (Caon y Geissen, 2014). Una vez que comienza el proceso de erosión existe la pérdida del material orgánico, problemas con la infiltración del agua, aumento del flujo superficial del agua e hidrofobicidad en el suelo (Shakesby, 2011).

### **2.4.2. Impacto de los incendios forestales en la flora**

La flora luego de un incendio forestal recibe un impacto directo, siendo la primera en ser afectada, existiendo así una relación entre la vegetación y los incendios forestales que se centra

en la modificación de su estructura, composición y servicios ecosistémicos (Anchaluisa y Suárez, 2013). Así mismo, las distintas especies vegetales presentes en los distintos ecosistemas responden de forma diferencial al fuego, dependiendo de sus habilidades para tolerarlo y de los mecanismos de regeneración que posean. En especies carentes de adaptaciones de resistencia o tolerancia al fuego, los incendios, incluso aquellos con intensidad baja, pueden causar una alta mortalidad. Si estas adaptaciones están ausentes en gran parte de las especies que componen la comunidad, el impacto sobre el ecosistema puede cambiar drásticamente la dinámica y composición de la vegetación y el resto de la cadena trófica (Jaksic y Fariña, 2015). No así aquellas especies que se adaptan y necesitan de la temperatura surgida por el incendio para poder germinar, existiendo sí una futura regeneración, como es el caso de las especies pirófitas (Taboada, 2017).

### **2.4.3. Impacto de los incendios forestales en la fauna**

Los incendios forestales pueden tener un impacto tanto en animales vertebrados como invertebrados, por ejemplo, puede existir la muerte de individuos, pérdida de hábitat, territorios, refugio y alimentación (Nasi y Moore, 2002). Así mismo, la pérdida de fauna por incendios forestales va a depender de la velocidad del viento, las cargas de combustible, el contenido de humedad de la vegetación, la época del año y el tamaño del fuego, entre otros. Por lo tanto, la disminución de la fauna puede generar desequilibrios en los ecosistemas tales como destrucción de la vegetación o alteraciones en la composición de las especies, migraciones de animales mayores, aves, insectos y microorganismos y desequilibrios ecológicos o rupturas en la cadena biológica (Castillo y Peña, 2003).

### **2.5. Especies que aprovechan los incendios forestales**

En relación con los incendios forestales, se recogen algunas afirmaciones que serán objeto de discusión, entre ellas se podría decir que existen plantas pirófitas o heliófilas como es el caso de los pinos, que crecen muy bien tras un incendio, frente a la gran mayoría de las especies, para las que el fuego supone un gran perjuicio, por lo que han desarrollado adaptaciones como encinas y alcornoque (Tolosana, 2017). Las características más sobresalientes en esta especie son las de resistir, tolerar o evadir el fuego y recuperarse post incendio u ocupar el sitio con nuevos individuos que llegan desde áreas no afectadas por el fuego. Esta resistencia puede ser porque



tienen corteza gruesa, o son capaces de rebrotar de las raíces o bulbos enterrados en el suelo; porque tienen las semillas protegidas en el cono, porque las semillas resisten en el fuego de baja intensidad o son estimuladas en su germinación, o porque logran ventajas al regenerarse mejor en zonas quemadas (Peña, 2016).

Otros autores como Toboada (2017) argumentan que estas especies tienen afinidad por el fuego, uno de los mejores exponentes es el eucalipto. Las especies pirófitas en sí mismas no son malas o buenas, igual que las invasoras. Solamente se han adaptado de la mejor manera a su hábitat. El problema lo genera el ser humano cuando introduce estas especies fuera de su hábitat, generando grandes desequilibrios.

## **2.6. Biodiversidad del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Ing. Francisco Vivar Castro”**

Según Aguirre et al. (2014), el PUEAR cuenta con una excelente biodiversidad ecosistémica por su composición, estructura y funcionamiento, pese a su escasa extensión, en cada uno de sus ecosistemas se desarrollan múltiples procesos biológicos. Los ecosistemas presentes son:

### **2.6.1. Bosque Natural**

El Bosque Natural se encuentra a una altitud de 2 250 msnm. Tiene una extensión de 12,93 ha que corresponde al 13,46 % del área total del PUEAR, es la cobertura boscosa de máximo crecimiento y desarrollo con una gran diversidad florística formada por árboles, arbustos, hierbas, parásitas y epífitas. Dentro de estos ecosistemas se encuentra el bosque con dominio de *Juglans neotropica* Diels (nogal) con 2,91 ha (3,03 %); y, el bosque con abundancia de *Alnus acuminata* Kunth (aliso) con una extensión de 2,45 ha (2,55 %) (Aguirre y Yaguana, 2014).

### **2.6.2. Matorral alto**

Este ecosistema está constituido por especies secundarias que resultan de la destrucción del bosque primario, comprende un área de 28,4 ha que corresponde al 29,58 % del área del PUEAR. Se puede distinguir dos estratos: arbustivo y herbáceo; además gran cantidad de plantas inferiores, que conjuntamente con los residuos vegetales forman la cobertura del suelo, protegiéndolo de la erosión y pérdida de la humedad (Aguirre y Yaguana, 2014).

### **2.6.3. Matorral Bajo**

Este ecosistema comprende 14,27 ha que constituye el 14,86 % del área total del PUEAR. Corresponde a vegetación secundaria, producto de la destrucción del bosque, por incendios forestales. Está ubicada en las partes altas con fuertes pendientes, desempeña un papel muy importante en la protección del suelo y del nacimiento de las quebradas. Está conformada por arbustos, hierbas y una gran cantidad de plantas inferiores (Aguirre y Yaguana, 2014).

### **2.6.4. Páramo Antrópico**

Este ecosistema también se lo conoce como pajonal, localizado entre 2380 a 2468 msnm, ocupa 20,58 ha dentro del PUEAR (21,44 %), sobre terrenos con pendientes mayores a 35 %, es una formación herbácea perenne, con dominio de *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. y *Puya eryngioides* André; en conjunto forma una vegetación densa muy importante en la conservación por su capacidad retentiva de agua. Esta cobertura vegetal ha sufrido alteraciones en la estructura y composición de su vegetación, que ha traído como consecuencia la degradación de los suelos, especialmente por el proceso de lixiviación (Aguirre y Yaguana, 2014).

## **2.7. Incendios forestales en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Francisco Vivar Castro”**

La provincia de Loja está propensa a la ocurrencia de incendios forestales, en razón de su rica biodiversidad, al encontrarse grandes áreas protegidas y de conservación en los ecosistemas bosque seco, bosque húmedo tropical, bosque nublado (Galindo et al. 2012).

El Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Francisco Vivar Castro” (PUEAR) a pesar de ser un área protegida y utilizada para realizar procesos de educación ambiental y de conservación de la biodiversidad, no ha escapado a la afectación que puede provocar el fuego y sus efectos, especialmente en ecosistemas como el páramo antrópico. En los últimos 10 años se han registrado incendios que han afectado a zonas de alta importancia en el PUEAR. En el año 2006 se quemó el área de matorral bajo y parte del páramo antrópico, afectando una superficie de 2 ha, en el año 2007 en la zona tangible del páramo se quemaron alrededor de 10 ha de pino, el año 2010 se registra una superficie afectada por incendios de 7 ha, afectando los ecosistemas del páramo antrópico y matorral alto (Aguirre et al., 2014), siete años

después nuevamente la parte alta del PUEAR fue afectada por un incendio que vino desde la microcuenca colindante producto de los fuertes vientos que azotaban en esa época.

## **2.8. Identificación de impactos ambientales**

La identificación de los impactos ambientales es un proceso un tanto complejo, ya que se puede utilizar diferentes métodos para la identificación de los mismos, estos se presentan luego de una actividad ya sea esta natural o antropogénica, es decir, en la mayoría de los casos es difícil predecir cual será el comportamiento de un determinado ecosistema frente a los impactos ambientales provocados por estas actividades. El fin de la identificación del impacto ambiental es conocer, predecir, valorar, prevenir o corregir y comunicar los efectos y los impactos ambientales producidos por una obra o actividad. La selección de los factores ambientales y de las acciones conducen a identificar los posibles impactos ambientales, además, uno de sus propósitos es asegurar que se han incluido en la investigación todos los factores ambientales adecuados (Garmendia, 2009).

Se considera a la matriz de importancia como el método más apropiado para cubrir las necesidades de esta investigación, por ser un método sencillo, además, aborda una valoración cualitativa y cuantitativa que se realiza a los impactos más significativos, a través de la identificación de los factores ambientales en el área establecida (Fernández, 2006). Existen diferentes métodos y procedimientos para la identificación de impactos ambientales sobre los factores identificados en el ambiente, algunos son generales, otros específicos para aspectos concretos, unos cualitativos que permiten identificarlos visualmente, otros valorando sus impactos de forma cuantitativa, de carácter dinámico, algunos estáticos, entre otros. El principal método en esta investigación es el cuantitativo específicamente la matriz de importancia (Cótan, 2007).

La matriz de importancia es un método que permite obtener una valoración cuantitativa entre los factores ambientales considerados. Ver tabla 6. Así se toman en cuenta los que resultan más representativos frente a las alteraciones identificadas y que pueden convertirse en magnitudes mensurables (Peña, 2016).

Según Conesa (1997) los impactos que se puedan identificar en esta matriz se evalúan según la variación de la calidad ambiental, esto se lleva a cabo mediante el siguiente modelo propuesto en la ecuación:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad \{Ec: 1\}$$

**Donde:**

- Impacto: (I): Se refiere a la valoración del efecto identificado.
- Signo (+/ -): Se refiere al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores establecidos.
- Intensidad (i): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa.
- Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si es muy localizado, es puntual (1), si es generalizado, será total (8).
- Momento (MO): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando es inferior a 1 año, será Corto Plazo (4), más de 5 años, Largo Plazo (1)
- Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales por medios naturales o por medidas correctoras. Así, si la permanencia es menor a 1 año, será Fugaz (1), si dura más de 10 años, Permanente (4)
- Reversibilidad (RV): Es la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, por medios naturales, una vez que la acción deja de actuar sobre el medio. Si es Corto Plazo (1), si es irreversible (4)
- Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad realizada, por medio de la intervención humana (medidas correctoras). Si es Recuperable (1), Irrecuperable (8).
- Sinergia (SI): Es el reforzamiento de dos o más efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente. Cuando la acción no es sinérgica (1), altamente sinérgica (4).

- Acumulación (AC): Hace relación al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada la acción que lo genera. Cuando no es acumulativo (1), si es acumulativo (4).
- Efecto (EF): Hace relación a la causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Si es Indirecto o Secundario (1), si es Directo (4).
- Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Si es Continuo (4), Discontinuo (1)

## **2.9. Parámetros estructurales de la vegetación**

### **2.9.1. Densidad absoluta (D)**

Esta dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie determinada. Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de una zona, sino que se puede realizar muestreos en áreas representativas (Aguirre, 2013).

### **2.9.2. Densidad relativa (Dr)**

Esta dada por número de individuos de una misma especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre, 2013).

### **2.9.3. Dominancia relativa (DmR)**

Según Aguirre (2013), define la dominancia, como el porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. Se usa para árboles y arbustos. Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. La determinación de las proyecciones de las copas resulta muchas veces complicada debido a la estructura vertical de algunos tipos de bosque.

### **2.9.4. Frecuencia Relativa (Fr)**

La frecuencia relativa está dada por el número de parcelas en la que está la especie dividido para la sumatoria de las frecuencias de todas las especies por cien, en donde se lo obtendrá en un porcentaje ecosistema (Aguirre, 2013).

### 2.9.5. Índice de valor de importancia (IVI)

Este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto significa entre otras cosas que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a ese ecosistema. Su ausencia implica cambios substanciales en la estabilidad del ecosistema (Aguirre, 2013).

Los valores se obtienen mediante las siguientes ecuaciones:

$$IVI = \frac{\text{Frecuencia relativa} + \text{densidad relativa} + \text{dominancia relativa}}{3} \quad \{Ec: 2\}$$

**Donde:**

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la ssp}}{\text{Frecuencia Total de la ssp}} \times 100 \quad \{Ec: 3\}$$

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos de la ssp}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100 \quad \{Ec: 4\}$$

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\text{Dominancia de la ssp}}{\text{Dominancia de todas las ssp}} \times 100 \quad \{Ec: 5\}$$

### 2.10. Análisis Multivariado

Este análisis es considerado para agrupar un conjunto de técnicas estadísticas cuyo objetivo principal es estudiar la interacción y/o correlación entre variables, con el fin de generar inferencias y predicciones; es decir, constituye una familia de métodos de análisis que estudia de manera simultánea varias variables independientes y una o más variables dependientes (Kerlinger, 2002).

El análisis multivariado se distingue en dos categorías, que son de Dependencia o Interdependencia entre las variables. La primera involucra un grupo de variables independientes, que sirven para predecir y explicar el cambio en una o más variables dependientes. A diferencia de estas las técnicas de interdependencia no definen a priori ninguna variable como

independiente o dependiente, es decir, el procedimiento implica el análisis de todas las variables conjunta y simultáneamente (Hair et al., 2000).

### **2.10.1. Análisis de Conglomerados**

El análisis de conglomerados es una técnica de Análisis Exploratorio de Datos que sirve para resolver problemas de clasificación. Su funcionalidad consiste en ordenar objetos en grupos de forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo grupo sea más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes grupos. En cada grupo se define como la clase a la que sus miembros pertenecen (Vicente, 2009).

### **2.10.2. Análisis de componentes principales**

El análisis de componentes principales es una técnica matemática que no requiere la suposición de normalidad multivariante de los datos, aunque si esto último se cumple se puede dar una interpretación más profunda de dichos componentes. Además, son análisis que sirven para estudiar las relaciones que se presentan entre  $p$  variables correlacionadas que se pueda medir la información común de las mismas, se puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables incorreladas entre sí, es decir, aquellas que no tenga repetición o redundancia en la información, llamado conjunto de componentes principales. Las nuevas variables son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra. De modo ideal, se buscan  $m < p$  variables que sean combinaciones lineales de las  $p$  originales y que estén incorreladas, recogiendo la mayor parte de la información o variabilidad de los datos (Fernández, 2011).

### **2.10.3. Análisis multivariado de varianza (MANOVA)**

La técnica de análisis multivariado de varianza es una extensión del ANOVA, pero a diferencia de esta, considera dos o más variables dependientes simultáneamente. El MANOVA por su parte es una técnica de Dependencia que permite estimar las diferencias entre las medias de varias categorías o tratamientos, mediante la comparación conjunta de las variables dependientes observadas. Las categorías vienen dadas por el conjunto de criterios que definen distintos

estados. Las condiciones necesarias para utilizar el MANOVA son diversas, entre ellas se encuentra las siguientes: Existen varios tratamientos que se definen por el grado, la ausencia o presencia de una Variable Independiente, al interior de cada tratamiento hay varios individuos o sujetos, y las mediciones para cada individuo o sujeto son independientes (Avendaño, 2013).



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

El Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Ing. Francisco Vivar Castro.”, se sitúa en el cantón Loja, parroquia San Sebastián, Ciudadela Universitaria “Guillermo Falconí Espinosa”, es propiedad de la Universidad Nacional de Loja. Está ubicado a 5 km de la ciudad, con una superficie total de 96 ha (Palacios, 2012), en un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 msnm. Se encuentra localizado entre las coordenadas geográficas: 79° 11'07'' y 79° 12' 03'' Longitud Oeste; 04° 01'37'' y 04° 02'02'' Latitud Sur (Aguirre y Yaguana, 2014) .

Los límites del PUEAR son: al norte, la cuenca de la quebrada León Huayco, desde la carretera a Vilcabamba hasta la cresta de la cordillera oriental; al sur con terrenos de colonos desde el Jardín Botánico hacia arriba de la cordillera oriental; al este el filo de cordillera oriental (Rojas, 2012).

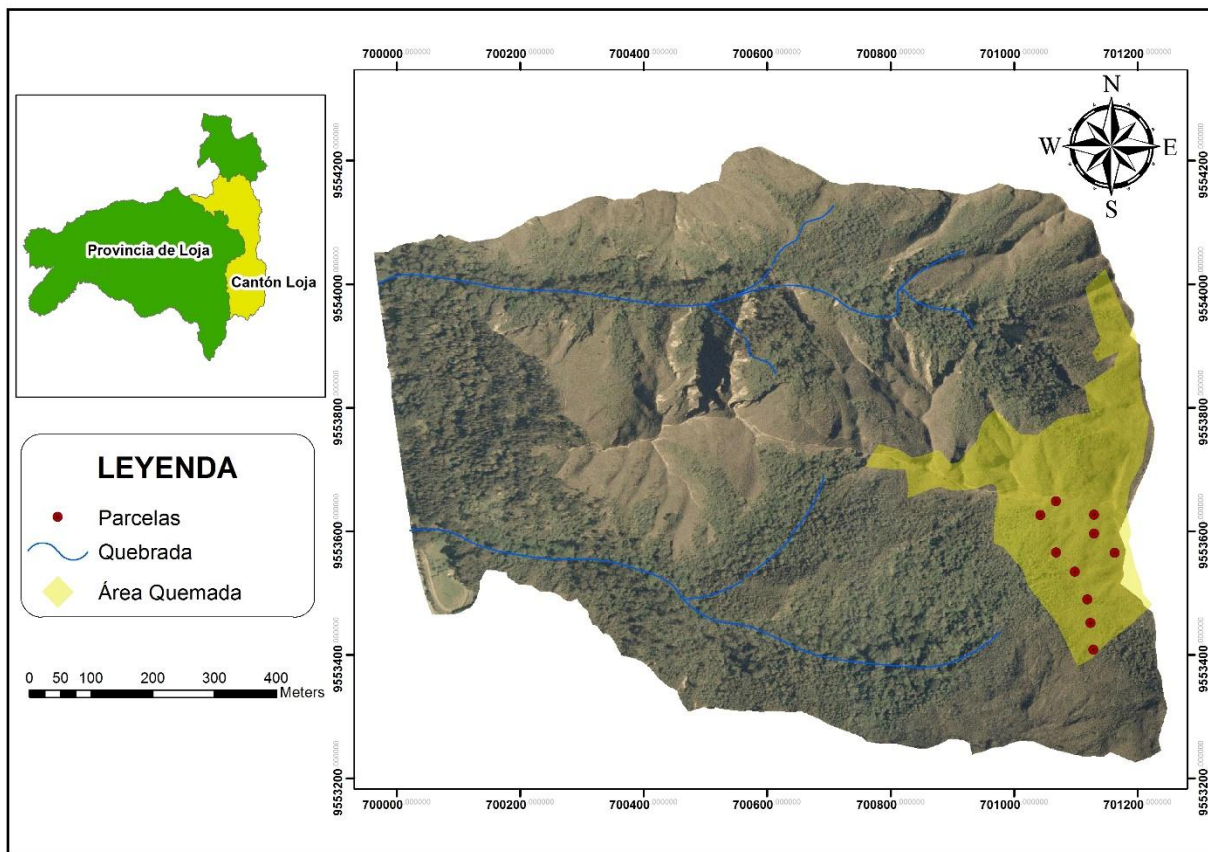


Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro (PUEAR). Fuente: La Autora.

### 3.1.1. Características climáticas del PUEAR

Palacios (2012), menciona que, de acuerdo a los datos climáticos el área de estudio pertenece a la zona de vida Bosque seco montano bajo, en la Tabla 1, se presentan las principales variables climáticas del parque universitario.

Tabla 1. Datos climáticos del PUEAR

Descripción	Datos
Precipitación media anual	955 mm/año
Temperatura media anual	16,2°C
Humedad Relativa	71,56%
Evaporación media	111,33
Velocidad del viento	Máxima 5,44 m/s y mínima 3,64 m/s
Tipo de clima	Templado lluvioso, mesotérmico, frío e isoterma

Datos de la estación la Argelia. Fuente: Palacios (2012).

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Metodología para Caracterizar el impacto ecológico producido en la flora del páramo antrópico del PUEAR por un incendio forestal

Para caracterizar el impacto ecológico producido en la flora del páramo antrópico del PUEAR por un incendio forestal se procedió a realizar la identificación cualitativa y cuantitativa de los impactos. Se utilizaron las parcelas permanentes instaladas en el año 2017, un mes después de haberse presentado el incendio en la zona del páramo del PUEAR, registrado con fecha 23 septiembre del 2017.

#### 3.2.1.1. Caracterización cualitativa de los impactos ambientales

Para el desarrollo de la presente investigación se procedió a revisar en campo el estado de los límites de las parcelas en los cuales se realizaron recorridos con el propósito de registrar de forma cualitativa las variables visuales referentes al grado de afectación de la flora y al suelo.

Para conocer la extensión del incendio forestal se elaboró un mapa base en donde se calculó el porcentaje de área que fue afectada en relación al área total del PUEAR, en la tabla 2 se presentan las variables visuales que se evaluaron en la zona de estudio.

Tabla 2. Variables visuales identificadas en el páramo antrópico del PUEAR

Hoja de campo para caracterización de variables visuales				
Nro de Parcela:				
Coordenadas:				
Latitud:		Longitud:		
<b>Superficie Actual afectada</b>				Observación
Estrato Arbusto	25 ()	50 ()	75 ()	
Estrato Herbáceo	25 ()	50 ()	75 ()	
Suelo: Afectación superficial hasta 1cm ()	Afectación profunda, más de 3 cm ()			
<b>Caracterización del entorno</b>				Observación
Arboles/Arbustos (Buen estado)	25()	50 ()	75 ()	
Presencia de Avifauna (vocalización)	Si ()	No ()		
Rastros de otros animales	Si ()	No ()		

Fuente: Muñoz (2017).

Para identificar la afectación que dejó el incendio forestal al suelo se realizó la observación y medición in situ de la capa superficial considerando una valoración cualitativa basada en:

- afectación baja, cuando se presentó cambio en la coloración del suelo, así como escasa presencia de raíces, tallos o de residuos de vegetación en el primer centímetro del suelo afectado; y,
- afectación profunda cuando se observó un cambio en la coloración del suelo, así como nula presencia de raíces hasta los tres centímetros de profundidad del suelo.

Por otro lado, el porcentaje de afectación de la flora en cada una de las parcelas se evaluó utilizando una escala cualitativa basada en el estado de afectación de la cobertura vegetal, para lo cual se clasificó de la siguiente manera:

- de 0 a 25 % vegetación que presentó **afectación ligera** (presencia de cambios de coloración solo en hojas o en la base de forma superficial),
- de 25 a 50 % vegetación con **afectación moderada** (hojas, ramas y bases de la planta con cambios de coloración debido al incendio) y,
- de 50 a 75 % **afectación crítica** (cambio de color de partes aéreas y mortalidad de ramas, hojas y base de la planta que afectaron los procesos fundamentales de la planta).

Utilizando los parámetros anteriores se procedió a evaluar el tipo de intensidad del fuego, para ellos se tomó como referencia la metodología empleada por Muñoz (2017), la cual constó de tres parámetros de clasificación; leve, moderado y severo:

- Fuego Leve: se refiere a alteraciones de la hojarasca, sin afectar completamente la materia orgánica,
- Fuego Moderado: consume completamente la hojarasca y la materia orgánica, sin afectar el suelo mineral,
- Fuego Severo: en esta afección la materia orgánica es consumida totalmente, su color y la estructura del suelo mineral son visiblemente alterados.

### 3.2.1.2. Caracterización cuantitativa de los impactos ambientales

#### 3.2.1.2.1. Delimitación de las parcelas de estudio

Se instalaron 10 parcelas mediante la aplicación de un muestreo sistemático, que se distribuyeron a una distancia de 50 metros entre parcelas, las áreas de muestreo de cada parcela corresponden a 25 m<sup>2</sup> (5 x 5m) (Muñoz, 2017).

Se procedió a verificar que los límites de las parcelas estén en buen estado, y en el caso de aquellas que no se evidenciaba los límites se procedió a delimitarlos con piola de color rojo. Posteriormente, con ayuda de un GPS se georreferenció para su posterior análisis y ubicación utilizando el software libre Google Earth Pro.

#### 3.2.1.2.2. Levantamiento de datos en las parcelas instaladas

En la figura 2, se presenta el esquema utilizado para el levantamiento de la información de los tres estratos. Cabe mencionar que en el estrato arbóreo solo se pudo apreciar rebrotes por lo que se los contabilizó dentro de las parcelas de 5x5 m.

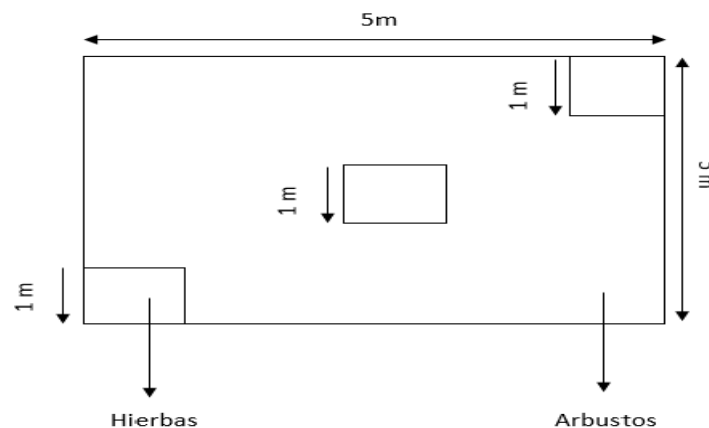


Figura 2. Diseño y distribución de subparcelas para el muestreo de arbustos y hierbas.

Cada individuo fue etiquetado con una cinta de color verde en donde se colocó el respectivo código de campo (Figura 3). La identificación botánica de las especies se realizó en el Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja.



Figura 3. Etiquetado de especies florísticas.

Para la determinación de los parámetros dasométricos (altura y diámetro basal) se utilizó una cinta métrica y calibrador, tanto para el estrato arbóreo y arbustivo. Con ayuda de la cinta métrica se midió las alturas de cada especie desde la base de tallo hasta llegar a su altura total, para la medición del diámetro basal se procedió a medir las bases de los tallos a 1 cm desde la base del suelo, luego se registró todos estos datos en las hojas de campo disponibles en los Anexos 1 y 2. En el estrato herbáceo se determinó el porcentaje de cobertura de acuerdo a la metodología de Braun Banquet utilizando las escalas presentadas por Alcázar (2013) además, se determinó las características de sociabilidad y dispersión de acuerdo a los criterios presentados en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet

Índice	Significado
R	Un solo individuo, cobertura despreciable
(+)	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor del 5%
2	Cobertura del 5% al 25%
3	Cobertura del 25% al 50%
4	Cobertura del 50% al 75%
5	Cobertura igual o superior al 75%

Fuente Alcázar, (2013).

Tabla 4. Escala de sociabilidad y dispersión

Código	Características
1	Los individuos de la especie crecen solitarias, aislados
2	Individuos de la especie en pequeños grupos de pocos individuos o en pequeños céspedes.
3	Individuos de la especie en pequeñas manchas, cojines o grandes céspedes
4	Individuos creciendo en manchas extensas, alfombras o matas
5	Individuos creciendo en grandes poblaciones o matas extendidas cubriendo completamente la parcela de estudio, la mayoría en poblaciones puras

Fuente Alcázar, (2013).

### 3.2.1.2.3. Cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación

Se procedió a determinar los parámetros estructurales de la vegetación, de acuerdo a los parámetros establecidos por Aguirre (2013) a través de las ecuaciones detalladas en la Tabla 5.

Tabla 5. Ecuaciones para determinar parámetros estructurales de la vegetación

Parámetros	Modelo	Interpretación
<b>Densidad Absoluta (D)</b>	$D = \frac{N^{\circ} \text{ total de individuos por especie}}{\text{Área total}} \text{ ind}/m^2$	Número de individuos de una especie o de todas las especies, dividida por la superficie total (Aguirre, 2013).
<b>Densidad Relativa (DR%)</b>	$DR = \frac{N^{\circ} \text{ de Individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} \times 100 = \%$	Permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, y considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre, 2013).
<b>Dominancia Relativa (DmR)</b>	$Dmr = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 = \%$	Porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada (Aguirre, 2013).
<b>Índice de Valor de Importancia (IVI)</b>	$IVI = \frac{DR + Fr + DmR}{3} = \%$	Índice de valor de importancia que indica la importancia de una especie dentro de una comunidad vegetal (Aguirre, 2013).

Fuente: Aguirre, (2013).

En esta investigación el valor de importancia a nivel de especie se realizó mediante la sumatoria de frecuencia y dominancia relativa de la especie.

#### **3.2.1.2.4. Análisis estadístico**

Para comprobar si las especies presentes en la zona, mostraban condiciones similares de respuesta al siniestro, se procedió a realizar un dendrograma utilizando diferentes métodos y distancias, y se seleccionó al que mayor correlación cofenética mostró por lo cual se utilizó el método Ward de encadenamiento y la distancia Bray Curtis como variables estandarizadas para identificar grupos visiblemente distintos.

Para determinar si los grupos formados por el dendrograma difieren estadísticamente se procedió a compararlos aplicando un NP-MANOVA – que es un Análisis Multivariado de la Varianza, el cual calculó la distancia media entre todas las observaciones a través del p valor mediante permutaciones Monte Carlo, si el p valor es  $< 0.05$  se detectan diferencias significativas entre los grupos en relación a las variables respuesta evaluadas por lo que se realizó comparaciones múltiples post hoc para evaluar en qué variables en particular se presentaron las diferencias.

Para verificar si las variables evaluadas como porcentaje de daño, número de rebrotes y abundancia contribuyeron a la formación de los grupos se realizó un Análisis de Componentes Principales, el cual redujo la dimensionalidad de los datos. Estos cálculos se realizaron en el software R utilizando el paquete rda(vegan), PCA(FactorMineR) y lme4 versión 1.1-21.

#### **3.2.1.3. Identificación de impactos ecológicos del incendio forestal en la flora paramera del PUEAR**

Una vez que se identificó de forma cualitativa y cuantitativa los impactos ambientales de la flora paramera del PUEAR se procedió a calificar y valorar mediante el uso de la matriz de importancia de acuerdo a Conesa (1997), misma que se la emplea como método analítico en el cual se asignó un valor de importancia a cada impacto y se le dio valores según el criterio de calificación detallado en la tabla 6, la matriz toma valores comprendidos entre 13 a 100 puntos según su valoración. Una vez identificados los impactos se asignó una valoración de la siguiente manera: valoración menor a 25 puntos son considerados impactos leves, de 25-50 son impactos

moderados, de 50-75 son impactos severos y aquellos que son superiores a 75 son considerados impactos críticos.

Tabla 6. Parámetros de calificación para identificación de impactos en la matriz de importancia

<b>ELEMENTOS DE CALIFICACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA</b>			
<b>NATURALEZA</b>		<b>INTENSIDAD</b>	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
<b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia)		<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)		<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b>	
		Corto plazo	1
Fugaz	1	Medio plazo	2
Temporal	2	Irreversible	4
Permanente	4		
<b>SINERGIA (SI)</b> (Potenciación de la manifestación)		<b>ACUMULACIÓN (AC)</b> (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
<b>EFEECTO (EF)</b> (Relación causa-efecto)		<b>PERIODICIDAD (PR)</b> (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b> (Reconstrucción por medios humanos)		<b>IMPORTANCIA (I)</b> $I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable inmediato	1		
Recuperable mediano plazo	2		
Mitigable y/o compensable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa (1997).



### 3.2.2. Metodología para proponer estrategias ambientales que contribuyan a la recuperación del área afectada por incendios forestales

Para dar cumplimiento al último objetivo específico, se aplicó encuestas semiestructuradas a los técnicos y administradores del PUEAR, así como a los estudiantes de la Facultad Agropecuaria de los Recursos Naturales Renovables con el propósito de evaluar el grado de conocimiento y preparación en el caso de la presencia de siniestros. El personal técnico y administrativo del parque fue encuestado al 100% (cinco técnicos y trabajadores), mientras que para conocer la apreciación del sector estudiantil de la FARNR con respecto al PUEAR se determinó el tamaño de la muestra mediante la ecuación utilizada por Guillen (2011) utilizando el 95 % del nivel de confianza para minimizar un error admisible:

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N-1)E^2 + Z^2pq} \quad \{Ec: 6\}$$

**Donde:**

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza = 0,95

p: probabilidad de éxitos, o proporción esperada = 5%

q: probabilidad de fracaso = 0,95%

e: precisión= error admisible = 0,03

N: población, estudiantes del FARNR =1268

La información de las encuestas aplicadas permitió identificar las estrategias ambientales enfocadas en:

- Prevenir y mitigar la pérdida de la biodiversidad y la alteración del paisaje a causa de la ocurrencia de un incendio forestal.
- Implementación de talleres de educación ambiental no formal para el cuidado y control de las zonas del PUEAR.
- Precautelar y salvaguardar la integridad física, salud de los técnicos y trabajadores del parque en el caso de presentarse un siniestro.
- Priorización de una restauración ecológica de especies nativas en zonas afectadas por el incendio forestal.

## 4. RESULTADOS

Los resultados se basan en el análisis y en función de los objetivos planteados:

### 4.1. Caracterización del impacto ecológico producido en la flora del páramo antrópico del “PUEAR” por un incendio forestal

#### 4.1.1. Valoración cualitativa de los impactos ecológicos

El Parque Universitario cuenta con 96 ha en las cuales la zona que se vio afectada corresponde al páramo antrópico con 20,58 ha, el área total del siniestro fue de 9,20 ha dentro del páramo, mientras que el área de estudio donde se encuentran las parcelas corresponde a 3,63 ha. En la figura 4, se muestran las zonas afectadas en el páramo antrópico.

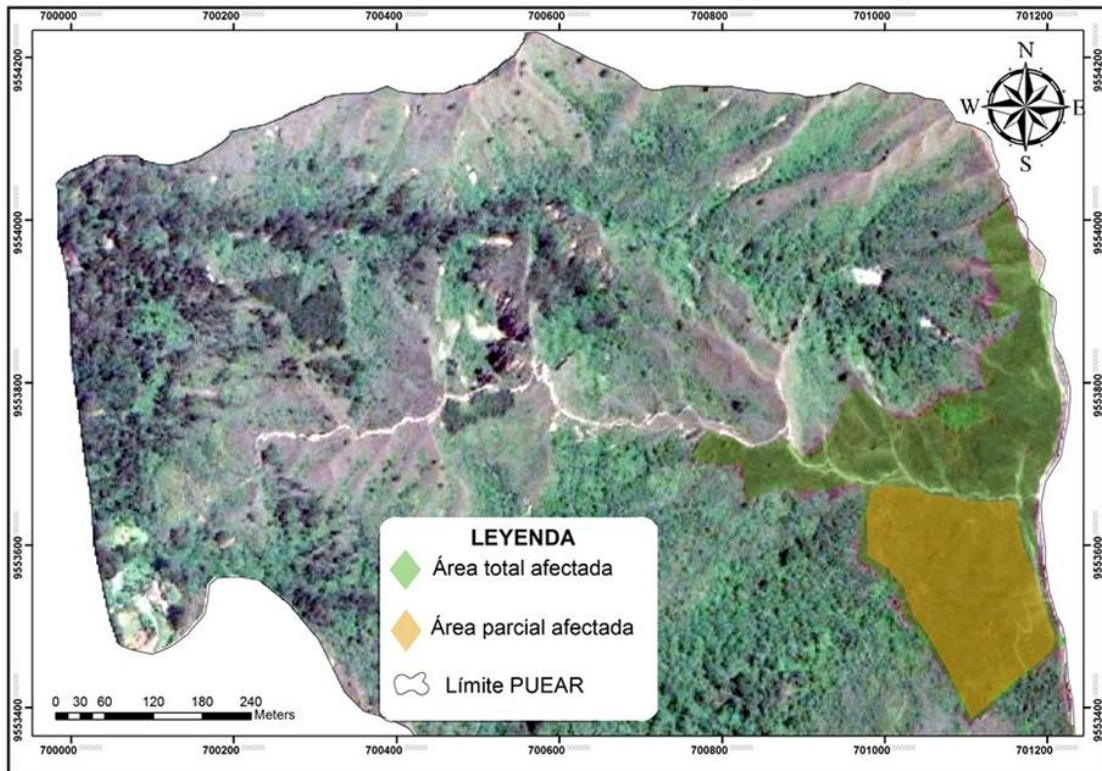


Figura 4. Área de afectación por el incendio forestal en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro (PUEAR). Fuente: La Autora.

El siniestro ocurrido en el páramo antrópico del PUEAR se cataloga como superficial, según la escala propuesta por Bosnich, (2007) quien manifiesta que un incendio es superficial cuando la combustión se da en base al combustible superficial, además, la intensidad en la que se produjo evidencia que los principales recursos afectados fueron el suelo y la flora.

En lo que respecta al suelo, la intensidad fue superficial y moderada por lo que el grado de afectación se considera bajo pues al realizar las mediciones de la capa mineral se registra una coloración más oscura en el primer centímetro producto de la incineración de la hojarasca y la vegetación, mientras que observando a mayor profundidad (> 1 cm) se evidencia que el color del suelo cambia y no existe rastro de suelo quemado (Figura 5).



Figura 5. Suelo quemado <1cm de profundidad.

En el recurso flora los daños fueron mayores, clasificándose como una afectación crítica ya que se evidencia un cambio en el color de la vegetación, así como la mortalidad de ramas, hojas y base de la planta en un rango comprendido entre el 50 al 75 % tanto en el estrato arbóreo y arbustivo debido a que aún se observan rastros del incendio, algunas especies muestran daños mecánicos en las bases del tallo incinerado sin follaje tal cual se muestra en la figura 6.



Figura 6. Pérdida del follaje en arbustos.

Algunas especies como *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers aún muestra signos claros de cambios de coloración en el follaje y en la base de su estructura anatómica (Figura 7).



Figura 7. Especie *Baccharis latifolia* aun con presencia de quemaduras en su base.

Con respecto al estrato herbáceo presenta una superficie de afectación del 25 %, debido a que la mayoría de las hierbas, luego de un año de haber ocurrido el incendio, no presentan rastros de quemaduras significativas en sus partes florales, como es el caso de *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon, quien, a pesar de haber perdido todo su follaje, se encuentra con mayor dominancia en este estrato. Esta es una especie que se vio estimulada por el incendio, vale la pena mencionar que en el año 2017 el incendio se produjo luego de la temporada seca, por lo tanto, la mortalidad de las hierbas era alta y no se atribuiría en su totalidad al incendio forestal. Actualmente aún se evidencian algunas hierbas con rastros claros del estrés que sufrieron producto del incendio forestal. Es importante mencionar que las condiciones climáticas del páramo como temperaturas bajas en las noches y en las primeras horas del día también afectan a toda la vegetación paramera. Ver figura 8.



Figura 8. *Pteridium arachnoideum* sin rastros del incendio, pero se observa rastros de mortalidad.



Una evidencia clara de la recuperación del recurso flora constituyen los rebrotes que presentan las especies de los estratos arbóreos y arbustivo, lo cual sin duda se debe a que las raíces de las plantas no sufrieron alteraciones en su fisiología.

Estos resultados confirman que el incendio fue moderado y que a la flora del páramo le toma aproximadamente un año en absorber el impacto producido por el incendio forestal permitiendo así recobrar sus propiedades fisiológicas básicas.

La presencia de avifauna y rastros de animales, constituye otro de los indicios que muestran que la recuperación del páramo se viene desarrollando progresivamente ya que se pueden observar las interacciones ave-planta presentes en este ecosistema. En la figura 9 y 10, se muestra como el páramo quedó después del incendio ocurrido en el año del 2017 y como luego de un año la vegetación se recupera (Figura 9 y 10).



Figura 9. Incendio forestal del 2017 en el páramo.



Figura 10. Recuperación luego de un año de ocurrir el incendio.

#### **4.1.2. Valoración cuantitativa de los impactos ecológicos**

El principal impacto ecológico se presenta en la estructura y dinámica de la flora del páramo antrópico, con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

##### **4.1.2.1. Parámetros estructurales de la vegetación**

Se registraron tanto en el estrato arbustivo como arbóreo, 745 individuos, pertenecientes a 21 especies representadas en 10 familias. Cinco especies corresponden a árboles con 143 individuos, y, 16 especies de arbustos están representados en 602 individuos.

En lo que respecta al estrato herbáceo, se determina que, en base a su porcentaje de cobertura, la especie *Pteridium arachnoideum*, es la más dominante. El registro total de los individuos de la zona de estudio se presenta en el Anexo 5.

#### 4.1.2.2. Índice de Valor de Importancia (IVI)

##### 4.1.2.2.1. Estrato arbóreo

La especie con mayor abundancia y que está presente de forma generalizada en el páramo antrópico es *Gynoxys nítida* con un IVI de 78 %, de alguna manera esta especie presenta una resiliencia alta, a diferencia de otras especies como *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd) Wilbur que presentó un IVI menor al 4 % por lo que de alguna manera pudo verse afectada su dispersión. En la tabla 7, se detallan las cinco especies representativas de acuerdo al índice de valor de importancia (IVI).

Tabla 7. Parámetros ecológicos del estrato arbóreo

Familia	Nombre Científico	Nº de Individuos	DR%	FR%	IVI%
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	136	95,1	62,5	78,8
CLETHRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	4	2,8	18,8	10,8
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	1	0,7	6,3	3,5
MYRICACEAE	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1	0,7	6,3	3,5
PROTEACEAE	<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	1	0,7	6,3	3,5
<b>TOTAL</b>		<b>143</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Densidad relativa (DR). Frecuencia relativa (FR). Índice de valor de importancia (IVI). Fuente: la Autora.

La especie *Gynoxys nítida* presenta características interesantes de sociabilidad por lo que la escala utilizada correspondería a una especie cuyos individuos se encuentran creciendo en grandes poblaciones o matas extendidas cubriendo una gran parte de las parcelas de estudio, su presencia se consolida en el páramo antrópico debido a la facilidad de dispersión de sus semillas pues a esas alturas la velocidad del viento promueve su dispersión y sus propagación, lo que permite que esta especie sea encontrada de forma abundante en los páramos. Además, de acuerdo a la UICN se encuentra en categoría de amenaza crítica.

Especies como: *Alnus acuminata* Kunth, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur, *Roupala monosperma* (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst. y *Clethra fimbriata* Kunth, presentan un IVI comprendido entre un 3% a 10% respectivamente, lo que está en correspondencia con el número de individuos que se encuentran en la zona de estudio.

#### 4.1.2.2.2. Estrato arbustivo

La especie *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. presenta una dominancia importante con un 17 %, de alguna manera esta especie ha logrado sobresalir en este ecosistema a pesar de las condiciones después del incendio, a diferencia de la especie *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br que posee un IVI por debajo del 1%. En la tabla 8, se detallan las 16 especies representativas de acuerdo a su valor de importancia.

Tabla 8. Parámetros estructurales del estrato arbustivo

Familia	Nombre Científico	Nº de Individuos	DR%	FR%	IVI%
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	133	22,1	12,2	17,1
ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	102	16,9	12,2	14,6
ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	84	14,0	12,2	13,1
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	74	12,3	11,0	11,6
MELASTOMATAACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	48	8,0	12,2	10,1
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	54	9,0	9,8	9,4
LAMIACEAE	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	52	8,6	3,7	6,1
SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	19	3,2	6,1	4,6
LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	6	1,0	6,1	3,5
ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	6	1,0	4,9	2,9
ERICACEAE	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	4	0,7	2,4	1,6
MYRSINACEAE	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	5	0,8	2,4	1,6
MELASTOMATAACEAE	<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	11	1,8	1,2	1,5
MELASTOMATAACEAE	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	2	0,3	1,2	0,8
ERICACEAE	<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	1	0,2	1,2	0,7
PROTEACEAE	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	1	0,2	1,2	0,7
<b>TOTAL</b>		<b>602</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Densidad relativa (DR). Frecuencia relativa (FR). Índice de valor de importancia (IVI). Fuente la Autora.

Al ser *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. la especie con el mayor valor de importancia demuestra ser muy representativa en este estrato, con características de sociabilidad altas por lo que la escala utilizada correspondería a una especie cuyos individuos se encuentran creciendo en grandes poblaciones o matas, cubriendo gran parte de las parcelas de estudio, esto podría deberse a que pertenece a la Familia Asteraceae misma que posee una distribución cosmopolita. en nuestro país su distribución se observa principalmente en la región andina y en los páramos (Fierro, 2004). Por tanto, se ha adaptado a las características climáticas de estos ecosistemas logrando tener un crecimiento adecuado y una fácil dispersión de sus semillas que permite extenderse y dominar de alguna manera los recursos en el páramo, es por ello que se ubica en un alto valor de importancia en esta investigación.

A diferencia de las especies *Tibouchina laxa*, *Macleania salapa* (Benth.) Hook. f. ex Hoerold, *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br, quienes que poseen un Índice de Valor de Importancia menor al 1%, lo que está en correspondencia con el número de individuos que se encuentran en la zona de estudio.

#### 4.1.2.2.3. Estrato herbáceo

El estrato herbáceo está representado por siete especies distribuidas en todas las parcelas, y de acuerdo a la metodología de Braun Blanquet, la sociabilidad y dispersión de estas especies está comprendida entre el 50 al 75%, siendo *Pteridium* el género con mayor grado en comparación al resto de especies. Ver tabla 9.

Tabla 9. Sociabilidad y dispersión del estrato herbáceo

ESTRATO	FAMILIA	ESPECIES	Índice	SOCIABILIDAD Y DISPERSIÓN
Herbáceo	DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	4	50 al 75%
	BROMELIACEAE	<i>Puya eryngioides</i> André	3	25 al 50%
	POACEAE	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	3	25 al 50%
	POACEAE	<i>Paspalum</i> sp	2	5 al 25%
	COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	2	5 al 25%
	POACEAE	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	2	5 al 25%
	ASTERACEAE	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	1	menor al 5%

Datos tomados en campo. Fuente la Autora.



*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon al poseer una cobertura superior al 75%, manifiesta que se trata de una especie que crece en grandes poblaciones o matas extendidas cubriendo completamente la zona afectada por el incendio, la mayoría en poblaciones puras, por tanto, es la especie más dominante en este estrato.

Mientras la especie *Puya eryngioides* André y *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth poseen una cobertura del 25 al 50%, este porcentaje hace referencia a individuos de las especies en pequeñas manchas, cojines o grandes céspedes, por otra parte, las especies *Paspalum* sp, *Commelina diffusa* Burm. f. y *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv se encuentran entre el 5 a 25% este porcentaje hace referencia a individuos de la especie en pequeños grupos de pocos individuos.

Finalmente, la especie *Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers. tiene una cobertura menor al 5%, estos individuos se encuentran solitarios o aislados.

#### 4.1.2.3. Grupos ecológicos en base a la respuesta del incendio forestal

El análisis estadístico permitió determinar la conformación de dos grupos de especies que responde de forma distinta luego de un incendio forestal, la división de los grupos presenta una correlación cofenética de 0,875 lo cual determina que tanto el método como la distancia utilizada son las más idóneas para su separación. En la figura 11, se presenta el dendrograma en donde se evidencia la conformación de dos grupos separados significativamente ( $p < 0.001$ ) y las especies características de cada grupo. De forma más claro en la tabla 10 se presenta la clasificación de las especies en los conglomerados.

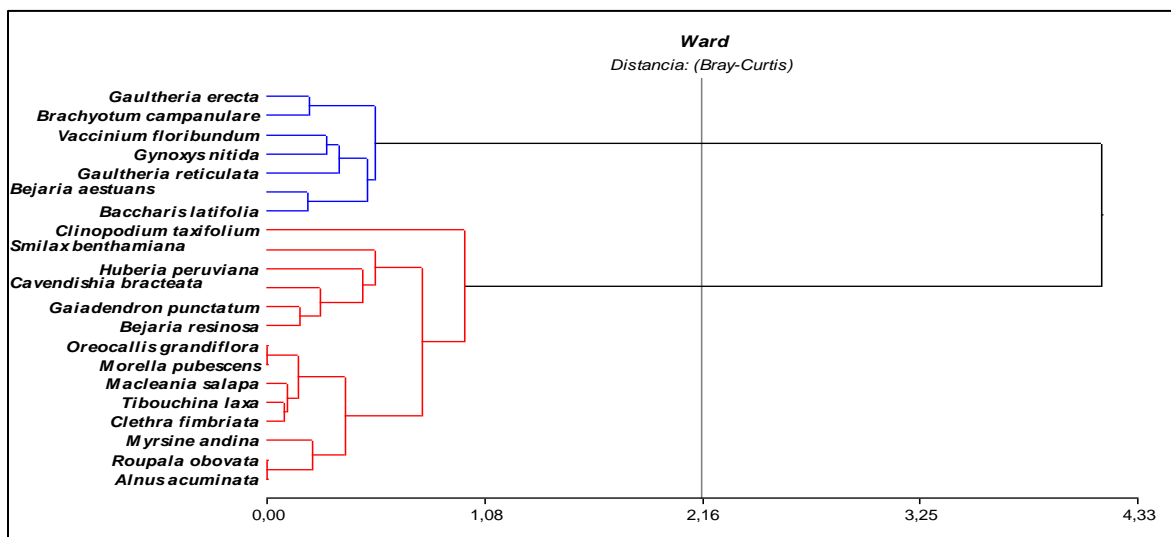


Figura 11. Dendrograma basado en el método Ward, con 21 especies arbóreas y arbustivas

Tabla 10. Especies que conforman los conglomerados, pertenecientes a los estratos arbóreo y arbustivo

Conglomerado	ESPECIES
1	<i>Gaultheria erecta</i> , <i>Brachyotum campanulare</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Gynoxys nítida</i> , <i>Gaultheria reticulata</i> , <i>Bejaria aestuans</i> , <i>Baccharis latifolia</i>
2	<i>Clinopodium taxifolium</i> , <i>Smilax benthamiana</i> , <i>Huberia peruviana</i> , <i>Cavendishia bracteata</i> , <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Bejaria resinosa</i> , <i>Oreocallis grandiflora</i> , <i>Morella pubescens</i> , <i>Macleania salapa</i> , <i>Tibouchina laxa</i> , <i>Clethra fimbriata</i> , <i>Myrsine andina</i> , <i>Roupala obovata</i> , <i>Alnus acuminata</i> .

Fuente: La Autora.

Los dos grupos de conglomerados se definen por la abundancia, número de rebrotes y porcentaje de daño causado, lo que se puede comprobar en el ACP (Figura 12) en donde las especies se ven relacionadas con las variables estudiadas, con un porcentaje de explicación de los ejes de 75 %, con ello el conglomerado 1, estaría formado por siete especies que se relacionan con la abundancia y número de rebrotes, mientras que el conglomerado 2 presenta 14 especies que comparten características como similar número de rebrotes y porcentaje de los daños causados por el incendio forestal.

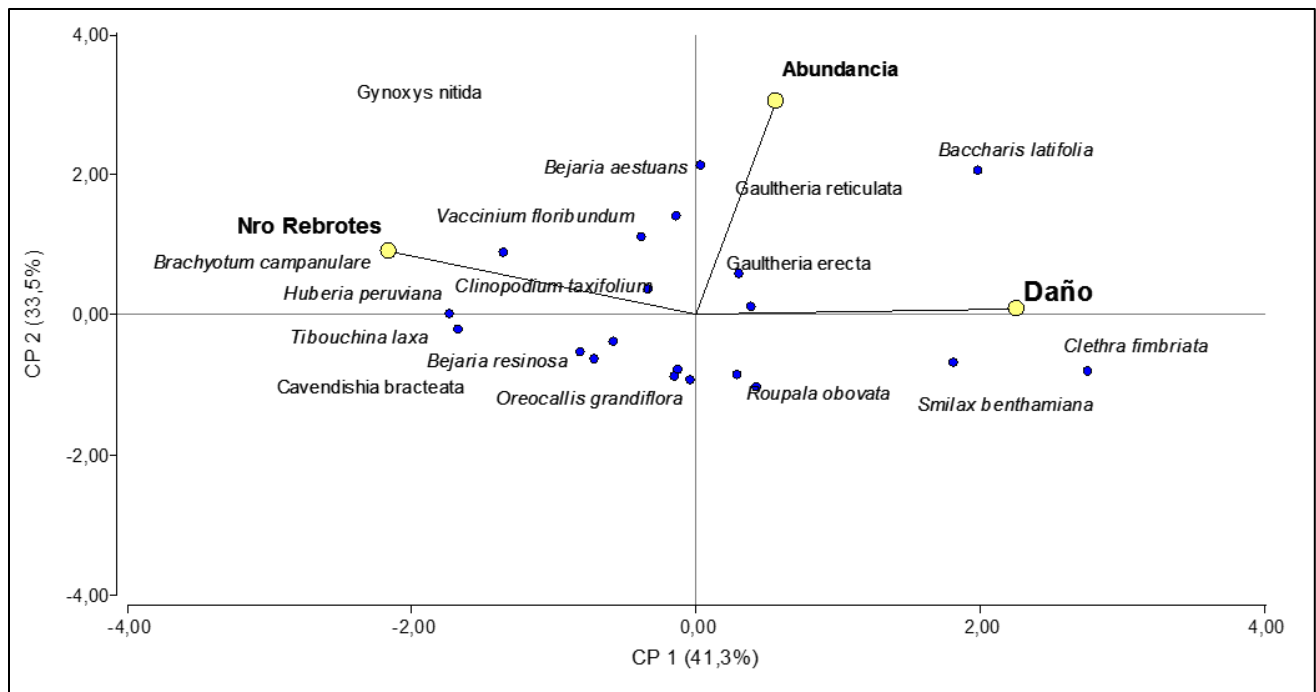


Figura 12. Análisis de componentes principales con Abundancia, Daños y Número de Rebotes

En la tabla 11, se puede observar los resultados de la comparación de medias emitidos por que los dos conglomerados que se forman son estadísticamente diferentes ( $p < 0.001$ ) refiriéndose a que las especies responden de forma diferente a los incendios forestales.

Tabla 11. Medias de las variables utilizadas por conglomerado

Conglomerado	Abundancia	N.º Rebrotos	Daño	n	p	
1	8,14	8,56	34,50	14	<0,001	a
2	90,14	9,54	25,71	5	<0,001	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.1.3. Identificación de los impactos ecológicos

Basados en la valoración cualitativa y cuantitativa se identificaron 20 impactos ambientales que se presentan en la zona paramera del PUEAR, siendo el factor flora y suelo los que mayormente se ven afectados.

El factor ambiental flora, presenta el mayor valor de importancia con un grado de afectación negativo, con un área de influencia extendida a lo largo de toda la zona que fue afectada por lo que se considera un impacto irreversible. En algunos individuos aun es evidente la mortalidad de las ramas a pesar de un año transcurrido luego del incendio forestal, lo que corrobora que no todas las especies responden de la misma manera a los efectos dejados por un siniestro forestal. La flora presente muestra afectaciones en su fisiología aérea, mientras que las raíces quedaron intactas lo que permitió que ocurriera una regeneración natural en el periodo de un año, por todos estos argumentos el impacto es valorado con 44 puntos en la matriz de importancia (Cuadro 1).

Otro impacto alto identificado dentro del componente flora corresponde al deterioro de las propiedades físicas de la madera, ya que los árboles sufren quemaduras y por ende una alteración y deformidad tanto en las propiedades anatómicas y de recubrimiento de la madera, siendo este impacto de naturaleza negativa, con una intensidad alta, aunque su extensión es puntual su manifestación fue inmediata, dando como resultado un impacto negativo con un valor de 43 puntos (Cuadro 1).

Otro impacto de naturaleza negativa presente en la flora, se refiere a las deformaciones en el crecimiento de árboles, que corresponde a la pérdida de la capacidad fisiológica de las plantas, apareciendo callosidades, que a largo plazo provocan el deterioro de los órganos en las especies afectadas, lo que conlleva al inicio de problemas fitopatológicos como la aparición de plagas y enfermedades debido a que la vegetación queda totalmente expuesta a este tipo de afectaciones, ambos impactos tienen una valoración de 42 puntos en la matriz de importancia.

La identificación de la presencia de especies pirófitas es un impacto que podría ser considerado negativo o neutro dependiendo de la forma como se analice, ya que desde el punto de vista ecológico este tipo de especies salen beneficiadas luego de un estímulo como el incendio forestal convirtiéndose en especies dominantes porque aparecen con mayor frecuencia y están recubriendo al suelo y controlando los recursos del área afectada provocando que las demás especies limiten su crecimiento y el aporte de los nutrientes del suelo. Entre las especies pirófitas identificadas en la zona de estudio se tiene la presencia de *Puya eryngioides* André la cual aprovecha el calor del incendio estimulándose para su propio beneficio, sus semillas pueden germinar a altas temperaturas que únicamente conseguirían gracias al incendio este impacto posee un área de influencia extensa y una persistencia permanente (Cuadro 1).

Finalmente, los daños parciales presentes en los órganos vegetativos se presentan con una intensidad alta y una manifestación inmediata, en la matriz de importancia se lo evalúa con 41 puntos. A pesar de ello, cabe mencionar que existen especies que tienen la capacidad de generar rebrotes como respuesta al estímulo realizado por el incendio forestal, permitiendo una recuperación de la flora en un periodo de tiempo considerado.

Un año después de haberse producido el incendio, aun se evidencian rastros tangibles en la fisiología y anatomía de los individuos por lo que se considera que los impactos son de carácter moderado y no precisan prácticas correctoras o protectoras intensivas ya que requieren únicamente del paso del tiempo para que el impacto se absorba en el ecosistema. En factor suelo, es otro de los factores que se ve perjudicado, aunque con una calificación de moderado lo que indica que los procesos funcionales no se han visto interrumpidos y que es cuestión de que el ecosistema se va recuperando. Uno de los impactos ambientales con valoración de 38 puntos,

siendo la más alta en este factor, es la degradación de la estructura del suelo por lo que se recomienda la implementación de estrategias o medidas de restauración ecológica en el sitio afectado. El resto de factores ambientales se ven modificados en menor grado, por lo que en el cuadro 1, se presenta la valoración total de los impactos identificados.

Cuadro 1. Matriz de importancia para valoración de impactos ambientales producidos por incendios forestales.

MATRIZ DE IMPORTANCIA PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS													
FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
SUELO	Degradación de la estructura del suelo	(-)	4	1	2	2	4	2	4	4	2	4	38
	Disminución de la materia orgánica	(-)	2	1	4	2	2	2	4	4	2	4	32
	Pérdida de nutrientes.	(-)	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	27
	Cambio en la fertilidad y la productividad natural del suelo	(-)	2	2	2	2	2	2	1	4	1	4	28
AGUA	Escurrecimiento superficial	(-)	2	4	2	2	2	1	1	1	1	2	26
	Contaminación	(-)	1	4	2	2	4	1	1	1	1	2	25
AIRE	Generación de material particulado	(-)	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	18
	Volatilización de carbono	(-)	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	17
FLORA	Aparición de especies pirófitas	(-)	4	1	1	2	1	2	4	4	4	2	34
	Deterioro en las propiedades físicas de la madera	(-)	4	1	4	4	2	4	1	4	2	8	43
	Daños parciales a sus órganos	(-)	4	1	4	2	2	4	1	4	2	8	41
	Deformaciones en el crecimiento de árboles	(-)	2	1	4	4	2	4	4	4	4	8	42
	Muerte del tejido vegetal	(-)	4	1	4	4	2	4	4	4	4	4	44
FAUNA	Inicio de problemas biológicos	(-)	4	1	2	4	2	4	2	4	4	4	40
	Reducción total de fauna	(-)	4	1	4	2	4	2	1	4	2	4	37
SOCIO ECONÓMICO	Microfauna potencialmente afectada	(-)	2	1	2	2	4	2	1	4	2	4	29
	Afectación a nichos ecológicos	(-)	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	27
PAISAJE	Molestias a la población	(-)	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	19
	Afectación al turismo	(-)	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	19
PAISAJE	Afectación al paisaje	(-)	4	1	2	2	2	1	1	4	2	4	32

Valoración de impactos ecológicos luego del incendio forestal. Fuente: la Autora.

#### **4.2. Estrategias ambientales descritas en cuatro propuestas enfocadas en: la prevención y mitigación, actividades de educación ambiental no formal, seguridad laboral y salud ocupacional y para la restauración ecológica de áreas afectas por incendios forestales**

Con el propósito de definir estrategias ambientales consensuadas se utilizó la información proporcionada por la parte administrativa y estudiantil de la FARNR, misma que contribuirá a realizar un manejo eficiente de los recursos naturales del PUEAR.

##### **4.2.1. Diagnóstico de las encuestas realizadas a estudiantes y técnicos del PUEAR**

Con respecto al sector estudiantil, el diagnóstico realizado muestra que más del 90 % de los estudiantes conocen de la importancia que tiene el PUEAR no solo para la ciudadanía en general sino para la formación académica profesional de carreras como la de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, y demás carreras afines. A esto se suma que reconocen los bienes y servicios ambientales que este relicto de vegetación presenta y de su importancia para la flora y fauna del sector, sin embargo, preocupa que en el caso de presentarse un incendio forestal menos del 50 % de los estudiantes conocen cómo actuar y qué acciones deberían ejecutarse hasta que los organismos competentes lleguen al sitio.

En el sector administrativo, se evidencia la necesidad de generar estrategias ambientales para zonas que incluya los posibles riesgos ambientales como la presencia de un incendio forestal. Los técnicos del sitio desconocen de la existencia de un Programa o Plan de Manejo que se enfoque en ello, actualmente se desarrollan investigaciones académicas en el sector con el propósito de comprender la ecología de los bosques montanos, pero no existen estrategias definidas de cómo actuar en caso de presentarse un incendio. Cabe destacar, que se han implementado algunas medidas como la realización de fajas cortafuegos alrededor de los límites del parque, también se han desarrollado limpiezas y retiro de material combustible sobre todo en la zona de plantaciones forestales de ciprés y pino.

Entre algunas de las medidas que se vienen utilizando por parte del sector técnico están los patrullajes, charlas del manejo adecuado de vidrios en los bosques, establecimiento de líneas corta fuegos y mantenimiento de extintores, así como la capacitación a los visitantes en algunos temas puntuales como la disposición de basura. Tanto la valoración cualitativa y cuantitativa de

los impactos ambientales presentes y el diagnóstico realizado al sector estudiantil y administrativo relacionado con el manejo del PUEAR permitieron definir las siguientes estrategias ambientales:

#### **4.2.1.1. Estrategia ambiental enfocada en la prevención y mitigación de la pérdida de la biodiversidad y la alteración del paisaje a causa de la ocurrencia de un incendio forestal**

Esta estrategia está enfocada en la prevención y mitigación ante posibles eventos de incendios forestales teniendo como objetivo principal el definir zonas de riesgo basándose en el tipo de vegetación con su respectivo nivel de combustibilidad, además, facilitar la guianza y precautelar el bienestar del parque y sus visitantes.

**Alcance:** Dirigido a técnicos, trabajadores, comunidad universitaria y personas aledañas al PUEAR con el fin de concientizar y capacitar en temáticas relacionadas al control y prevención de incendios forestales.

**Impacto al que se dirige:** Pérdida de la biodiversidad y alteración del paisaje y evitar que los visitantes hagan mal uso de las instalaciones, además de precautelar la seguridad de los mismos.

**Actividades:** Se proponen algunas actividades a desarrollar:

- Desarrollar mapas de zonas de riesgo clasificándolas en zona baja, media y alta, así como la implementación de sistemas de alerta temprana a través del uso de sistemas de información geográfica o portales gratuitos como el Global Forest Watch que viene siendo utilizado por el Ministerio del Ambiente y el Programa Amazonia Sin Fuego PASF.
- Implementar simulacros programados con la comunidad universitaria y poblaciones aledañas.
- Conformar brigadas de emergencia de incendios forestales, definiendo alcances y responsabilidades de cada miembro de las brigadas.
- Monitorear las diferentes zonas de riesgo del PUEAR durante los meses de junio, julio y agosto que son los más propensos a ocurrir incendios forestales.

**Implementación de señalética informativa en el PUEAR, localizadas en lugares estratégicos:**

- Señales de color rojo: Describen prohibiciones o restricciones, equipos de emergencia o contra incendios.



Figura 13. Señalética preventiva.

- Señales de color amarillo: Señales asociados con precaución, advertencia o cuidado.



Figura 14. Señalética de advertencia o cuidado.

- Señales de color verdes: Se emplean para establecer zonas o áreas de seguridad, para identificar zonas de evacuación en emergencias.



Figura 15. Señalética para identificar zonas de seguridad.

- Señales de color azul: Se orientan a la realización de una acción obligatoria o al uso necesario de equipo de protección específico.



Figura 16. Señalética orientada a la realización de una acción obligatoria



**Otro tipo de señalética:**

- Letrero de senderos: Indican los caminos adecuados para hacer senderismo, indican las distancias a recorrer, el lugar a donde se desea llegar y la altitud a la que se encuentran.
- Límites del PUEAR: Indica cada una de las áreas que conforman el parque, su ubicación y los límites que los rodea.

**Responsable de la ejecución:** Autoridades de la UNL, técnicos y administradores del Parque Universitario.

**Indicador de verificación y cumplimiento:** Capacitaciones recibidas por los técnicos y trabajadores del PUEAR. Además de la implementación de señalética localizada adecuadamente y de acuerdo a las áreas requeridas.

#### **4.2.2. Estrategias ambientales enfocadas en actividades de educación ambiental no formal para el cuidado y conservación de los espacios del PUEAR, control y prevención de incendios forestales**

Esta estrategia tiene como objetivo el capacitar a la comunidad universitaria, visitantes y comunidad aledaña al PUEAR para concientizar en el cuidado y conservación del parque, así como también en el control y prevención de incendios forestales.

**Alcance:** Dirigido a la comunidad universitaria, visitantes y personas aledañas al PUEAR con el fin de concientizar en el cuidado y conservación del parque, así como también en el control y prevención de incendios forestales.

**Actividades:** Se proponen algunas actividades a desarrollar:

- Implementar talleres en temáticas relacionadas a: Técnicas de control y prevención de incendios forestales; Triángulo del fuego. ¿Cuáles son su elemento?; Control del fuego mediante el uso de barreras corta fuego.
- Concientización sobre el cuidado y buen manejo de los recursos naturales y las áreas verdes del PUEAR.
- Cuidado y preservación de los bosques.
- Importancia que tienen los páramos, funcionamiento y conservación.
- Prevención de la contaminación del suelo, agua y residuos generados en el PUEAR.

### **Reuniones informativas a las personas aledañas al PUEAR con temáticas:**

- Manejo adecuado de los recursos naturales y servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques.
- Causas y efecto de los incendios forestales.
- Prevención de incendios forestales.
- Recuperación de áreas que fueron afectadas por el incendio
- ¿Cómo actuar frente a un incendio forestal? Principales acciones que se debe hacer frente a este tipo de siniestros.
- Impactos ambientales ocasionados por incendios forestales.

### **Capacitación guiada para los visitantes del lugar con temáticas de concientización ambiental como:**

- Reconocimiento de las áreas que presentan riesgos para el desarrollo de incendios forestales.
- Instrucción de la utilización adecuada de las áreas verdes y todos los servicios que ofrece el parque.
- Charlas de prevención de incendios forestales, para evitar que cualquier visitante pueda provocar un incendio, indicando sobre el efecto lupa que puede ocasionar el dejar materiales de vidrio en el parque.

### **Desarrollo de campañas de educación ambiental a la comunidad universitaria, población aledaña al parque, técnicos y trabajadores del PUEAR, mediante:**

- Trípticos, afiches, folletos.
- Utilización de espacios radiales de la propia Universidad Nacional.
- Redes sociales informativas de cada una de las carreras de la Facultad agropecuaria.
- Proyectos de estudiantes.
- Casas abiertas desarrollada por estudiantes del FARNR.
- Espacios radiales que informen los eventos y actividades.

**Impacto al que se dirige:** Desconocimiento por parte de la comunidad universitaria y poblaciones aledañas en temas relacionados con incendios forestales y cómo actuar frente a estos en áreas de conservación como el PUEAR

**Responsable de la ejecución:** Autoridades de la UNL, así como organismos competentes como el Ministerio del Ambiente y Cuerpo de Bomberos y técnicos del Parque.

**Indicador de verificación y cumplimiento:** Capacitaciones recibidas por los técnicos y trabajadores del PUEAR, así como también información de interés para estudiantes, visitantes y población aledaña.

#### **4.2.3. Estrategia Ambiental enfocada la seguridad laboral y salud ocupacional de los técnicos y trabajadores del parque en el caso de presentarse un siniestro.**

Esta estrategia tiene por objeto cuidar y salvaguardar la integridad física, salud y seguridad de los trabajadores que laboran en el PUEAR.

**Alcance:** Dirigida a salvaguardar el bienestar de los trabajadores del Parque Universitario.

**Actividad:** Se proponen algunas actividades a desarrollar:

- Realizar capacitaciones anuales a los trabajadores del PUEAR en temas de: equipos de seguridad y primeros auxilios, uso y correcta manipulación de extintores.
- Implementación de un botiquín correctamente equipado con suministros de primeros auxilios adecuados.
- Instalar extintores estratégicamente ubicados en el PUEAR, y realizar inspecciones periódicamente para verificar su vigencia y fecha de recarga.
- Dotar a los trabajadores del PUEAR y brigadas conformadas de equipo personal de protección como: casco, botas con punta de metal, chaleco de seguridad, guantes y protección para los ojos y oídos.
- Verificar de forma inmediata y permanente las instalaciones eléctricas de las infraestructuras del PUEAR.
- Colocar un medio de comunicación para emergencias de futuros siniestros en el PUEAR.
- Diseños de Mapas de vías escapes alternas colocados estratégicamente y visibles en el PUEAR.

**Para un adecuado control en caso de producirse un incendio forestal contará con un equipo de respuestas localizado en sitios específicos, dicho equipo deberá contener lo siguiente:**

- Botiquín de primero auxilios bien equipado.
- Sistema contra incendios.
- Sistema de comunicación.
- Equipo médico de emergencia.

**Impacto al que se dirige:** Prevención de riesgos laborales.

**Responsable de la ejecución:** Autoridades de la UNL, departamento de riesgos laborales de la UNL y especialmente los técnicos y trabajadores del PUEAR.

**Indicador de verificación y cumplimiento:** Personal de PUEAR bien equipados y preparados para afrontar una emergencia.

#### **4.2.4. Estrategia Ambiental para la restauración ecológica de áreas afectadas por incendios forestales.**

Esta estrategia se enfoca en mantener la biodiversidad de los ecosistemas del parque y en facilitar la regeneración natural presente en los bancos de semillas de los ecosistemas que se han visto afectados por los incendios forestales a través del control de especies pirófitas que se vuelven dominantes y limitan el establecimiento de otras especies vegetales.

**Alcance:** Dirigido a técnicos, trabajadores y personas aledaña al PUEAR con el fin de ayudar en la restauración natural de las áreas afectadas.

**Actividad:** Se proponen algunas actividades a desarrollar:

- Priorizar las actividades de revegetación sobre aquellas comunidades en las que la probabilidad de perpetuarse sea bajas o en aquellas zonas donde las tasas de sucesión ecológica sean lentas.
- En caso de existir riesgo de plagas, proceder a la corta y troceado manteniendo muestras representativas de madera muerta en pie, para garantizar los procesos biológicos esenciales del ecosistema.
- Extender los posibles restos finos a lo largo de la superficie del suelo para reducir el riesgo de erosión, facilitar la nueva asimilación de materia orgánica y proteger la regeneración natural.
- Minimizar los trabajos mecanizados para la preparación del terreno, con el fin de evitar impactos negativos sobre los frágiles suelos quemados.
- Realizar una repoblación manual, en aquellas áreas en las que la regeneración natural no ha sido óptima.
- En zonas afectadas por incendios forestales que contengan especies introducidas (pino y eucalipto), no se apoyará a la regeneración natural de las misma, sino que se realizará el enriquecimiento con especies nativas de la zona.

**Impacto al que se dirige:** Pérdida de especies nativas del lugar y erosión de suelos.

**Responsable de la ejecución:** Autoridades de la UNL, así como organismos competentes como el Ministerio del Ambiente y técnicos y trabajadores del PUEAR.

**Indicador de verificación y cumplimiento:** Restauración natural de los ecosistemas afectados por incendios forestales.

## **5. DISCUSIÓN**

Este estudio responde a la pregunta de investigación planteada en base a los objetivos donde se pretende sentar las bases para conocer el tiempo que necesita un ecosistema en absorber el impacto, poder recuperarse y volver a utilizar sus funciones fisiológicas básicas, así como identificar posibles grupos de especies que respondan de forma similar a los estímulos presentados por el incendio forestal.

### **5.1. Caracterización del impacto ecológico producido en la zona paramera del “PUEAR” por un incendio forestal**

#### **5.1.1. Valoración cualitativa de los impactos ecológicos producido en la flora paramera del “PUEAR” por un incendio forestal**

El incendio forestal ocurrido en la zona de estudio se catalogó como superficial y moderado, en donde los principales recursos afectados fueron la flora y el suelo. La flora presenta impactos que aún después de un año de haberse presentado el incendio siguen siendo fácilmente observables en la zona como la muerte del follaje, cambio de coloración de hojas y/o ramas, bases de tallos quemados, así como la evidencia de quema de hojarasca, combustión de árboles pequeños y arbustos. El suelo se convirtió en otro de los factores ambientales que presentó afectaciones, pues el incendio consumió la materia orgánica de las capas orgánicas, sin afectar el suelo mineral, por lo que, así la intensidad del fuego provocó alteraciones en las propiedades físicas como la coloración, tornándose oscuro en el primer centímetro del suelo, estos resultados coinciden con los criterios de los autores como Bosnich (2007) y Muñoz et al. (2017) quienes describen a los incendios superficiales como la propagación a través del combustible superficial, además, consideran que la intensidad del fuego es moderada cuando se consume completamente la hojarasca y la materia orgánica disponible en los primeros centímetros del suelo, sin afectar el suelo mineral.

El incendio presentado se catalogó como superficial sin embargo la afectación también se provocó en las partes aéreas de la vegetación por lo que se podría decir que es un incendio que a más de consumir el material disponible en la base del suelo fue un incendio de copa, lo que concuerda con autores como Galindo et al. (2012) quienes describen a los incendios de copa como fuego que se propaga a través de las copas de los árboles, consumiendo las partes aéreas de

la vegetación leñosa, frecuentemente ocurridos en bosques. Estos mismos autores señalan que existen los incendios subterráneos, pero en el PUEAR no se evidencia registro de este tipo de incendios porque las raíces no fueron afectadas permitiendo la recuperación de la vegetación.

En cuanto a los resultados obtenidos de la flora paramera, luego del incendio forestal ocurrido en el año 2017, las afectaciones se catalogan como moderadas tanto en el estrato arbóreo y arbustivo. Resultados similares se obtuvieron en el estudio realizado por Baker (2017) quien luego del incendio que fue considerado “no tan fuerte”, ocurrido en el 2016 en la Reserva Madrigal del Podocarpus, colindante con el PUEAR, obtuvo un 42.8 % de cobertura vegetal afectada, encontrada en su área de estudio número tres que corresponde de igual forma al paramo antrópico.

Por otro lado, el estrato herbáceo presenta una superficie de afectación del 25%, debido a que la mayoría de las hierbas, luego de un año de haberse presentado el incendio, no presentan rastros de quemaduras significativas en sus partes florales, según la Secretaría del Ambiente (2012) considera que los meses con mayor peligro de ocurrencia de incendios forestales, son en los meses de julio a diciembre y de agosto a septiembre, correspondiente a la época de verano de la región sierra. De acuerdo con esto, en los meses en los que ocurrió el incendio las hierbas ya presentaban mortalidad antes del siniestro, por tanto, no se atribuiría la pérdida de hierbas al incendio en su totalidad, con la presencia del siniestro el follaje muerto o seco fue removido y la llegada de las lluvias provocó la regeneración de las mismas, por esta razón es que existe un porcentaje de afectación muy bajo.

Al realizar la evaluación del entorno del paisaje se evidencia que un año constituye el tiempo necesario para que el páramo muestre signos de recuperación sobre todo en la flora. Este resultado coincide con el estudio de Baker (2017) quien realiza una breve predicción, considerando que la regeneración de su área afectada sería más o menos rápida y no tan larga como ocurriría en un área quemada de bosque secundario o bosque primario, todo esto resultado de la intensidad del fuego, la vegetación de la zona y la historia de los incendios de la región.

### **5.1.2. Valoración cuantitativa de los impactos ecológicos del PUEAR. Composición florística del páramo antrópico**

La composición florística del estrato arbóreo y arbustivo del páramo antrópico del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional “Francisco Vivar Castro” es de 21 especies pertenecientes a 10 familias, de las cuales 5 especies son árboles y 16 especies son arbustos. Esta diversidad florística es menor a la reportada por Reyes (2017) en una parcela permanente de una hectárea en el bosque montano del parque universitario, quien registra 45 especies de 39 géneros y 29 familias, de los cuales 30 especies son árboles y 15 especies arbustos. Otros resultados fueron obtenidos por Jadán et al. (2016), en su estudio de diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del Cantón Cuenca, en donde registró 22 familias, 35 géneros y 55 especies, dato mayor al obtenido en este estudio. Esta diferencia de resultados podría deberse a que la composición es diferente en cada ecosistema y en estos estudios no se registra la ocurrencia de un incendio forestal por lo que este ecosistema se encuentra en proceso de recuperación.

En el estrato arbóreo la especie más importante ecológicamente según el índice de valor de importancia es *Gynoxys nitida* por tener un IVI de 78 %, lo que significa que es una especie que controla los recursos en el páramo, esto se debe a la facilidad de diseminación de sus semillas pues a esas alturas la velocidad de viento facilita su dispersión y su propagación, lo que permite que esta especie sea encontrada de forma abundante en los páramos, este resultado es respaldado por TRANSELECTRIC (2013) quien considera la presencia de esta especie como indicadora de páramo en buen estado de conservación y recuperación del mismo. Al realizar una breve comparación con el estudio realizado por López, (2014) quien adquiere en esta especie un IVI muy bajo del 1,23%, lo que indica que su IVI es muy lejano y diferente al de esta investigación, esto se debe a que el estudio se lo realizó en otro tipo de ecosistema como es el bosque montano alto de la provincia de Pichincha en donde existen otras especies dominantes.

La especie ecológica más importante en este estrato es *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. que posee un IVI de 17,1% , por pertenecer a la Familia Asteraceae cuenta con una distribución cosmopolita, se la puede encontrar principalmente en la región andina y en los páramos, esta especie cuenta con un crecimiento rápido, por ello se ubica en un alto valor de importancia en



esta investigación, además, es una de las especies controladora de los recursos en el páramo antrópico, coincidiendo con Morales (2008), quien también considera en su estudio a esta especie con una riqueza abundante que ocupa gran variedad de ambientes y constituyen un importante elemento en numerosas formaciones vegetales.

En el estrato herbáceo se obtuvo a la especie *Pteridium arachnoideum* como la especie más representativa ya que posee una cobertura del 50 al 75%, esta cobertura hace referencia a individuos creciendo en manchas extensa, alfombras o matas, es la especie más dominante debido a las condiciones climáticas de la zona su desarrollo es favorable. Además, tiene una gran capacidad de diseminación y son capaces de colonizar nuevas áreas inmediatamente después de algún incendio, este resultado concuerda con Baker (2017) quien evidencia en su estudio que el helecho invasor es predominante, este tipo de estructura es lo que se puede esperar luego de un incendio, además, esta planta tiene algunas características que matan la vegetación alrededor y alta productividad, ella afirma que el efecto ecológico de esta invasión es grave, ya que, el helecho inhibe la regeneración forestal, por lo general estos helechos invaden áreas en regeneración.

El análisis estadístico muestra que las especies evaluadas conforman dos grupos bien definidos agrupados en base a la abundancia, el porcentaje de daños y el número de rebrotes, sin duda estos hallazgos muestran la necesidad de seguir generando información y de incorporar otras variables como el hábito de crecimiento de las especies, forma del fruto o dispersión de las semillas, tal cual lo recomienda Santamaria (2017) quien manifiesta que debido a la poca información existente y a la relevancia de ciertos rasgos funcionales para determinar la sensibilidad al fuego de algunas plantas y/o ecosistemas, es de alta prioridad que se desarrollen investigaciones en temas relacionados con la habilidad que tienen algunas plantas para emerger luego de un incendio forestal, así como la estructura y composición del banco de semillas y la capacidad que presentan algunas especies para rebrotar.

### **5.1.3. Identificación de impactos ecológicos**

Se utilizó a la matriz de importancia como método para identificar los impactos ecológicos, debido a que abarca metodologías múltiples acordes a esta investigación, la misma metodología

fue utilizada por Peña (2014) quien evaluó los impactos ambientales en plano de inundación del río Yara, obteniendo una valoración cualitativa entre diversos factores ambientales considerados en su investigación, especialmente en el componente agua.

Luego de haber ocurrido el incendio forestal se analizaron y agruparon los posibles impactos ecológicos de acuerdo a los factores ambientales presentes en el páramo antrópico, dentro del factor suelo se identificaron cuatro posibles impactos; degradación de la estructura del suelo, disminución de la materia orgánica, pérdida de nutrientes, cambio en la fertilidad y la productividad natural del suelo, Gonzáles (2017) considera que los impactos que se observan luego de un incendio forestal dependen de la topografía del lugar, la rapidez de la regeneración de la cubierta vegetal post-incendio, especialmente la intensidad y duración del fuego. Además, este autor, argumenta que los principales impactos que se presentan en el suelo luego de un siniestro ocurren a nivel de las propiedades físicas, químicas y biológicas, corroborando con la presente investigación, mismo que considera que estos impactos se traducen en la presencia de erosión, pérdida de nutrientes, disminución de la materia orgánica, alteración de la vegetación, entre otros aspectos.

Otro factor a identificar en esta investigación es el componente hidrológico, en el cual se identificaron dos posibles impactos, la afectación al escurrimiento superficial y la posible contaminación del agua, para Gonzáles (2017) los impactos del suelo producto de un incendio forestal van de la mano con las afectaciones al agua, debido a que el ciclo hidrológico de las cuencas se ven afectados por la disminución de la vegetación, la pérdida de materia orgánica y la alteración de las propiedades del suelo, mismas que provocan una disminución en la tasa de infiltración, disponibilidad del agua y aumento de escurrimiento. Estos impactos son similares a los identificados en este estudio.

Por otra parte, en el componente aire se identificaron dos posibles impactos como es la generación de material particulado y la volatilización del carbono, estos impactos son corroborados por Bernardin (2009) en su estudio elaborado en la región de Los Lagos en la ciudad de Valdivia-Chile en el bosque Siempreverde, quien manifiesta que el aire es uno de los componentes afectados debido a la presencia de fuego provocando la contaminación de este

componente, generada la presencia de material particulado a través de las columnas de humo causando efectos en la salud de las personas aledañas al incendio. Esto lo corrobora Castillo et al. (2003) quienes consideran que los gases emitidos por los incendios forestales como el dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nítrico, metano, entre otros; contribuyen a la contaminación del ambiente y de alguna manera a la destrucción de la capa de ozono.

En esta investigación, el factor de mayor interés y que presentó una alta valoración dentro de la matriz de importancia es el componente flora, con seis posibles impactos potenciales luego de la ocurrencia de un incendio forestal, entre ellos encontramos la aparición de especies pirrófitas. Estas especies aparecen por lo general en circunstancias similares, algunos autores las consideran favorables para la regeneración de áreas afectadas por incendios forestales debido a que son las primeras especies en aparecer, debido a las altas temperaturas sus semillas se abren y germinan fácilmente. Por otra parte, Tolosana (2017) afirma que son especies causantes de algunas desventajas en la recuperación de la vegetación de las áreas afectadas provocando riesgos para la biodiversidad considerando a estas especies invasoras afectando el desarrollo de otras especies.

Otro impacto dentro de este componente es el deterioro de las propiedades físicas de la madera, autores como Vellozas et al. (2010) afirman que la combustión de la madera deteriora las propiedades físicas de la misma por acción del fuego, también considera que los daños no son solo económicos si no también ambientales, causando en la vegetación daños parciales en sus órganos, problemas biológicos y la deformación en el crecimiento de árboles son impactos estrechamente relacionados dentro del componente flora, al igual que los anteriores autores estos impactos fueron identificados en esta investigación. Esto lo corroboran Gómez et al. (2013) en su estudio de sitios permanentes de investigación en incendios forestales, afirmando que la arbolada es afectada por el incendio forestal causando afectaciones en los procesos fisiológicos reduciendo su vigor, crecimiento e incluso llegando a provocar la muerte de las especies.

Por otra parte, la muerte del tejido vegetal es el impacto con mayor valoración en este componente, debido a que una vez ocurrido el incendio se observa fácilmente a la vegetación incinerada y sin rastros de tejidos vivos aparentemente. Para Gonzáles (2017) este impacto se debe a que algunas especies carecen de adaptaciones de resistencia o tolerancia al fuego, este autor afirma que incluso incendios con intensidades bajas causan una alta mortalidad en la

vegetación, además menciona que si estas adaptaciones están ausentes en gran parte de las especies que componen el área, el impacto sobre el ecosistema sería muy alto.

Otro de los factores ambientales analizados es el componente fauna, en él se encontraron tres posibles impactos, entre ellos la reducción total de la fauna, microfauna potencialmente afectada y la afectación de nichos ecológicos. Apoyando a este resultado, Nasi y Grahame (2002) quienes consideran que la pérdida de fauna por incendios forestales depende de la velocidad del viento, las cargas de combustible, el contenido de humedad de la vegetación, la época del año y el tamaño del fuego, entre otros. Por otra parte, Castillo et al. (2003) argumenta que la disminución de la fauna puede generar desequilibrios en los ecosistemas tales como destrucción de formaciones vegetales o alteraciones en la composición de las especies, migraciones de animales mayores, aves, insectos y microorganismos, provocando desequilibrios ecológicos o rupturas en la cadena biológica.

De igual forma, se generan afectaciones al componente socioeconómico, esto lo corroboran Castillo et al. (2003) quienes manifiestan que los incendios forestales causan prejuicios a la salud de las personas a causa de los gases emanados, las altas temperaturas y el daño que provocan a los ecosistemas evitando que estos brinden sus servicios a las comunidades cercanas.

## **5.2. Estrategias ambientales que contribuyan a la recuperación del área afectada por incendios forestales.**

Todas las estrategias ambientales planteadas de una u otra manera apunta a que el PUEAR cuente con lineamientos claros a la hora de actuar en el caso de presentarse un incendio forestal. La estrategia ambiental de prevención y mitigación tiene como objetivo el definir zonas de riesgo basándose en el tipo de vegetación con su respectivo nivel de combustibilidad. Para ellos se propone el desarrollo de diferentes actividades para su prevención y mitigación frente a la ocurrencia de incendios forestales. El impacto a controlar con esta estrategia es la ocurrencia de posibles incendios forestales, similares medidas proponen la Corporación Nacional Forestal (2012) en su Propuesta de Plan de Protección contra Incendios Forestales para la comuna de Traiguén, mismos que, consideran tener un programa de prioridad y de acción inmediata para la

atención en las acciones preventivas y de mitigación, en forma anual y previo al periodo estival donde existen los mayores riesgos de inicios de fuegos y peligros de que estos se propaguen.

Todas las estrategias ambientales propuestas intentan servir de base para que adopten medidas claves como la implementación de señalética adecuada, que facilite la guianza y precautelar el bienestar del parque y sus visitantes, el impacto a controlar es evitar que los visitantes hagan mal uso de las instalaciones, además de precautelar la seguridad de los mismos. Sarango (2011) asegura que una señalética es adecuada para mantener en orden y salvaguardar la seguridad de las personas y sus actividades.

Otra estrategia ambiental propuesta es la educación ambiental no formal, el objetivo de esta estrategia es la capacitación de técnicos, trabajadores, estudiantes de la UNL, visitantes y comunidad aledaña al PUEAR para concientizar en el cuidado y conservación del parque, así como también en el control y prevención de incendios forestales. Las actividades a realizar se enfocan en la implementación de diferentes campañas y talleres de educación ambiental, resaltando la importancia, uso, manejo adecuado, la Corporación Nacional Forestal, (2012) coincide con este tipo de medidas, debido a que propone una educación ambiental similar resaltando la importancia de este tipo de acciones.

Estrategia ambiental para seguridad laboral y salud ocupacional, estas medidas son básicos de considerar en lugares como el PUEAR. Chamba (2014), considera que la prevención y control de las actividades humanas establece normas preventivas con el fin de evitar accidentes, además, estas medidas están orientadas a velar por la seguridad y protección de los trabajadores involucrados en el proyecto, a través de un conjunto de normas de prevención propuestas en su investigación.

Finalmente se propone en esta investigación la estrategia ambiental de restauración de áreas afectadas por incendios forestales, su objetivo es contribuir a los procesos de restauración natural en áreas afectadas por incendios forestales a través de actividades adecuadas que permitan la sucesión o regeneración de las mismas, similares medidas son propuestas por BIOTIERRA (2014), en su estudio de impacto ambiental pretende con sus programa controlar la posible

alteración de la flora terrestre y la modificación de hábitats, que se encuentran afectas por el proyecto evaluado.

Cabe mencionar que no se ha encontrado evidencia de un plan de manejo ambiental del PUEAR vigente, pero sin embargo existe una evaluación del manejo, cumplimiento de objetivos y actualización del plan de manejo del parque realizada por Rojas (2012), pero debido al tiempo que ha transcurrido ya no es un documento válido, por lo tanto, esta investigación servirá de base ante posibles estudios que se puedan realizar en el parque universitario.

## 6. CONCLUSIONES

- Los impactos ecológicos presentes luego del incendio forestal en la flora paramera del PUEAR fueron considerados moderados, por lo que la afectación de estos impactos no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas sino más bien dejar que el ecosistema se recupere dándoles mayor tiempo y evitando que otro siniestro se presente en la misma zona.
- Los factores ambientales suelo y flora, fueron los mayormente afectados en la zona de estudio, después de un año aún se evidencia rastros de los efectos que produjo el incendio en la estructura anatómica de la vegetación, así como en el consumo del material orgánico presente en los primeros centímetros del suelo.
- La valoración cuantitativa muestra la presencia de 745 individuos pertenecientes a 21 especies de 10 familias, de las cuales cinco especies son árboles y 16 arbustos, siendo *Gynoxys nítida* la especie ecológicamente más importante por tener una dominancia mayor que las otras especies, mientras que el estrato arbustivo la especie ecológica más importantes fue *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. y es una de las especies controladoras de los recursos del páramo.
- En el estrato herbáceo, *Pteridium arachnoideum*, se constituye como la especies más dominante y agresiva por ser capaz de colonizar fácilmente nuevas áreas después de algún incendio lo que de alguna manera limita el crecimiento o establecimiento de otras especies vegetales.
- El componente flora es el más importante en esta investigación, en él se identificaron seis posibles impactos potenciales, entre ellos encontramos la aparición de especies pirófitas, deterioro de las propiedades físicas de la madera, daños parciales en sus órganos, deformación en el crecimiento de árboles, muerte del tejido vegetal y el inicio de problemas biológicos.
- Se propusieron varias estrategias ambientales con sus respectivos objetivos, medidas y actividades, que pueden ser considerados por los técnicos del PUEAR si lo considerasen necesarios en el manejo del parque.

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar un monitoreo y seguimiento de las parcelas de estudio para conocer más acerca de la regeneración natural del páramo antrópico luego de que sufriera un incendio forestal.
- Debido a la poca información referente a incendios forestales se requiere más investigación referente a este tema y así mejorar las propuestas de mitigación y control para incendios forestales.
- Para la restauración del área afectado por el incendio forestal tomar en cuenta la participación estudiantil de la Facultad Agropecuaria, permitiendo recuperar dicha área con especies nativas de la zona.
- Continuar con actividades de educación ambiental vinculando a la comunidad universitaria permitiendo así un manejo adecuado del parque.
- Continuar con la investigación para poder identificar nuevos impactos que estén afectando al páramo antrópico en sus diferentes componentes ambientales.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2014). Parque universitario de educación ambiental y recreación Ing. Francisco Vivar Castro. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z. (2015). Biodiversidad Ecuatoriana, estrategias e instrumentos para su manejo y conservación. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., Reyes, B., Quizhpe, W y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Anchaluisa, S., y Suárez, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; Myrtaceae) en el Distrito Metropolitano de Quito. Quito: ACI Avances en Ciencias e Ingenierías.
- Avendaño, B. (2013). Guía de referencia para investigadores no expertos en el uso de estadísticas multivariada. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Baker, S. (2017). Regeneración Post-Incendio. Investigación de regeneración natural de plantas vasculares en la Reserva Madrigal del Podocarpus. Loja: School for International training.
- Bernardin, F. (2009). Impactos de los incendios forestales en el bosque Siempreverde sobre la biodiversidad, como daño y pérdida Ambiental en la región de Los Lagos. Valdivia: Universidad Austral de Chile.

- BIOTIERRA. (2014). Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental de la operación y cierre del proyecto habitacional. Loja: Empresa pública municipal de vivienda de Loja VIVEM-EP.
- BOSNICH. (2007). Los Incendios Forestales y su Impacto en el Medio Ambiente. Corporación Nacional Forestal, departamento de protección forestal, región de los lagos. Chile: Puerto Montt.
- Bravo, E. (2014). La biodiversidad en el Ecuador. Cuenca: Universidad Politécnica de Salesiana.
- Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: Blume Ediciones.
- Caon, L., y Geissen, V. (2014). Efectos de los incendios forestales sobre los nutrientes del suelo en los ecosistemas mediterráneos. Reseñas de Ciencias de la Tierra.
- Castillo, M., y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente. Una síntesis global. Chile: Revista ambiente y desarrollo de CIPMA.
- Catalá, J. (2013). Incendios forestales, quiebras sociales. Tras un verano de cenizas. Valencia: Método de Universidad de València.
- Chamba, C. (2014). Estudio de impacto ambiental del área minera I.M.I.-4 (código: 690411), barrio Motupe, Provincia de Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Corporación Nacional Forestal. (2012). Propuesta de Plan de Protección contra Incendios Forestales para la comuna de Traiguén. Región de La Araucanía: Dpto. de Manejo del Fuego, CONAF.
- Conesa, V. (1997) "Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa" Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.

- Cótan, S. (2007). Valoración de impactos ambientales. Sevilla: Dirección de medio ambiente. INERCO.
- Cueva, M. (2014). La proporcionalidad de las penas aplicadas a los pirómanos responsables del delito de incendio, en áreas que constituyen patrimonio forestal del estado ecuatoriano. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Douglas Bates and Martin Maechler (2010). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen. R package version 0.999375-33.<http://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- Fierro, A. 2004. Botánica Sistemática Ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNBOTANICA.
- Fernández, S. (2011). Componentes principales. Fac. Ciencias Económicas y Empresariales. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Fernández, V. (2006). Guía metodológica para la evaluación de impactos ambientales. 2da e.d. Madrid: MUNDI-PRENSA.
- Galindo, G., Sarango, J, y Villaroel, V. (2012). Los Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito. Quito: Secretaría del Ambiente.
- García-Orenes, F. (2017). Efectos de la tala de salvamento en las propiedades del suelo y la recuperación de la vegetación en un bosque mediterráneo afectado por el fuego: una investigación de monitoreo de dos años. Ciencia del medio ambiente total.
- Garmendia, L. (2009). Sistema de evaluación de impactos ambientales. Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia. Valencia: Universidad Complutense de Madrid .
- González, P (2017) Impactos de los Incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

- Guillen, ( Junio del 2011). Nociones Introdutorias de Muestreo Estadístico. Obtenido de Introductory Notions of Statistical Sampling.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., y Black, W. (2000). Análisis Multivariante Quinta edición. Madrid: Prentice Hall.
- Jaksic, F., y Fariña, J. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. Magallanes: Universidad de Magallanes.
- Jadán, O., Cedillo, H., Peralta, A., Zea, P., Toledo, C., Tepán, B., & Vaca, C. (2016). Evaluación preliminar de la composición florística y usos de la vegetación en bosques secundarios, provincia de Azuay. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Kerlinger, F.,y Lee, H. (2002). Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México: McGraw-Hill.
- Lozano, P. (2016). Los tipos de bosque en el sur del Ecuador. Bótanica Austroecuatoriana. Estudios Sobre Los Recursos Vegetales En Las Provincial de El Oro, Loja Y Zamora-Chinchipe.Loja: Obtenido de Retrieved from <http://rch.retina.ar/ln/hoy118/puyas.pdf>
- MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito: Gobierno de la República del Ecuador
- MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Aprende sobre Incendios Forestales. Ministerio del Ambiente. Quito: Gobierno de la República del Ecuador.
- Manta, M. (2004). Los incendios forestales en el PERÚ. Grave problema por resolver. Piura: FLORESTA.
- Mataix-Solera, y Cerdá, A. (2001). Una revisión de los efectos del fuego sobre la agregación del suelo. Revisión de ciencias de la Tierra.

- Muñoz, J. (2017). Cátedra evaluación de Impactos Ambientales por aprovechamiento de Biodiversidad. Texto guía. Carrera de Ingeniería Forestal.
- Nasi, R., y Moore, P. (2002). Los incendios forestales y la diversidad biológica. Bogor: Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR).
- Oña, E (2016). Los Incendios Forestales en el área ecológica dentro del Cerro Ilaló, Valle de Los Chillos, en los sectores vulnerables de contaminación; El Tingo, Alangasí y las consecuencias jurídicas en la naturaleza en el año 2015. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Palacios, P (2012). Evaluación de Manejo, Cumplimiento de objetivos y Actualización del Plan de Manejo del PUEAR. Loja: Universidad nacional de Loja.
- Pausas, J. (2012). Incendios forestales. Una visión desde la ecología. Madrid: CSIC Catarata.
- Peña, E. (2016). Evaluación de impacto ambiental en el plano de inundación del río Yara en el tramo urbano del municipio de Yara. Bartolomé Masó: Revista Cubana de Ciencias Forestales.
- Reyes, B. (2017). Composición florista, estructura y endemismos del componente leñoso del bosque montano del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro, provincia de Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Rojas, P. (2012). Evaluación del Manejo, Cumplimiento de Objetivos y Actualización del Plan de Manejo del PUEAR. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Santamaria, C. (2017). Identificación de rasgos funcionales de especies vegetales del bosque altoandino relacionados con su respuesta regenerativa post-fuego. Caldas: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Co.

- Sarango, P. (2011). Estudio de impacto ambiental ex post: Crianza y faenamiento de pollos, crianza de tilapia y crianza de cerdos en la granja Sarango. Calvas: Consultora Ambiental.
- Secretaria de Gestión de Riesgos. SNGR. (2016). Incendios forestales. Sanborondon: Gobierno de la república del Ecuador.
- Shakesby, R. (2011). Erosión del suelo posterior al incendio forestal en el Mediterráneo: Revisión y direcciones de investigación futuras. Reseñas de ciencias de la Tierra.
- Taboada, J. (2017). El peligro de las especies pirófilas en los incendios forestales. TYS Magazine.
- Tolosana, E. (2017). Gestión del Monte: Servicios Ambientales y Economía. 7º Congreso Forestal Español. Plasencia: Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- TRANSELECTRIC. (2013). Sistema de transmisión de extra alta tensión y sistemas asociados. Estudio de impacto ambiental definido. Ecuador: Consultoria.
- Úbeda, X., y Sarricolea, P. (2016). Incendios forestales en Chile. Una revisión. Cambio global y planetario. Chile: Universidad de Chile.
- Vellosas, T., Pua, M., Mello E., y Cardoza, J. (2010). Incendios forestales y su afectación al medio ambiente, prevención y combate. Montevideo: Instituto Militar de Estudio Superiores.
- Vicente, J. (2009). Introducción al análisis Cluster. Departamento de estadística. Salamanca: Universidad de Salamanca.

## 9. ANEXOS

**Anexo 1.** Hojas de campo para registro de árboles.

HOJA DE CAMPO "Árboles"										
Fecha					Coordenadas:					
Latitud:					Longitud:					
BASE DE DATOS										
PARCELA	COD	Especies	Diametro DAP/DAB cm	Altura	Rebrote de plántula		Tejido Muerto			Observación
					S i	NO	25 %	50 %	75%	

**Anexo 2.** Hoja de campo para registrar estrato arbustivo.

HOJA DE CAMPO "Arbustos"										
Fecha					Coordenadas:					
Latitud:					Longitud:					
BASE DE DATOS										
PARCELA	COD	Especies	Diametro DAP/DAB cm	Altura	Rebrote de plántula		Tejido Muerto			Observación
					s i	NO	25 %	50 %	75%	

**Anexo 3.** Hoja de campo para dominancia y la sociabilidad para el estrato herbáceo.

COBERTURA VEGETAL										
Nº		Especies	Abundancia y Dominancia					Sociabilidad	Presencia de semillas	Observación
Parcela	COD		1	2	<25%	25-50	50-75			

**Anexo 4.** Ficha de evaluación cualitativa de impactos ambientales.

Ficha de evaluación de los impactos ambientales						
Parcela						
Fecha						
Coordenadas:						
Latitud:			Longitud:			
<b>Evidencia de la superficie afectada</b>						Observación
<b>Estrato Arbusto</b>	25 ( )	50 ( )	75 ( )			
<b>Estrato Hierbas</b>	25 ( )	50 ( )	75 ( )			
Suelo: Afectación superficial hasta 1cm ( )		Afectación profunda, más de 3 cm ( )				
Parcela						
Fecha						
<b>Superficie Actual afectada</b>						Observación
<b>Estrato Arbusto</b>	25 ( )	50 ( )	75 ( )			
<b>Estrato Hierbas</b>	25 ( )	50 ( )	75 ( )			
Suelo: Afectación superficial hasta 1cm ( )		Afectación profunda, más de 3 cm ( )				
<b>Caracterización del entorno</b>						Observación
Arboles/Arbustos (Buen estado)	25( )	50 ( )	75 ( )			
Presencia de Avifauna (vocalización)	Si ( )	No ( )				
Rastros de otros animales	Si ( )	No ( )				
<b>COBERTURA VEGETAL</b>						
	N.º	Especies	Cobertura	sociabilidad	Presencia de semillas	Observación
Parcela	código					



**Anexo 5.** Especies de los estratos arbóreos, arbustivos y hiervas de las especies registradas en las parcelas permanentes del páramo antrópico en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro”.

PARCELA	ESTRATO	FAMILIA	ESPECIES
1	Arbóreo	CLETHRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth
	Arbóreo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	LAMIACEAE	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
2	Arbustivo	SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i>
	Arbóreo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbóreo	BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>
	Arbustivo	MYRSINACEAE	<i>Myrsine andina</i>
Arbóreo	PROTEACEAE	<i>Roupala obovata</i>	
3	Arbóreo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>
4	Arbóreo	CLETHRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth
	Arbóreo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	LAMIACEAE	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>

	<b>ESTRATO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIES</b>
	Arbustivo	SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold
	Arbóreo	MYRICACEAE	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur
	Arbustivo	PROTEACEAE	<i>Oreocallis grandiflora</i>
	Arbóreo	CLETHRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
5	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold
	Arbustivo	MYRSINACEAE	<i>Myrsine andina</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
6	Arbustivo	LAMIACEAE	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i>
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
7	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
8	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.

	<b>ESTRATO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIES</b>
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i>
	Arbóreo	LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria resinosa</i>
9	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
10	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.
	Arbustivo	ASTERACEAE	<i>Brachyotum campanulare</i>
	Arbustivo	LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>
	Arbustivo	ERICACEAE	<i>Bejaria resinosa</i>
	Arbustivo	MELASTOMATACEAE	<i>Huberia peruviana</i>
TODAS	Hierva	DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium arachnoideum</i>
	Hierva	BROMELIACEAE	<i>Puya eryngioides</i>
	Hierva	COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.
	Hierva	POACEAE	<i>Axonopus compressus</i>
	Hierva	POACEAE	<i>Stipa ichu</i>
	Hierva	ASTERACEAE	<i>Baccharis genistelloides</i>
	Hierva	POACEAE	<i>Paspalum</i> sp

**Anexo 6.** Inventario de los individuos de las especies registradas por regeneración natural en las parcelas permanentes del páramo antrópico en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro”.

REGENERACIÓN NATURAL			
FAMILIA	ESPECIES	DIAMETRO (cm)	Altura (cm)
LAMIACEAE	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	0.2	9
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.2	13
ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	0.1	18
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	18
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	18
SMILACACEAE	<i>Smilax benthamiana</i> A.DC	0.2	62
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.1	7
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.1	18
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.2	30
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.1	7
MELASTOMATACEAEA	<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	0.1	17
MELASTOMATACEAEA	<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	0.2	28
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.1	19
ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.1	22
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	9
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	17
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	7
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	8
ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.1	20
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.1	75
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.8	40
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.4	33
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.4	27

<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIES</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.3	33
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.4	28
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.4	22
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.4	32
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.1	23
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.3	43
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.3	22
ASTERACEAE	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.1	16
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.3	39
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.4	58
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.4	59
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.2	49
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.4	56
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.2	33
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.2	16
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.2	28
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.6	42

**Anexo 7.** Formato de encuestas realizadas a estudiantes de la Facultad Agropecuaria de los Recursos Naturales Renovables.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE TESIS**

Encuesta realizada a estudiantes de la FARNR, con la finalidad de evaluar el grado de conocimiento que tienen sobre incendios forestales

1. ¿Conoce dónde está ubicado el puear?

\_\_\_\_\_

2. Ha visitado el puear, sí – no – cuantas veces: (<5) (>5)

SÍ ( ) NO ( ) CUANTAS VECES \_\_\_\_\_

3. ¿Conoce usted cuáles son los servicios que ofrece el PUEAR? Señale cuál de esta lista usted conoce y si conoce otros menciónelos.

- Aprovechamiento ..... ( )
- Amortiguamiento .....( )
- Conservación .....( )
- Diversidad ecológica .....( )
- Paisaje .....( )

OTROS: \_\_\_\_\_

4. Conoce qué especies animales y vegetales se pueden encontrar en el PUEAR.

De la lista propuesta señale cuáles conoce y otros que usted conozca.

**FLORA**

- *Alnus acuminata* (aliso) .....( )
- *Baccharis latifolia* (chilca) .....( )
- *Bejaria aestuans* (payamo) .....( )
- *Calamagrostis intermedia* (paja) .....( )
- *Cavendishia bracteata* (zalapa) .....( )
- *Clethra fimbriata* (almizcle) .....( )
- *Clinopodium taxifolium* (Poleo del inca) .....( )

- *Gaultheria erecta* (monte de oso) .....( )
- *Pteridium arachnoideum* (llashipa) .....( )

OTROS: -

---

**FAUNA**

- *Pandion haliaetus* (Águila pescadora) .....( )
- *Buteo magnirostris* (Gavilán caminero) .....( )
- *Sylvilagus brasiliensis* (Conejo) .....( )
- *Dasypus novemcinctus* (Armadillo) .....( )
- *Mus musculus* (Ratón) .....( )
- *Bothops lojana* (Equis) .....( )
- *Gebus* sp. (Lagartija) .....( )
- *Bolitoglossa* sp. (Salamanqueja) .....( )

OTROS: \_\_\_\_\_

5. Cuáles son los beneficios que presta el parque a la comunidad en general.

- Senderos .....( )
- Caminatas ..... ( )
- Oxigenación .....( )
- Retención de aguas (microcuencas) .....( )

OTROS: \_\_\_\_\_

6. Cuales considera son los principales problemas que presenta el PUEAR.

- Falta de señalización..... ( )
- Guianza .....( )
- Ubicación estratégica de sitios para depósitos de basura.....( )
- Difusión .....( )
- Poca conciencia ambiental de los visitantes .....( )
- Áreas puntuales en donde se observa basura .....( )
- Ingreso de mascotas .....( )
- Amenazas de incendios forestales.....( )

- Extracción selectiva y por temporadas de musgo y/o otras especies. ( )
- Poca conexión con actividades de docencia entre FARNR-PUEAR..( )

7. En el caso de incendios forestales, conoce usted cómo actuar si se presentara un incendio en el puear

---

---

8. Cuáles son los principales efectos que ocasionaria un incendios forestales

---

---

9. Conoce usted que si en el puear se han presentado incendios en:

Último año.....( )

Hace dos años .....( )

Hace más de tres años .....( )



**Anexo 8.** Formato de encuestas realizadas a Técnicos del Parque universitario de Educación Ambiental y recreacional (PUEAR).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

Encuesta realizada a técnicos del PUEAR, con la finalidad de conocer los procesos realizados en el Parque Universitario frente al siniestro ocurridos en años anteriores.

1. Conoce usted si el PUEAR tiene un plan de manejo. De ser positiva su respuesta cuáles son los programas que plantea

\_\_\_\_\_

2. Sabe usted cómo actuar en caso de presentarse un incendio en el puear.

Sí ( ) no ( )

Como: \_\_\_\_\_

3. En el último incendio forestal presentado en el año 2017, se realizó algún diagnóstico del área que fue afectada.

Sí ( ) no ( )

De ser positiva su respuesta conteste qué tipo de medidas se han implementado para disminuir el impacto presentado en la zona afectada

\_\_\_\_\_

4. Se realizan labores de silvicultura preventiva en el puear para reducir el riesgo de incendio.

Sí ( ) no ( )

CUÁLES: \_\_\_\_\_

5. Se implementan algunas medidas de prevención para reducir el riesgo de incendios forestales

SÍ ( ) NO ( )

CUÁLES: \_\_\_\_\_

## Anexo 9. Valores estadísticos de las encuestas realizadas a los estudiantes del FARNR.

Nº	Variables	Estudiantes del FARNR					Estadístico				
		%					Chi-cuadrado MV-G2	p	Coef. Contig. Cramer		
1	Conoce el PUEAR	SÍ	NO				Total	Valor	p		
		94,71	5,29				100	165,26	< 0,0001	0,89	
2	Visitas	Más de 5 veces	Menos de 5 veces	Nunca							
		73,53	21,18	5,29			100	132	<0,0001	0,87	
3	Servicios	Opción 1 <sup>1</sup>	Opción 2	Opción 3	Opción 4						
		50	28,82	15,88	5,29		100	79,34	<0,0001	0,67	
4	Flora	Más de 4 sp	al menos 1 sp	al menos 3 sp	Ninguna sp						
		40,5	32,35	21,76	5,29		100	57,04	<0,0001	0,53	
5	Fauna	Más de 4 sp	al menos 3 sp	al menos 1 sp	desconoce						
		48,82	28,82	17,06	5,29		100	74,95	<0,0001	0,64	
6	Beneficios	Opción 1 <sup>2</sup>	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5					
		39,41	24,12	18,82	12,35	5,29	100	58,2	<0,0001	0,58	
7	Problemas	Opción 1 <sup>3</sup>	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5					
		39,41	31,76	17,06	6,47	5,29	100	82,88	<0,0001	0,68	
8	Actuar frente a IF	Opción 1 <sup>4</sup>	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6				
		25,29	7,67	4,12	5,29	12,35	45,29	100	116,79	<0,0001	0,88
9	Efectos de IF	Opción 1 <sup>5</sup>	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6				
		40,59	15,88	7,65	18,82	9,41	7,65	100	69,22	<0,0001	0,69
10	Presencia de IF	En el año 2017	Más de 3 años	Más de 2 años							
		57,06	28,82	14,12				100	48,8	<0,0001	0,53

<sup>1</sup> Opción 1: Conservación, diversidad ecológica, Paisaje; Opción 2: Aprovechamiento, amortiguamiento, conservación, diversidad ecológica, paisaje; Opción 3: Aprovechamiento, conservación y paisaje; Opción 4: Desconoce.

<sup>2</sup> Opción 1: Senderos, oxigenación, Retención de aguas; Opción 2: Senderos y retención de agua; Opción 3: Senderos y Oxigenación; Opción 4: Caminatas. Opción 5: Desconoce

<sup>3</sup> Opción 1: Falta de señalización, guianza, depósitos de basura, amenaza de incendios forestales, poca conexión con actividades de docencia entre FARNR-PUEAR; Opción 2: Falta de señalización, guianza, amenaza de incendios forestales; Opción 3: Ingreso de mascotas, poca conciencia ambiental de los visitantes; Opción 4: Depósitos de basura, poca conciencia ambiental de los visitantes, extracción selectiva y por temporadas de especies, incendio forestal; Opción 5: Desconoce.

<sup>4</sup> Opción 1: Llamar a emergencia y/o Bomberos; Opción 2: Cumplir con medidas propuestas por un plan de emergencia; Opción 3: Intentar apagar con ramos o tierra y/o línea corta fuego; Opción 4: Alejarse del lugar lejos del incendio; Opción 5: Comunicarse con las personas encargadas del parque; Opción 6: No.

<sup>5</sup> Opción 1: Pérdida de biodiversidad; Opción 2: Perdida de hábitat; Opción 3: Afectación de sumideros de carbono; Opción 4: Alteraciones del paisaje; Opción 5: Expansión agrícola y erosión del suelo; Opción 5: Migración de fauna.

**Anexo 10.** Valores estadísticos de las encuestas realizadas a técnicos del PUEAR.

Nº	Variables	Técnicos				Estadístico			
		%				Chi-Cuadrado MV-G2	Coef-Conting.Cramer		
						valor	p		
1	Cuentan con PMA	Desconoce	supone que sí	No existe PMA vigente	Total				
		60	20	20	100	1,48	0,47	0,57	
2	Reaccionar frente a IF	Opción 1 <sup>6</sup>	Opción 2						
		60	40		100	0,2	0,65	0,2	
3	Diagnóstico del área	Opción 1 <sup>7</sup>	Opción 2	Opción 3					
		20	60	20	100	1,48	0,47	0,57	
4	Silvicultura preventiva	Opción 1 <sup>8</sup>	Opción 2	Opción 3					
		60	20	20	100	1,48	0,47	0,57	
5	Medidas de prevención	Opción 1 <sup>9</sup>	Opción 2	Opción 3					
		20	40	40	100	0,44	0,8	0,28	

<sup>6</sup> Opción 1: Dar aviso a las autoridades (ECU 911), tratar de combatir el fuego (extintor, línea corta fuego); Opción 2: Tratar de combatir el fuego con el extintor.

<sup>7</sup> Opción 1: Charlas a los visitantes sobre temáticas de incendios forestales y mantenimiento del lugar. Mantenimiento de los extintores anualmente; Opción 2: Desconoce; Opción 3: No se ha realizado diagnósticos.

<sup>8</sup> Opción 1: Podas en las plantaciones de Pino Y Ciprés; Opción 2: Limpieza de la zona; Opción 3: Línea corta fuego de 3m de ancho por todo el perímetro del parque

<sup>9</sup> Opción 1: Charlas sobre el triángulo del fuego; Charlas de cómo manejar los vidrios en los bosques. Línea corta fuego y mantenimiento de extintores; Opción 2: Patrullaje, barrera corta fuego, practica con estudiantes; Opción 3: Indicaciones a los visitantes para evitar que sean ellos quien produzcan el incendio

**Anexo 11.** Ubicación y delimitación de las parcelas permanentes del páramo antrópico en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional Francisco Vivar Castro”.



**Anexo 12.** Etiquetado de las especies identificadas.

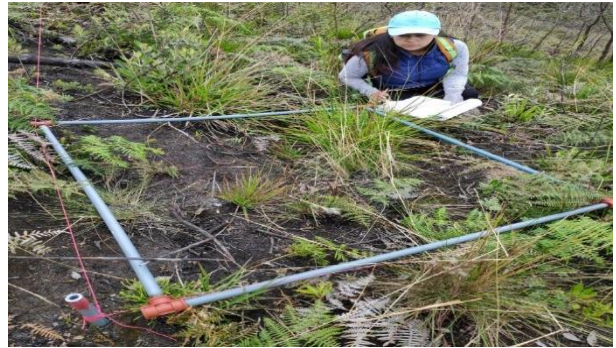


**Anexo 13.** Medición de los diámetros y/o altura de las especies.





**Anexo 14.** Identificación del estrato herbáceo.



**Anexo 15.** Identificación de especies en el Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja.

