

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA
CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022**

PRESENTADO POR:

BACH. NAYDA LUCY FERRO SIHUIN

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO

ASESOR:

M.SC. WILIAN NAZARIO CARDENAS ENRIQUEZ

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 – 2022" presentado por: Nayda Lucy Ferro Sihuin con DNI Nro.: 75470666, para optar el título profesional/grado académico de BIÓLOGO.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por dos veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 23 de octubre de 2024


Firma

Post firma: M.Sc. Wilian Nazario Cárdenas Enriquez

Nro. de DNI: 45456517

ORCID del Asesor: 0000-0003-2325-628X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid: 27259:396887749** ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis

AUTOR

Nayda Lucy Ferro Sihuín

RECUENTO DE PALABRAS

39994 Words

RECUENTO DE CARACTERES

207254 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

211 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

59.1MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 21, 2024 11:59 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 21, 2024 12:03 PM GMT-5**● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

**A mis padres, Pastora Mamani Machaca y
Fausto Flores Pampa, que son la guía y la
luz de mi camino, a mi familia y amigos por
su comprensión y apoyo incondicional.**

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, a la facultad de Ciencias Biológicas, por permitirme estudiar y culminar la carrera que tanto me apasiona, a todos mis docentes, que hicieron parte de ese proceso de formarme profesionalmente e incentivarme a amar y sentirme orgullosa de mi carrera profesional de Biología.

A mi asesor de Tesis M. Cs Wilian Nazario Cárdenas Enriquez, por sus enseñanzas, recomendaciones, comprensión, sabiduría, paciencia, por su guía y ayuda incondicional en cada consulta durante el proceso de investigación, gracias a todo eso y a sus palabras de motivación de seguir adelante con la investigación, que hizo posible la culminación del trabajo.

A mis padres y familia por sus palabras motivadoras y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Al Profesor Justo Mantilla Holguín, Por brindarme sus consejos, enseñanzas de la flora y su importancia.

A mi amigo Mario Vladimiro Sánchez Condori, por su apoyo incondicional, por las enseñanzas de colecta y determinación de especies, por su compañía y comprensión en cada momento,

A mi amigo Miguel Pedraza por acompañarme al campo, por las enseñanzas de colecta de flora y determinación de especies de flora.

A mi amigo Alex Ayte por su tiempo y apoyo incondicional en las consultas de investigación, que fueron parte de la culminación de la tesis.

A mi amiga Blanca Rosa Espinoza Otazu, por acompañarme a las salidas de campo, por ayudarme en la colecta de flora y por sus palabras motivadoras de seguir adelante.

A mi amigo Cristian Cesar Álvarez, Por ayudarme en la determinación de especies de flora.

A mis amigos Rodrigo Flores Achahui, Rossy Lara Uscamayta, Anthony Flores Achahui, Alexander Auccacusi, Verónica Rivas, Weyne Maylet Tarifa, Angelica Pumachapi, Faustino, por su apoyo, compañía en las salidas de campo, muchas gracias.

INDICE GENERAL

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	IV
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	V
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	VI
HIPOTESIS	VII
VARIABLES	VIII
I. MARCO TEORICO	1
1.1. Antecedentes de la Investigación	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales	3
1.1.3. Antecedentes locales	3
1.2. Bases Teóricas	5
1.2.1. Índices Espectrales	5
1.2.2. MODIS	7
1.2.3. Incendio Forestal	7
1.2.4. Flora	12
1.2.5. Sucesión Ecológica	15
II. MATERIALES Y METODOLOGIA	18
2.1. Materiales	18

2.1.1.	Material de Campo	18
2.1.2.	Material de Gabinete	18
2.1.3.	Ámbito de Estudio	19
2.2.	Metodología.....	28
2.2.1.	Tipo y Nivel de la Investigación.....	28
2.2.2.	Técnicas de Recolección de Información.....	28
2.2.2.1.	Metodología para el registro de incendios forestales en la cuenca del río Huatanay del 2017 al 2022.....	28
2.2.2.2.	Metodología para determinar la flora en 6 áreas no incendiadas e incendiadas.....	29
2.2.2.3.	Metodología para determinar el índice de diferencia normalizada (NDVI) en 6 áreas no incendiadas e incendiadas	31
2.2.3.	Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información	33
2.2.4.	Técnicas para Demostrar la Verdad o Falsedad de las Hipótesis Planteadas.....	40
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
3.1.	<i>Registro de los incendios en los últimos 5 años, 2017 - 2022</i>	<i>42</i>
3.2.	Análisis de la diversidad de la Flora en las 6 áreas de estudio en la Cuenca del río Huatanay	53
3.2.1.	Riqueza de especies de las áreas no incendiadas e incendiadas	53
3.2.2.	Índice de diversidad de la flora de las áreas incendiadas y no incendiadas en la cuenca del río Huatanay.....	62
3.2.3.	Curvas de rango y abundancia	70

3.2.4. U de Mann Whitney	92
3.3. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en las 6 áreas no incendiadas e incendiadas	93
3.3.1. U de Mann Whitney	105
3.4. Discusiones	108
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFIA	113
ANEXOS	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables	IX
Tabla 2 Precipitación anual del 2018 al 2023.....	25
Tabla 3 Temperatura anual del 2018 al 2023.....	25
Tabla 4 Áreas de muestreo de la flora en la cuenca del río Huatanay.....	29
Tabla 5 Lugar, Coordenadas, años de obtención de datos de NDVI para las 6 áreas incendiadas y no incendiadas.....	31
Tabla 6 Incendios forestales suscitados en mayor cantidad por meses, distritos y años en la cuenca del río Huatanay	42
Tabla 7 Estadísticos Descriptivos de las Hectáreas de los Incendios del 2017 al 2022 en la Cuenca del Río Huatanay	48
Tabla 8 Riqueza de especies	54
Tabla 9 <i>Cantidad de las Familias, Especies, Individuos de flora en las áreas no incendiada e Incendiada</i>	62
Tabla 10 Resumen de prueba de hipótesis de la prueba u de Mann-Whitney de la riqueza de especies del área no incendiada e incendiada	92
Tabla 11 Estadísticos descriptivos del NDVI de Wayna Tawqaray del área no incendiada e incendiada.....	93
Tabla 12 Estadísticos descriptivos del NDVI del cerro de Chocco del área no incendiada e incendiada.....	95
Tabla 13 Estadísticos descriptivos del NDVI de Tambomachay del área no incendiada e incendiada.....	97
Tabla 14 Estadísticos descriptivos del NDVI del Cerro Picol del área no incendiada e incendiada.....	99

Tabla 15 Estadísticos descriptivos del NDVI de Qontay Mocco del área no incendiada e incendiada.....	101
Tabla 16 Estadísticos descriptivos del NDVI del mirador de Huayllapampa del área no incendiada e incendiada	103
Tabla 17 U de Mann Whitney y significancia de los valores del NDVI de las áreas incendiadas y áreas no incendiadas.....	105
Tabla 18 Resumen de prueba de hipótesis de la prueba u de Mann-Whitney de las medias de NDVI de las áreas.....	106
Tabla 19 Promedio de los valores de NDVI media de las áreas no incendiada e incendiada .	106

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Valores del NDVI	6
Figura 2 Factores que determinan los incendios forestales.....	8
Figura 3 Diversidad floral en distintas familias de las angiospermas.....	14
Figura 4 Cronología de las teorías sucesionales	17
Figura 5 Localización política del área de estudio	20
Figura 6 Ecosistemas de la cuenca del río Huatanay.....	23
Figura 7 Climograma de la estación meteorológica de Kayra del 2018 al 2023.....	26
Figura 8 Climas de la Cuenca de río Huatanay	27
Figura 9 Uso de una varilla para la toma de datos de flora	30
Figura 10 Puntos de muestreo de la flora y NDVI.....	32
Figura 11 Ejemplo de la curva de acumulación de especies que llega a la asíntota	35
Figura 12 Registro de incendios en la cuenca del río Huatanay del 2017 al 2022	44
Figura 13 Patrones espaciales de los incendios forestales en la cuenca del río Huatanay en los años 2017 al 2022	45
Figura 14 Puntos calientes de mayor extensión (Ha) y la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud en la Cuenca del río Huatanay.....	46
Figura 15 Disposición de las áreas Incendiadas por hectárea del 2017 al 2022 en la cuenca del Río Huatanay	49
Figura 16 Disposición de las áreas Incendiadas por LN(Ha) del 2017 al 2022 en la cuenca del Río Huatanay	50
Figura 17 Puntos calientes de la frecuencia y probabilidad de la ocurrencia temporal de incendios forestales del 2017 al 2022.....	51
Figura 18 Índices de Diversidad de Wayna Tawqaray del Área no incendiada e Incendiada ...	62

Figura 19 Índices de diversidad de flora del cerro de Chocco del área no incendiada e incendiada.....	63
Figura 20 Índices de diversidad de flora de Tambomachay del área no incendiada e incendiada	64
Figura 21 Índices de diversidad de flora del cerro Pícol del área no incendiada e incendiada..	65
Figura 22 Índices de diversidad de flora de Qontay Mocco del área control e incendiada	67
Figura 23 Índices de diversidad de flora del Mirador de Huayllapampa del área no incendiada e incendiada.....	68
Figura 24 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no incendiada de Wayna Tawqaray	71
Figura 25 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área incendiada de Wayna Tawqaray	72
Figura 26 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no incendiada del Cerro de Chocco.....	74
Figura 27 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área incendiada del Cerro de Chocco.....	75
Figura 28 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no incendiada de Tambomachay	77
Figura 29 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área incendiada de Tambomachay	78
Figura 30 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no Incendiada del Cerro Pícol	80
Figura 31 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área Incendiada del Cerro Pícol.	81
Figura 32 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no Incendiada de Qontay Mocco	83

Figura 33 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área Incendiada de Qontay Mocco	84
Figura 34 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no Incendiada del Mirador de Huayllapampa	86
Figura 35 Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área Incendiada del Mirador de Huayllapampa	87
Figura 36 Especies más abundantes de las áreas no incendiadas e incendiadas	89
Figura 37 Análisis comparativo de las 6 áreas de diversidad de flora por la curva de rarefacción	90
Figura 38 Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada de Wayna Tawqaray	93
Figura 39 Crecimiento de la vegetación en Wayna Tawqaray después del incendio y el estado actual del área no incendiada	94
Figura 40 Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada del Cerro de Chocco	95
Figura 41 Crecimiento de la vegetación en el Cerro de Chocco después de 1 año del incendio y el estado actual del área no incendiada	96
Figura 42 Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada de Tambomachay.....	97
Figura 43 Vegetación de Tambomachay después de dos años del incendio y el estado actual del área no incendiada.....	98
Figura 44 Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada del Cerro Pícol.....	99
Figura 45 Vegetación del cerro Pícol después de tres años del incendio y su estado actual del área no incendiada	100
Figura 46 Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada de Qontay Mocco	101
Figura 47 Vegetación de Qontay Mocco después de 4 años del incendio y vegetación del área no incendiada.....	102
Figura 48 Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada del Mirador de Huayllapampa	103

Figura 49 Vegetación después de 5 años del incendio forestal del mirador de Huayllapampa y el estado actual del área no incendiada 104

RESUMEN

En la presente investigación: “Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y estudio de la flora post incendios en la cuenca del río Huatanay”, se llevó a cabo el análisis de los incendios, durante el período comprendido entre 2017 y 2022 con el objetivo de investigar su distribución espacial y las diferencias entre áreas afectadas por incendios y aquellas que no lo estaban, en relación al (NDVI) y la composición florística. Como parte de la metodología, para el registro de incendios, se recopiló información de fuentes como el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), el Gobierno Regional (GORE) y Google Earth Pro, georeferenciando tanto la ubicación como la extensión de los incendios para cada año. Para evaluar las posibles disparidades en la flora, se llevaron a cabo transectos por intersección en las áreas afectadas y no afectadas por incendios en seis sitios seleccionados de diferentes años. Por otro lado, para el análisis de la evolución del NDVI, se obtuvo información del servicio web MODIS VIIRS Subsets de la NASA, también de los mismos seis sitios de interés. Los resultados indican que, en la Cuenca del Huatanay, en términos de patrones espaciales, los incendios se manifiestan de manera aleatoria, registrándose una mayor incidencia en el año 2020. Al aplicar el análisis de puntos calientes G_i^* de Getis-Ord, en función a la magnitud (Ha) de incendios forestales, se identificó que se concentraron en el distrito de Oropesa y Lucre y en función a la frecuencia de incendios en los distritos de San Sebastián, San Jerónimo. En cuanto a la diversidad florística, se observó que las áreas no afectadas por incendios estaban compuestas por 42 familias y 136 especies, mientras que las zonas incendiadas albergaban 45 familias y 169 especies, sin que se encontraran diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a los valores de NDVI, estos oscilaron entre 0.378 y 0.564 en las áreas no afectadas por incendios, mientras que en las áreas incendiadas se registraron valores entre 0.298 y 0.533, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de áreas según el análisis de U de Mann Whitney, en conclusión, no hay diferencias significativas, respecto a la diversidad de flora y NDVI en la áreas no incendiadas e incendiadas.

Palabras clave: Incendios forestales, cuenca del río Huatanay, diversidad de la flora, NDVI

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son aquellos que se genera sin control humano, ya sean naturales o antrópicos en los ecosistemas terrestres propagándose en cualquier tipo de vegetación (matorrales, sabana, pastizales, humedales, bosques, etc.) (Pausas, 2012).

Actualmente el 96 % de los incendios a nivel mundial son generados por los humanos, solo el 4 % se da naturalmente, en muchos lugares, inclusive en el ártico, los incendios forestales son generados por el incremento de la temperatura de la tierra (Cambio climático) estimado desde el siglo XIX, el calentamiento de la temperatura del mar dando como consecuencia que actúan como aceleradores del fuego (Schauenberg, 2020). Los incendios forestales disminuyen los servicios ecosistémicos y económicos de los recursos naturales (Cochrane, 2003) por la variabilidad de la estructura del paisaje, debido a las diferentes respuestas de la vegetación (Gonzalez, 2017).

En Sudamérica en el año 2019 se generó mayor cantidad de incendios como en el Amazonas a causa de la tala no controlada resultando un bosque cada vez más seco (Schauenberg, 2020) según Manta (2013) la región andina y la cuenca amazónica se da los mayores daños y la dinámica sucesional de la vegetación, va depender de la severidad de la perturbación, las especies invasoras se encuentran mejor adaptadas al fuego que las especies nativas (Ubeda y Sarricolea, 2016).

En el Perú se vienen incrementando en los últimos años, dando como consecuencia la destrucción de la cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, deterioro de los suelos, contaminación del agua y aire (CENEPRED, 2020), pero no siempre los incendios forestales son relacionados a destrucción y daño, algunos ecosistemas se benefician de sus efectos como la reducción de competencia por malezas, control de enfermedades, liberación e incorporación de nutrientes (Comisión nacional forestal, 2010).

Cusco es la región con mayor cantidad de registros de incendios forestales, siendo las provincias de: La Convención, Canchis, Espinar, Quispicanchis y Calca de mayor ocurrencia durante el periodo de 2003 al 2020, las coberturas vegetales a muy alto riesgo son: Pajonal húmedo altoandino, pajonal húmedo altimontano, pajonal húmedo subnival y herbazal altoandino (CENEPRED, 2021).

En Cusco los incendios forestales registrados son originados por acciones humanas relacionados principalmente al cambio de uso de suelo, actividad que va relacionado con la agricultura (CENEPRED, 2021), cabe resaltar también que hay mayor cantidad de plantaciones de Eucalipto y Pino que estos tipos de especies exóticas contienen hojarasca de difícil descomposición facilitando la expansión del fuego en temporadas de sequía, que va de junio a septiembre (SERFOR, 2019). Se tiene información registrada por SERFOR, INDECI, GORE, la cantidad de incendios forestales en los distritos correspondientes a la cuenca del río Huatanay, sin embargo, se desconoce de como quedan las áreas y vegetación después de los incendios. Por lo que el objetivo de la investigación del estudio, es conocer el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y la flora de las áreas incendiadas y no incendiadas en un intervalo de meses a 5 años de suscitarse los incendios en la cuenca del río Huatanay.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Situación Problemática

Los incendios forestales en la cuenca del río Huatanay se da por las acciones antrópicas, para fines personales y sociales como: ampliación de terrenos, para la agricultura, construcción de viviendas, quema de rastrojos y malezas y accidentes ocasionados por el escape del fuego, estos incendios forestales al ser de manera frecuente, interrumpen su ciclo de regeneración de la vegetación, a pesar que hay monitoreo en Cusco por parte de entidades como SERFOR, INDECI, GORE, y otras entidades, hay un desconocimiento de la vegetación después de los incendios, el Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), por ello planteamos los siguientes problemas.

Formulación del Problema

Problema General

¿Cuál es el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y como es la flora en lugares incendiadas y no incendiadas en la Cuenca del Huatanay?

Problemas Específicos

1. ¿Dónde se registran los incendios en los últimos 5 años en la Cuenca del Huatanay, del 2017 al 2022?
2. ¿Cómo es la flora en 6 áreas incendiadas y no incendiadas en la cuenca del Huatanay, 2023?
3. ¿Cuál es el NDVI en 6 áreas incendiadas y no incendiadas en la Cuenca del Huatanay, 2023?

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo, metodológicamente pretenda dar un análisis y visualización de los incendios forestales, más importantes o significativos generados desde el 2017 al 2022, como el uso de la Estadística G_i^* de Getis-Ord, que identifica los puntos calientes y fríos de las hectáreas incendiadas, desde su valor numérico, a una visión más espacial, considerado una estadística novedosa, que pueden ser replicados para otras investigaciones como diversidad de flora, fauna, etc.

Socialmente el estudio genera base de datos que aporta al entendimiento, conocimiento e interpretación de los incendios forestales, en la cuenca del río Huatanay, para la toma de acciones por parte de los interesados, pobladores, gobiernos locales para la conservación de la flora, así como también usar como instrumento para mejorar la gestión, alerta temprana, especialmente en aquellas áreas o distritos con incidencia de incendios significativas para las pérdidas ecológicas, humanas, económicas.

Económicamente la base de datos como la Estadística G_i^* de Getis-Ord que muestra las áreas más perturbadas significativamente ayudará a realizar ahorros en la población y a los gobiernos locales, al ser gestionados adecuadamente y anticipadamente hacia los incendios forestales generados en épocas secas.

Científicamente el aporte de la investigación es el conocimiento de cómo se encuentra actualmente las áreas estudiadas de la cuenca del río Huatanay respecto a la flora después de la perturbación de incendios forestales, en comparativa con áreas no incendiadas, como también la presencia o ausencia de vegetación por el índice NDVI, que esto conlleva a antecedente para futuras investigaciones relacionados al tema.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Analizar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y la flora en lugares incendiadas y no incendiadas en la cuenca del río Huatanay

Objetivos Específicos

1. Registrar los incendios en los últimos 5 años en la Cuenca del Huatanay, del 2017 al 2022
2. Determinar la flora en 6 áreas incendiadas y no incendiadas en la Cuenca del Huatanay, 2023
3. Calcular la variación del NDVI en 6 áreas incendiadas y no incendiadas en la Cuenca del Huatanay, 2023

HIPOTESIS

“La diversidad de flora y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) difiere significativamente entre lugares incendiadas y no incendiadas de la cuenca del río Huatanay”

VARIABLES

Identificación de Variables e Indicadores

Variables de estudio

- Flora (Áreas incendiadas y no incendiadas)
 - Índice de diversidad de Shannon
 - Índice de diversidad de Simpson
 - Índice de Equidad de Pielou
 - Riqueza de especies
 - Curva de rango y abundancia
 - Chao 1
- NDVI (Áreas incendiadas y no incendiadas)
- Incendios forestales (Áreas incendiadas)
 - Estadística G_i^* de Getis-Ord (áreas calientes y frías)

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión o componente	Valor	Indicador	Unidad de análisis
Flora	Conjunto de especies vegetales	<ul style="list-style-type: none"> Índice de diversidad de Shannon 	<1	Bajo	Bits/unidad
			1-3.5	Medio	
			>3.5	Alto	
		<ul style="list-style-type: none"> Índice de Gini - Simpson 	0	No diverso	-
			1	Mayor diversidad	
		<ul style="list-style-type: none"> Índice de Equidad de Pielou 	0	Ausencia de uniformidad	-
			1	Especies igualmente abundantes	
		<ul style="list-style-type: none"> Chao 1 	-	-	-
		<ul style="list-style-type: none"> Riqueza de especies 	-	-	Unidad
		<ul style="list-style-type: none"> Curva de rango y abundancia 	-	-	-
Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Es un indicador que determina la presencia o ausencia de la vegetación	<ul style="list-style-type: none"> Índice de vegetación de diferencia normalizada 	0-0,3	Suelos desnudos	Bits
			0,3-0,6	Vegetación moderada	

Variable	Definición Conceptual	Dimensión o componente	Valor	Indicador	Unidad de análisis
			0,6-1	Vegetación densa	
Áreas incendiadas	Fuego no controlado que se da sobre la vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística Gi* de Getis-Ord 	Azul Rojo	Áreas frías Áreas calientes	-

I. MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes de la Investigación

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Verzino G. et al (2005). Determinaron el efecto de los incendios forestales sobre la composición florística, la estructura y la diversidad de la vegetación del Bosque Serrano, en la provincia de Córdoba, en la ladera occidental de las Sierras Chicas, Argentina, seleccionaron tres bosques quemados y tres bosques no quemados de distinta antigüedad (1,2,9 años), delimitaron cuatro parcelas (20 m x 10 m) permanentes dentro de cada área, para la medición de los árboles y arbustos ($DAP \geq 10$ cm) y para renovales y plántulas forestales ($DAP \leq 10$ cm), se efectuó en subparcelas de 10 m x 10 m ubicados en las cabeceras de las principales parcelas, para la cobertura vegetal se realizó el método de líneas interceptadas, sobre los últimos 10 m de la parcela principal, dando como resultado que la riqueza de las especies arbóreas no se observó modificado mientras que las arbustivas si, aún 9 años después, las especies herbáceas aumentaron un año después, posteriormente se equilibraron con el bosque testigo, la estructura vertical del bosque fue alterado totalmente, así como la abundancia, diversidad de las especies arbóreas y arbustivas, resultaron menores en los sitios incendiados aun después de 9 años.

Cabezas G. (2018). Analizaron la severidad del incendio forestal en el Parque Nacional Sierra La Macarena Meta-Colombia, usando Sentinel-2 y Landsat 8 Oli en el año 2018, para el cálculo del área quemada, en caso de la actividad fotosintética antes y después del incendio utilizaron 8 índices espectrales de vegetación como: NDVI, dNDVI, NBR, dNBR SAVI, EVI, NDre2 y BAI y combinación de bandas a partir de imágenes Sentinel-2 y Landsat 8, dando como resultado que las llamas consumieron aproximadamente 6356 ha, los valores de NBR y NDVI indican una severidad de media a alta, aunque meses después del incendio se vio una actividad fotosintética y rápida regeneración, pero cuando termina la época de lluvia, se ve una reducción

en la actividad fotosintética en general, lo cual probablemente sea una consecuencia de la baja concentración de nutrientes y termine concluyendo a largo plazo con una baja recuperación vegetal.

Capador Y. et al (2021). Analizaron la cobertura vegetal en incendios forestales mediante índices espectrales: caso de estudio Cerros Orientales (Bogotá, Colombia), teniendo como objetivo analizar el cambio de la cobertura vegetal a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y la Temperatura Superficial de la Tierra (LST) durante los incendios forestales, mediante el uso de imágenes satélites Landsat 5, 7, 8, de los años 2001, 2015, 2016, donde se estableció el NDVI y LST en los cerros orientales, dando como resultado que las localidades con una baja calidad de vegetación, fueron: Chapinero, Santa Fe y Usaquén, siendo susceptibles a los incendios, la cobertura vegetal de la zona estudiada antes del incendio, tiene valores de NDVI altos, sobre 0.5, durante los incendios forestales disminuyeron drásticamente y que la calidad de la cobertura vegetal en los Cerros Orientales varía, debido a la presencia de incendios forestales, que alteran el NDVI y el LST

Muñoz L. et al (2022). Caracterizaron la composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales y el estudio de su regeneración en el Sur de Ecuador, el estudio para la vegetación se realizó en 5 parcelas permanentes de 400 m² donde se midieron arbustos mayores a 1.50 m de altura, arboles mayores a 5 cm de DAP, para la regeneración usaron parcelas anidadas y por categorías, latizal en las parcelas de 400 m², brinzal en las parcelas de 25 m², plántulas en parcelas de 1 m², obtuvieron una diversidad de 27 especies, 24 géneros, 16 familias, dentro del cual se presenta 4 especies endémicas y los arbustos más importantes ecológicamente fueron *Lepechinia mutica*, *Dendrophorbium scytophyllum* y arboles como *Alnus acuminata*, *Clethra fimbriata*, donde esta última especie y *Dendrophorbium scytophyllum* se encuentran en las tres categorías de la regeneración natural. Concluyeron que el matorral andino se encuentra en un proceso adecuada de sucesión natural.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

De La Cruz-Arango & Cóndor Alarcón (2023). Estudiaron la dinámica de regeneración natural de ecosistemas altoandinos perturbados por incendios en Ayacucho – Perú, en Qewillaqocha, Incapaperqan y Toccto, y del distrito de Chiara, caracterizaron áreas con y sin impacto por incendios, aplicaron el método de muestreo en transecto de banda, dando como resultado 116 especies de dicotiledóneas y 40 monocotiledóneas, en Qewillaqocha las especies más frecuentes fueron *Festuca dolichophylla*, *Plantago australis*, *Luzula racemosa*, *Calamagrostis vicunarum*, *F. dolichophylla* tuvo mayor cobertura, seguido de *C. vicunarum* en vegetación sin impacto, *F. dolichophylla* es la más representativa seguido de *C. vicunarum*. En Incapaperqan, las especies vegetales están en rebrote, resaltando *Bromus catharticus*, *F. dolichophylla*, *Poa sp.*, y *Muhlenbergia peruviana*, en la zona sin impacto predomina *F. dolichophylla*, seguido de *L. pinnata* y *C. vicunarum*. En Toccto, hay rebrotes de *F. dolichophylla*. En zona sin incendio, *F. dolichophylla* es la más frecuente, seguido de *C. vicunarum*, tuvo mayor riqueza de especies las áreas incendiadas que las de sin impacto, el índice de diversidad es baja en ambas áreas.

1.1.3. Antecedentes locales

Barrientos R. (2021). Caracterizaron los bosques nativos mediante índices espectrales en la cuenca del Huatanay durante los meses de noviembre del 2020 a febrero de 2021, evaluaron 7 parcelas de vegetación de 10 x 20 m, dando como resultado que la mayor altura promedio de bosques nativos es de *Escallonia resinosa* (5.7 +/-0,21m), el mayor promedio de DAP de bosques es de *Schinus molle* (16.19+/-1,19cm), constatando que hay diferencia estadística significativa en el valor de estos parámetros, las áreas de bosques de *Escallonia resinosa*, *Escallonia myrtilloides*, *Schinus molle*, *Polylepis spp*, es de 798 ha, 823.3 ha, 45.1 ha, 11.2 ha, respectivamente haciendo un total de 1706.7 ha de bosques nativos en la cuenca de Huatanay, el bosque con mayor valor de NDVI fue *Escallonia myrtilloides* con un valor de 0,238,

Escallonia resinosa con 0,233, *Polylepis spp* con 0,224, *Schinus molle* con 0,189 unidades y la mayor temperatura del suelo lo presenta los bosques de *Schinus molle* (23,9°), se concluyó que los bosques indican alto grado de perturbación, baja fotosíntesis.

Mendoza Astocaza & Rupa Quispitupa (2022). Estudiaron la pérdida de Cobertura Vegetal a Causa de los Incendios Forestales durante 2019 – 2021 en la Localidad de San Jerónimo, Cusco, fueron identificadas y cuantificadas mediante la teledetección, utilizando imágenes satelitales del sensor Sentinel 2A, para luego ser procesado en ArcMap 10.8, para la determinación de la pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales fue Índice Normalizado de Área Quemada (NBR) y Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), dando como resultado que se perdieron 500.07 ha, 117 ha, 1397.22 ha, en los años 2019, 2020, 2021, respectivamente, siendo el año 2021 más significativo con mayor pérdida de cobertura vegetal, representando un 18.44% .

Ticona V. (2022). Determinaron la superficie de cobertura vegetal deforestada por acción de los incendios forestales durante el periodo 2015 - 2021 en la subcuenca del río Huatanay en la región Cusco durante el periodo de 2015 al 2021 aplicaron un diseño no experimental de tipo transeccional, correlacional-causal y de nivel descriptivo, utilizaron shapefile de cobertura vegetal del portal web del MINAM, donde realizaron un preprocesamiento haciendo uso del Qgis para la corrección atmosférica obteniendo la conversión de números digitales a reflectancia, se aplicó el índice normalizado de área quemada (NBRI) para determinar las áreas afectadas por los incendios como pajonales, matorral arbustivo y zona agrícola, dieron como resultado que la zona de pajonales tuvo una pérdida significativa de 52,98% a diferencia de las demás zonas, y la pérdida de cobertura vegetal total en la subcuenca del Huatanay es de 26,85 %.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Índices Espectrales

Son técnicas empíricas de realce de una imagen de un área de interés, explicado mediante fórmulas matemáticas donde las variables son los valores de una o más bandas espectrales en cada pixel (Diaz, 2021).

NDVI. Es el índice de vegetación de diferencia normalizada, fue introducida en la década de 1970, es un indicador simple de biomasa fotosintética activa que sirve como un indicador de la presencia de la vegetación y su estado general, por lo que es una combinación matemática de dos o más bandas espectrales que mejora el contraste entre la vegetación cuando tiene alta reflectancia y el suelo desnudo, estructuras artificiales etc., puede cuantificar la biomasa, vigor, densidad, cambios anormales de la planta (Toribio, 2019).

La fórmula para hallar el NDVI es:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{RED})}{(\text{NIR} + \text{RED})}$$

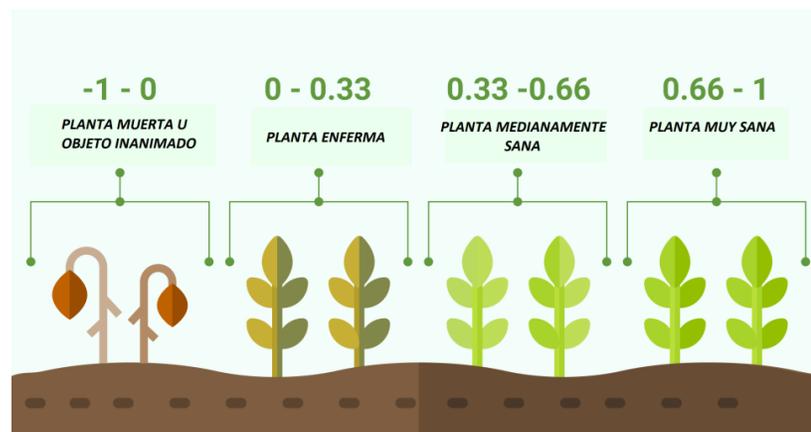
- NIR es la reflectancia del infrarrojo cercano (b8 Sentinel, b5 Landsat 8, b2 MODIS)
- RED es la reflectancia del rojo (b4 Sentinel, b4 Landsat 8, b1 MODIS)

Los valores del NDVI van desde -1 a 1, donde -1 representa un verdor mínimo, áreas de agua, estructuras superficiales, rocas, nubes, nieve o inexistente y 1 representa el verdor máximo, aparte los suelos desnudos dan valores de 0.1 a 0.2, las plantas tendrán valor a partir de 0.2 a 1, una vegetación sana y densa esta sobre 0.6 y una vegetación dispersa probablemente estará entre 0.2 a 0.5 (Lemus, 2019).

Para sacar el valor de NDVI se compara matemáticamente la cantidad de luz roja visible absorbida y la luz infrarroja cercana reflejada, esto se da cuando el pigmento de la clorofila de una planta sana absorbe la mayor parte de la luz visible, mientras que la estructura celular refleja la mayor parte de la luz infrarroja cercana, cuando se da una mayor actividad fotosintética se relaciona con la vegetación densa tendrá menos reflectancia en la banda roja y mayor reflectancia en el infrarrojo cercano (Toribio, 2019).

Figura 1

Valores del NDVI



Nota. Se observa los valores del NDVI de acuerdo a la salud de la vegetación. Reproducida de ¿Cómo interpretar los valores del NDVI?, de Toribio (2019).

Generalmente se clasifican en:

- 0.1 – 0.2, suelos desnudos
- 0.2 – 0.4, vegetación dispersa o sana
- 0.4 – 0.6, vegetación moderada
- > 0.6, vegetación densa

Los valores cercanos a 1, es más intenso el verde, más vigorosidad existe en la vegetación, los valores cercanos a 0, corresponden a zonas con muy poca vegetación, primeras

fases de cultivo, suelos desnudos, zonas no productivas, los valores negativos, está asociada a zonas de agua, nieve, nubes.

1.2.2. MODIS

Según Argote (2011) MODIS (Moderate – Resolution Imaging Spectroradiometer) es un instrumento científico lanzado por la NASA a bordo del satélite Terra en 1999 y en el satélite Aqua en 2002.

Las funciones que realiza MODIS es:

- Mide la temperatura de la superficie del suelo y océano, detección de incendios
- Mide color de océano (sedimentos, fitoplancton)
- Realiza cartografía de la vegetación global, detección de cambios
- Mide las características de la nubosidad
- Mide las concentraciones de aerosoles

MODIS VIIRS Subsets. Tiene acceso a datos para varios productos terrestres para todo tipo de ubicación de la colección 6 del espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS) y de la versión 001 del conjunto de radiómetros de imágenes infrarrojas visibles (VIIRS) (Berrick, 2023).

1.2.3. Incendio Forestal

Es la propagación no controlada del fuego sobre la vegetación (árboles, arbustos, pastos, herbáceas, cultivos) originado por causas naturales o por acciones antrópicas (Plana et al, 2016).

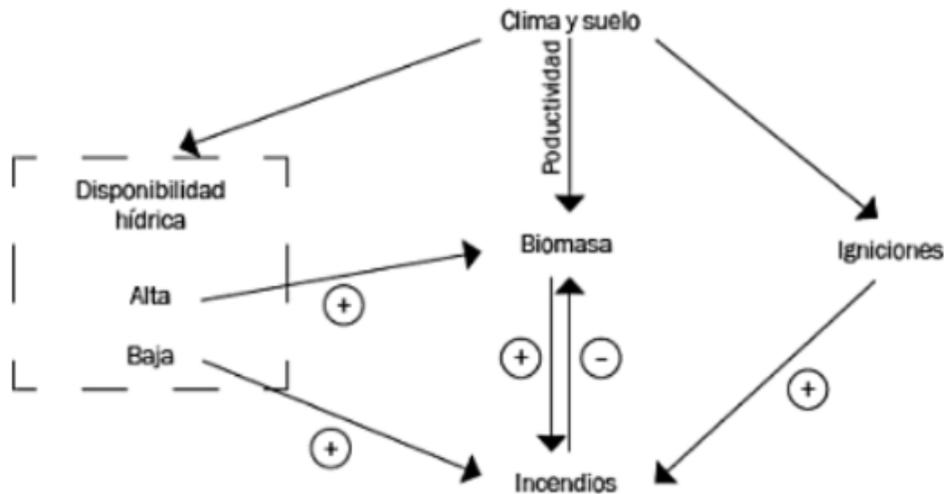
Triangulo del Fuego. Para que se genere los incendios forestales es necesario la coincidencia de tres elementos en un tiempo y lugar, fuente de calor, combustible, oxígeno, el fuego requiere de un mínimo del 16 % y un máximo de 21 % de oxígeno (Bonilla, 2001)

(Pausas, 2012) dice que para que se genere el fuego se necesita Ignición, Oxígeno, combustible (plantas) como mínimo, pero no son suficientes para que se genere los incendios

forestales, los factores que los van generar son: biomasa (alta), variabilidad en la disponibilidad hídrica (épocas de secas, épocas de lluvias) y las igniciones.

Figura 2

Factores que determinan los incendios forestales



Nota. Se observa en la figura que el clima y suelo controlan los factores que determinan los incendios, para que se genere se necesita que la disponibilidad hídrica sea baja, la productividad de biomasa sea alta y la presencia de igniciones naturales o la de propagación humana. Reproducida de ¿Por qué se queman los ecosistemas?, de Pausas (2012).

Mecanismos de Propagación de Calor. Según (Bonilla, 2001) existe tres mecanismos

- **Conducción.** Este proceso se da mediante el contacto de dos cuerpos, transfiriendo el calor.
- **Radiación.** Es el calor radiado en todas las direcciones en una línea recta, sin desplazar el aire hasta chocar con algún material.
- **Convección.** Es el calor que se transfiere de un cuerpo a otro a través de un medio de circulación en una dirección determinada por el viento.

Tipos de Grados de Daño en los Ecosistemas. Hay tres tipos de daños: superficiales, que queman los estratos herbáceos y arbustivos sin que las llamas lleguen a la copa de los árboles, sin que los consuma por completo; subterráneos, donde el fuego entra debajo del suelo, quemando el mantillo, raíces, la materia orgánica que se encuentra dentro de los afloramientos de rocas y los incendios de copas que consumen por completo los árboles y pasa el fuego de copa en copa y superficialmente, estos se dan en condiciones más severas (Villers Ruiz, 2009).

Incendios Forestales como Reguladores. El fuego es parte fundamental del mantenimiento de la estabilidad del interior y evolución de los ecosistemas, como en los boscosos que conforman un proceso vital y esencial para la sucesión ecológica, esto se da generalmente cuando tiene origen de procesos naturales como las tormentas eléctricas, las erupciones volcánicas que son las causas más frecuentes (Castillo et al., 2003). El fuego como un fenómeno natural estuvo presente durante el terciario que contribuyeron junto con el clima a configurar la flora y vegetación mediterránea por las acciones selectivas y adaptativas que tuvieron (Mataix solera & Guerrero, 2014).

El fuego genera espacios abiertos, dando oportunidad a especies heliófilas, estimulan la germinación de algunas especies, redistribuye los nutrientes, estimula la floración, rejuvenece las poblaciones viejas, sin incendios recurrentes sería más pobres en especies (García et al., 2018).

La Intervención del Fenómeno del Niño en los Incendios Forestales. Favorece las condiciones climáticas para el desarrollo de los incendios forestales en regiones tropicales y templados, el cambio en los vientos y el alza de temperatura del mar ocasiona las prolongadas sequías dando como consecuencia la propagación destructiva del fuego por la existencia abundante de vegetación combustible que hay en la zona (Castillo et al., 2003).

Tipos de incendios según su origen. Según (pausas, 2012), están las propagaciones sin control que pueden ser de causas naturales provocados por rayos, chispas por las caídas de las rocas, volcanes, incendios de origen antrópicos, pueden ser intencionadas o accidentales y las Quemas controladas, ya sea para el control de combustible, incremento de pastos, etc.

La acción Antrópica en los Incendios Forestales. (Vélez, 2000) En las actividades de agricultura y ganadera se hace el uso del fuego, siendo las causas principales de los incendios forestales, realizando las siguientes actividades: el uso del fuego para quema de rastrojos, eliminación de restos de podas mediante el fuego, rebrote de pastos, limpieza de áreas para la siembra, generar más áreas para el ganado.

Muchos de los incendios forestales son provocados de manera deliberada y consciente; entre estos están los provocados por pirómanos, conflictos entre propietarios de terrenos, etc., a lo largo de todos los años los humanos han intervenido en el aumento o disminución de los incendios dependiendo del lugar, el momento histórico y socioeconómico, un ejemplo es el incremento de los incendios forestales en la selva que anteriormente por la poca estacionalidad y baja inflamabilidad, los incendios naturales eran pocas o inexistentes, sin embargo a causa de la deforestación, incremento de sequías por el cambio global se han incrementado en gran medida generando un peligro para la biodiversidad de estos ecosistemas (Pausas, 2012).

Los Efectos de los Incendios Forestales no Controlados. Repercuten sobre la diversidad biológica, contribuyen al calentamiento por la emisión del carbono, modifican el volumen de biomasa, alteración del ciclo hidrológico, perjudican la salud de los seres humanos y animales (Nasi, 2001), cabe resaltar que la capacidad de regeneración va a depender de la severidad de los incendios forestales, en zonas quemadas con alta intensidad y recurrencia de incendios en el mismo lugar acompañado con sequias, sobrepastoreo va a dar lugar a la eliminación del banco de semillas, degradación del suelo (Plana et al, 2016), al aumentar la temperatura y evaporación, disminuye la absorción y retención de agua, porosidad, aireación y

la capacidad de infiltración, aumentando la escorrentía superficial, dando lugar a la erosión, también se da la meteorización de las rocas por los cambios bruscos de la temperatura (Mataix solera & Guerrero, 2014), en cambio los fuegos de baja intensidad, pueden tener efectos beneficiosos como la liberación de las especies que han sobrevivido de la competencia, enriqueciendo el suelo con la ceniza y generando discontinuidad de los combustibles y así reduciendo la vulnerabilidad de la zona a incendios (Plana et al., 2016).

Recuperación Post Incendio. Según De las Heras et al. (2008), dice que la rapidez de la recuperación de un área incendiado va depender de factores como el grado de deterioro del suelo, capacidad de rebrote de las especies, aporte de semillas de zonas no quemadas, etc., en la que la que la colonización suele ser más rápida de 2 a 3 años la cobertura vegetal llega a oscilar entre 70 % al 90 %, la colonización suele llevarse por briofitos y plantas vasculares simultáneamente, llamados especies pioneras, transcurridos unos años, dichas especies son desplazadas por otras, después de 7 años dan lugar a especies representativas, de comunidades próximas a la madurez.

Algunas de las especies que tienen bulbos, como; *Asphodelus albus*, *A. ramosus*, *Dipcadi serotinum*, *Muscari comosum*, *Narcissus triandrus*, *Crocus serotinus*, *Ophrys lutea*, etc., se vio que florecen después de un incendio reciente, esto se debería que su floración es favorecida por el incremento de la luminosidad y de la temperatura, otras especies como las pirófitas, la germinación de sus semillas es estimulados por fuego, algunas especies tienen carácter oportunista, aprovechan el nitrógeno y otros nutrientes tras el incendio, estas especies cubren gran parte del terreno, pero cuando la riqueza de nutrientes en el suelo se recupera sus valores normales, estas especies reducen su cobertura, el proceso de regeneración de un matorral tras un incendio, consiste en la reinstauración de la comunidad vegetal preexistente, este va conformando su estructura y fisionomías típicas que alcanzan a los 8 a 10 años del incendio, con

riqueza, diversidad, cobertura, etc., similares a los existentes antes del incendio, (De las Heras et al., 2008).

Existen dos mecanismos que permite formar la cubierta vegetal post incendio, las de origen vegetal, se basa en el desarrollo de yemas que no han sido afectados por el fuego, esto se da debido a que las yemas se encuentran debajo del suelo, o bien están protegidos por la corteza del árbol o arbusto, el segundo mecanismo es por la germinación de semillas que han logrado sobrevivir al incendio, o que han sido colonizados por viento, aves, mamíferos, o liberación in situ de especies sobrevivientes (Fernández, 2010).

Estadística G_i^* de Getis-Ord. Es una herramienta que identifica Clústeres (agrupa elementos o variables por algún criterio de homogeneidad) espaciales, cuando son estadísticamente significativas de valores altos (Puntos calientes), de valores bajos (Puntos fríos), La Estadística G_i^* de Getis-Ord tiene aplicaciones diferentes como en el análisis de Incendios forestales, delitos, epidemiología, geografía económica, incidentes de tráfico, etc. (Vicens, 2019).

Estadística G_i^* de Getis-Ord en los incendios forestales. Identifica zonas de agrupamiento de valores altos o bajos en la recurrencia de incendios forestales o áreas afectadas, un punto puede tener un valor alto, pero estadísticamente no es significativo, para que sea un punto caliente, la variable analizada tiene un alto valor y así mismo las entidades vecinas, mientras más grande es la puntuación Z más intenso es el clustering de valores altos (puntos calientes), mientras más pequeño la puntuación Z más intenso es el clustering de valores bajos (puntos fríos) (Cisneros et al., 2018).

1.2.4. Flora

La flora es el conjunto de especies vegetales presentes en un área, son las especies en conjunto que forman parte del componente de una vegetación (Hernández et al, 2000).

Flora Vascular. Pertenecen al grupo Tracheophyta, denominadas plantas superiores, las características principales de estas plantas cuentan con tejidos que conducen los fluidos a través de todo el organismo como la xilema encargada de conducir agua y sales minerales y el floema encargado de transportar el alimento sintetizado, presentan raíz, tallo, hojas, flores, frutos (Acosta, 2021).

Las plantas vasculares se clasifican en dos partes:

Plantas sin Semillas (pteridofitas). Son plantas que evolucionaron de las algas verdes, no tienen semillas, tienen tejido vascular, el desarrollo de este tejido les permitió crecer más grandes que las plantas no vasculares, para su reproducción necesitan de agua (7.6 plantas vasculares sin semillas, 2021).

Según (Acosta, 2021) Están compuestos por cuatro grupos:

- **Psilophyta o helechos arcaicos**

Se caracterizan por carecer de raíz y hojas verdaderas, no posee un tallo principal, un ejemplo de este grupo es *Psilotum nudum*

- **Lycophyta o licopodios**

Son plantas perennes con raíces, rizomas, ramas cortas, pequeñas hojas parecidas a escamas, un ejemplo de este grupo es *Lycopodium clavatum*

- **Sphenophyta o cola de caballo**

Tienen raíces, hojas, tallos verdaderos, sus tallos son huecos con nudos donde sale las hojas, un ejemplo de este grupo es *Equisetum arvense*

- **Pterophyta o helechos verdaderos**

Es el grupo más numeroso, la mayoría se encuentran en los trópicos saturados de humedad, un ejemplo de este grupo es *Pteridium aquilinum*

Plantas con Semillas. Se dividen en dos grupos:

- **Gimnospermas**

Llamadas también fanerógamas, gymnos en griego significa desnudo, y, sperma, semillas, tienen semillas descubiertas, por lo tanto, son plantas sin frutos, a sus flores se les conoce como conos y pueden ser masculinos y femeninos (piñas) en el caso de las coníferas y Cycas, en caso de ginkgos están cubiertos por una pulpa (Costas, 2022).

- **Angiospermas**

Angion en griego significa vaso, ánfora, y, sperma, semillas, son las plantas dominantes y más diversas, sus semillas están protegidas por un ovario o fruto, sus flores tienen verticilos ordenados de sépalos, pétalos, estambres y carpelos (Cubas, 2008).

Figura 3

Diversidad floral en distintas familias de las angiospermas



Nota. Las angiospermas presentan una variabilidad en inflorescencia, forma, simetría, tipo, textura, posición de las piezas, color, olor. Reproducida de Angiospermas, de Cubas (2008)

1.2.5. Sucesión Ecológica

Atilio (2020) dice que es un proceso de cambios que experimenta un ecosistema en la composición de sus especies a través del tiempo, hasta llegar a un equilibrio dinámico, un proceso evolutivo natural que se da a causa de las competencias en la que unas especies son reemplazadas paulatinamente por otras mejor adaptadas al entorno y ocurre sin la intervención humana en la que puede darse en cientos de años o en pocas generaciones, durante la sucesión ecológica se puede observar que una misma comunidad biótica es reemplazado por una segunda comunidad y esta es reemplazado por una tercera y así sucesivamente, se puede caracterizar como:

- Resultante de la modificación del medio físico por la comunidad
- Un proceso direccional, los cambios van dirigido hacia una comunidad final
- Un proceso ordenado del desarrollo de la comunidad
- Culmina en un ecosistema estabilizado donde se da un equilibrio estable entre el suelo, clima, vegetación, denominado clímax

Según Atilio (2020) la sucesión de una comunidad puede ser dos tipos:

Sucesión Primaria. Es cuando la sucesión se da a partir de una comunidad virgen que no ha sido colonizado por ningún tipo de organismo como se da el caso en las lavas volcánicas solidificados, los aluviones, los médanos, las rocas, se da la primera etapa llamada pionera, cuando la sucesión se da en habitad terrestre se llama xerosere, áreas salinas halosere, áreas arenosas psamosere, áreas acuáticas hidrosere.

Sucesión Secundaria. Se da en aquellos sitios que previamente estuvieron cubiertos por algún tipo de vegetación, la modificación de la vegetación se da debido a causas naturales o por las actividades antrópicas en la que se da una regresión en el ecosistema, la restitución del ecosistema puede restablecer el original u otro muy parecido o puede perder su capacidad de

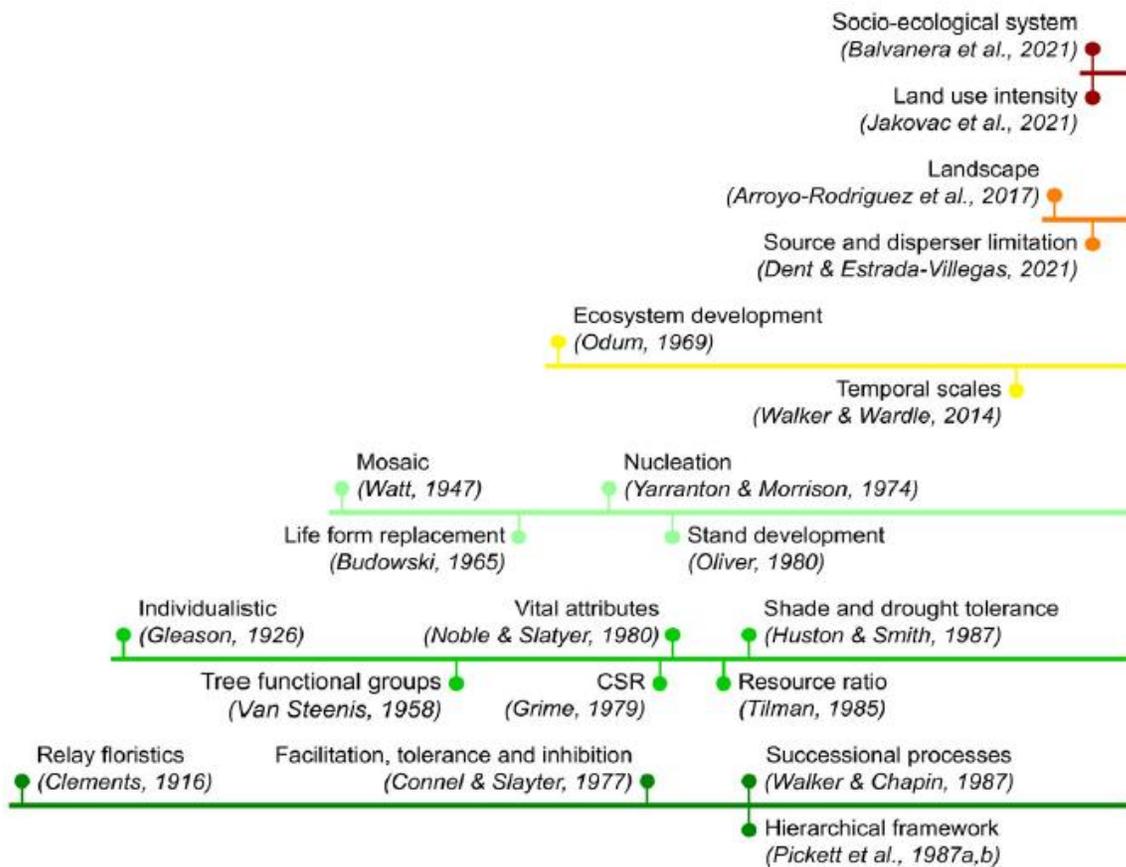
recuperación, para determinar estas condiciones se toma en cuenta los factores como la intensidad y la recurrencia del disturbio.

Modelos Sucesionales. Se presenta las siguientes 19 teorías sucesionales, donde aparece desde el año de 1916 al 2021 (Figura 5), según (Poorter et al., 2023) escalas temporales (Walker & Wardle, 2014) dice que la sucesión de plantas opera los procesos en diferentes escalas de tiempo desde segundos a millones de años, los procesos a corto plazo como el suelo, los flujos de nutrientes y la fisiología de las plantas, operan en microescalas de tiempo (de segundos a días) y las interacciones bióticas y ciclos de vida de las plantas, que operan a nivel local (días a años) son las que impulsan las primeras décadas de sucesión, mientras el de largo plazo como geológico, evolutivo y los procesos del suelo limitan la sucesión porque operan a escalas de miles a millones de años. Escalas espaciales (Arroyo-Rodríguez et al., 2017) dice que la sucesión esta influenciada por las escalas espaciales como la escala regional (>varios km²), determina el clima, la topografía, el régimen de perturbación y la reserva regional de especies, el paisaje (hectáreas a km²) es un área espacialmente heterogénea determinado por coberturas terrestres de bosques, áreas agrícolas, determinan la cobertura forestal, fragmentación y conectividad de paisajes que determina la disponibilidad de semillas, dispersión, especies competidoras y la escala local (parche) determina el tamaño, la forma y el aislamiento del parche, el microclima y las condiciones del suelo. Limitación de fuente y dispersor (Dent & Estrada-Villegas, 2021) dice que la velocidad y dirección de la sucesión está más determinada por la disponibilidad de propágulos que por las condiciones ambientales, la interacción entre la planta que propaga semillas y los dispersores, Intensidad del uso de la tierra (Jakovac et al., 2021) la integridad del paisaje (cubierta forestal circundante más alta y continua) y la intensidad del uso de la tierra (quema, arado, cultivo) y la intensidad del uso de uso de maquinaria pesada, pesticidas, herbicidas o fertilizantes, deshierbe afectan la disponibilidad y el desempeño de las especies y las vías de sucesión, este tipo de prácticas conduce a una mayor abundancia de

especies adaptadas a las perturbaciones. Sistemas socioecológicos (Balvanera et al., 2021) dice sobre la interacción del ser humano con la vegetación que forman un sistema socioecológico, en la que la vegetación proporciona una variedad de servicios ecosistémicos, y el ser humano con las actividades de prácticas de gestión, conservación de la biodiversidad, conversión del uso de la tierra, abandono de la tierra que conduce al recrecimiento natural hacia bosque secundario.

Figura 4

Cronología de las teorías sucesionales



Nota. Reproducida de Successional theories, de Poorter et al. (2023)

II. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1. Materiales

2.1.1. *Material de Campo*

- Cinta métrica de 50 m
- Sistema de posicionamiento global (GPS)
- Prensa botánica
- Periódicos
- Cinta o cuerda
- Vara de 1.50 m
- Cuaderno de apuntes
- Cámara fotográfica

2.1.2. *Material de Gabinete*

- Prensa botánica
- Periódicos
- Laptop
- Libros, revistas, biblioteca virtual de consulta para la determinación de la flora

2.1.3. *Ámbito de Estudio*

2.1.3.1. *Área de Estudio*

La cuenca de Huatanay, se encuentra en las provincias de Cusco Y Quispicanchis, con un área de 486.7 km², la cuenca se encuentra entre Huancaro - Santiago y el distrito de Huambutio - Lucre en la provincia de Quispicanchis, el río de la cuenca recibe aportes de 13 ríos permanentes Saphy, Tullumayo, Huancaro, Chocco, Sipaspujio, Sajramayo, Cachimayo, Hullcarpay, K'ayra, Huaccoto, Huasao, Tipon, Lucre.

Ubicación política

Región: Cusco

Multiprovincial: Cusco, Quispicanchis

Multidistrital: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastián, San Jerónimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas

2.1.3.2. *Ubicación geográfica*

La cuenca de Huatanay está ubicada geográficamente entre las coordenadas UTM, zona 19S 1984.

Altitud: 3,400 m.s.n.m

Norte: 191775.0174, 8507225.232

Sur: 191968.7122, 8491438.354

Este: 206564.1839, 8496990.816

Oeste: 173538.1497, 8496741.196

2.1.3.3. *Ubicación Hidrológica*

Cuenca: Rio Huatanay

180000

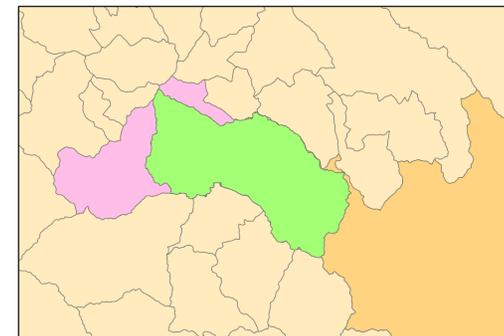
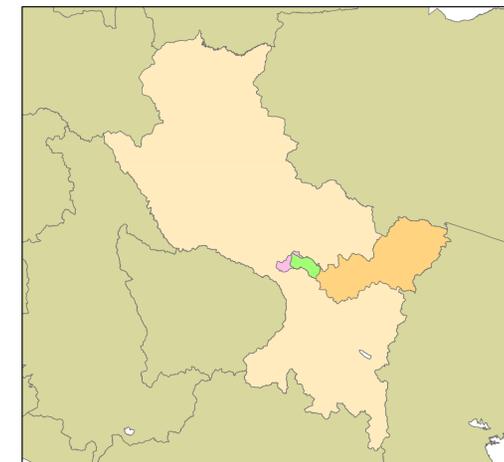
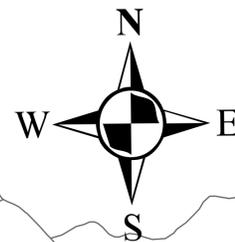
190000

200000

210000

Figura 5

Localización política del área de estudio



LEYENDA

- Río Principal
- Cuenca del río Huatanay



		UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS	
TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022			
MAPA: LOCALIZACIÓN POLÍTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO			
UBICACIÓN Dpto: Cusco Prov: Cusco, Quispicanchi Dito: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastian, San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas	TESISTA: Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuin	ESCALA 1:65,000	FIGURA
		FECHA: Octubre, 2023	05
Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S		Fuente: Elaboración propia	

180000

190000

200000

210000

8480000

8510000

8500000

8490000

2.1.3.4. Ecología de la cuenca de Huatanay

Ecosistemas. Según el Ministerio del Ambiente (2019), se identificaron 39 ecosistemas para el Perú, de la cual 12 se encuentran en la selva tropical, 4 para la región Yunga, 12 para la región andina, 9 para la región Costa, 2 ecosistemas acuáticos y 6 áreas intervenidas, las cuales son: plantación forestal, zona agrícola, zona urbana, zona minera, vegetación secundaria, cuerpo de agua, artificial, según el mapa nacional de ecosistemas del Perú, la cuenca del río Huatanay tiene los siguientes ecosistemas naturales, acuáticos y zonas intervenidas:

a) Ecosistemas Naturales

Pajonal de puna húmeda Pjp. Ecosistema altoandino constituido por vegetación herbácea, como las gramíneas y algunas asociaciones arbustivas dispersas con una altura que no supera los 1.5 m; con presencia de vegetación saxícola en los afloramientos rocosos. Ocupa terrenos planos, ondulados o colinas de pendiente suave a moderada, con una cobertura de 35-50%. Una comunidad notable está conformada por los rodales de *Puya raimondi*.

Matorral andino Ma. Existen tres tipos de matorrales: matorral montano, matorral de puna seca, matorral andino, que van desde los 1500 hasta 4500 m.s.n.m, presentan vegetación leñosa y arbustiva cuya altura sobre el suelo no supera los 4 metros de composición y estructura variable, con una cobertura superior al 10 %. En el matorral de puna seca se ven áreas extensas de “tola”, *Parastrephia spp*, *Lepidophyllum quadrangulare*, *Baccharis spp*; en el matorral montano se aprecian arbustos esclerófilos, arbolillos de hasta 2 metros y presencia de epifitas; en el matorral andino dominan matorrales con dispersos árboles y cactáceas.

Bofedal Bo. Está presente en los Andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados, permanentemente inundados con vegetación herbácea de tipo hidrófila, vegetación densa y compacta siempre verde en forma de almohadilla o cojín, la vegetación va de 0,1 a 0,5 metros.

b) Ecosistemas Acuáticos

Lago y Laguna. Los lagos son extensiones de agua de mayor profundidad, separados del mar, en la que contienen agua dulce, salobre o salada, los lagos principales del Perú son: Lago Junín y el Lago Titicaca, las lagunas son depósitos de agua natural de menor profundidad, de régimen permanente o temporal, ambos tipos de ecosistemas no presentan corriente continua.

c) Zonas Intervenidas

Plantación Forestal. Son plantaciones de especies arbóreas colocadas por el hombre, a través de actividades como la forestación o reforestación, para fines de producción o protección forestal.

Zona Agrícola. Son áreas que comprenden cultivos transitorios (ciclo vegetativo corto, de meses a dos años) o permanentes (ciclo vegetativo mayor a dos años, cosechándose varias veces).

Zona Urbana. Son aquellos espacios cubiertos por infraestructura urbana (edificios, casas, monumentos), áreas verdes (jardines, parques, huertos) y vías de comunicación asociados a estos espacios.

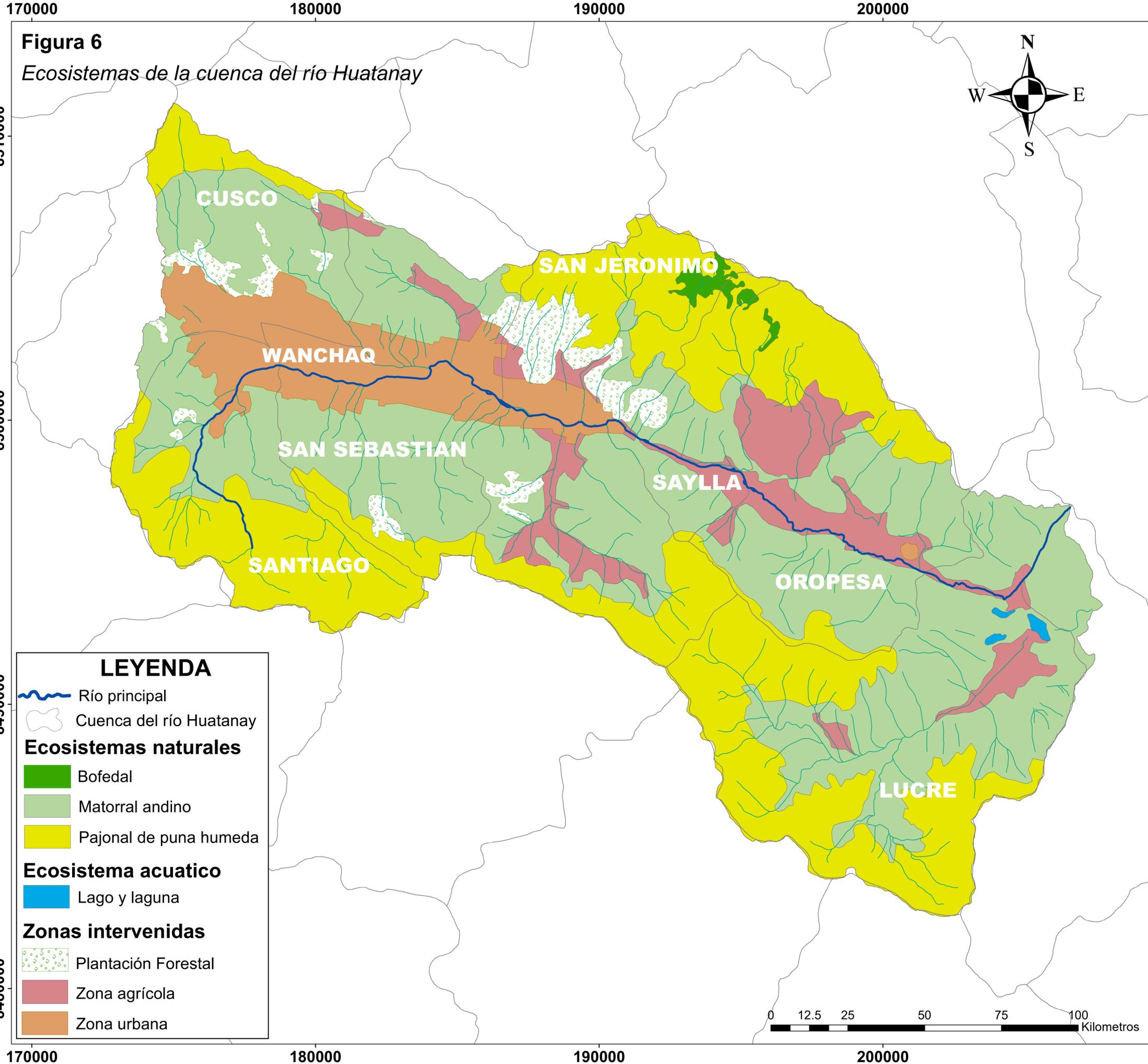
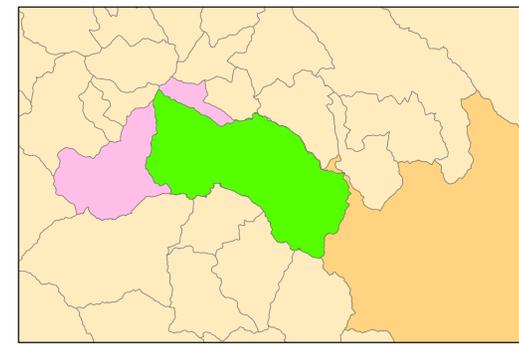
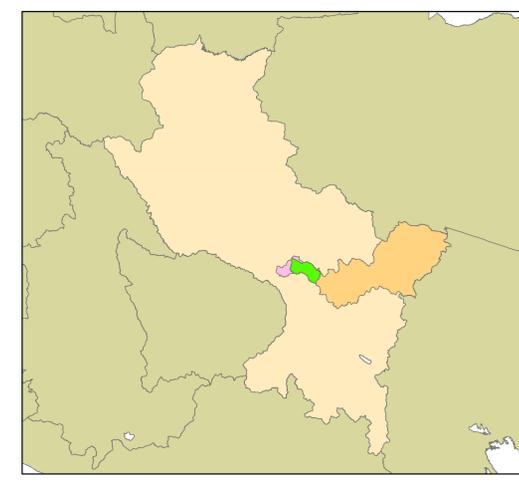


Figura 6
Ecosistemas de la cuenca del río Huatanay



LEYENDA

- Río principal
- Cuenca del río Huatanay
- Ecosistemas naturales**
- Bofedal
- Matorral andino
- Pajonal de puna humeda
- Ecosistema acuatico**
- Lago y laguna
- Zonas intervenidas**
- Plantación Forestal
- Zona agrícola
- Zona urbana

 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS			
TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022			
MAPA: ECOSISTEMAS DE LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY			
UBICACIÓN Dpto: Cusco Prov. Cusco, Quispicanchi Dtto: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastian, San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas	TESISISTA: Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuín	ESCALA 1:65,000	FECHA: Octubre, 2023
			06
Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S			Fuente: Elaboración propia

2.1.3.5. Climas

Para el clima se empleó, el sistema de clasificación de Thornthwaite, la cual se basa en la distribución de la vegetación y usos exclusivos como temperatura y precipitación del aire, concentración estacional de humedad, eficiencia térmica; esta metodología logra describir el comportamiento climático al expresar la evapotranspiración de manera teórica; este sistema fue adaptado para las características geográficas y condiciones climáticas que presenta Perú, se llegó a determinar 38 tipos de climas, de la cual presentan 4 climas muy lluviosos, 11 climas lluviosos, 13 climas semisecos, 7 climas semiáridos, 2 climas áridos y uno glaciario, la clasificación de la región del Cusco presenta 16 tipos de climas, en la cual, de acuerdo a la clasificación climática 2010 la cuenca de Huatanay presenta tres tipos de climas (SENAMHI, 2021):

- Lluvioso con otoño e invierno secos, frío B(o,i) C'
- Semiseco con otoño e invierno secos, templado C(o,i) B'
- Semiseco con otoño e invierno secos, frío C(o,i) C'

En este tipo de climas predomina la sequedad por la cordillera oriental de los Andes, que no permite el paso de la humedad de la Amazonia (SENAMHI, 2021).

En la tabla N°2 y 3 y figura N°7 se aprecia las precipitaciones y temperaturas de la estación meteorológica de Kayra, muestra el clima de la ciudad de Cusco, sustraído del año 2018 al 2023. El promedio de la temperatura anual es de 12.4 °C; la precipitación anual es de 673.8 mm/año; el periodo húmedo o las precipitaciones moderadas se observa en los meses de octubre, noviembre, diciembre, marzo y abril; el periodo muy húmedo en los meses de enero y febrero, donde la precipitación supera los 100 mm/año; y entre los meses mayo a septiembre se muestra el periodo de secas, donde no hay presencia de precipitaciones.

Tabla 2*Precipitación anual del 2018 al 2023*

ESTACION METEREOLÓGICA DE KAYRA - SAN JERÓNIMO CUSCO													
PRECIPITACIÓN (mm)													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2018	154.8	162.2	145.7	19.6	0.2	16.2	15.8	7.1	7.0	80.7	80.8	95.2	785.3
2019	121.0	126.6	164.4	38.9	28.2	1.5	3.7	0.0	9.8	82.4	111.7	140.4	828.6
2020	124.5	153.3	80.2	0.0	0.0	0.0	8.2	1.0	14.6	17.5	40.9	139.7	579.9
2021	150.5	116.5	74.1	90.5	6.7	11.5	3.0	4.3	1.5	38.2	102.3	106.1	705.2
2022	198.1	89.7	142.2	6.2	1.0	0.5	0.0	2.5	21.9	1.2	27.5	40.7	531.5
2023	91.7	130.4	62.0	39.6	45.8	0.0	0.0	5.7	13.4	21.8	57.3	144.8	612.5
TOTAL	140.1	129.8	111.4	32.5	13.7	5.0	5.1	3.4	11.4	40.3	70.1	111.2	673.8

Tabla 3*Temperatura anual del 2018 al 2023*

ESTACION METEREOLÓGICA DE KAYRA - SAN JERÓNIMO CUSCO													
TEMPERATURA (°C)													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TEMPERATURA PROMEDIO
2018	13.4	14.5	13.8	12.8	11.1	9.5	9.6	11.2	12.6	13.4	15.0	13.7	12.6
2019	14.1	14.2	14.0	13.0	11.9	10.5	10.4	11.0	12.5	13.7	14.2	14.2	12.8
2020	13.5	14.4	14.5	0.0	0.0	-4.8	11.1	11.8	12.9	13.0	14.6	13.9	9.6
2021	14.1	13.9	13.3	13.0	10.8	11.1	10.6	11.3	12.3	14.4	14.9	14.3	12.8
2022	13.5	14.1	13.8	13.4	11.9	10.4	10.9	11.9	13.8	14.5	14.7	13.8	13.1
2023	13.4	13.4	14.2	13.1	11.2	10.1	11.7	12.7	13.7	15.7	15.0	15.1	13.3
TOTAL	13.7	14.1	13.9	10.9	9.5	7.8	10.7	11.7	13.0	14.1	14.7	14.2	12.4

Nota. Datos obtenidos de SENAMHI, 2024

Figura 7

Climograma de la estación meteorológica de Kayra del 2018 al 2023

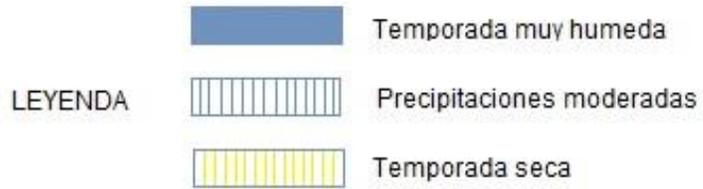
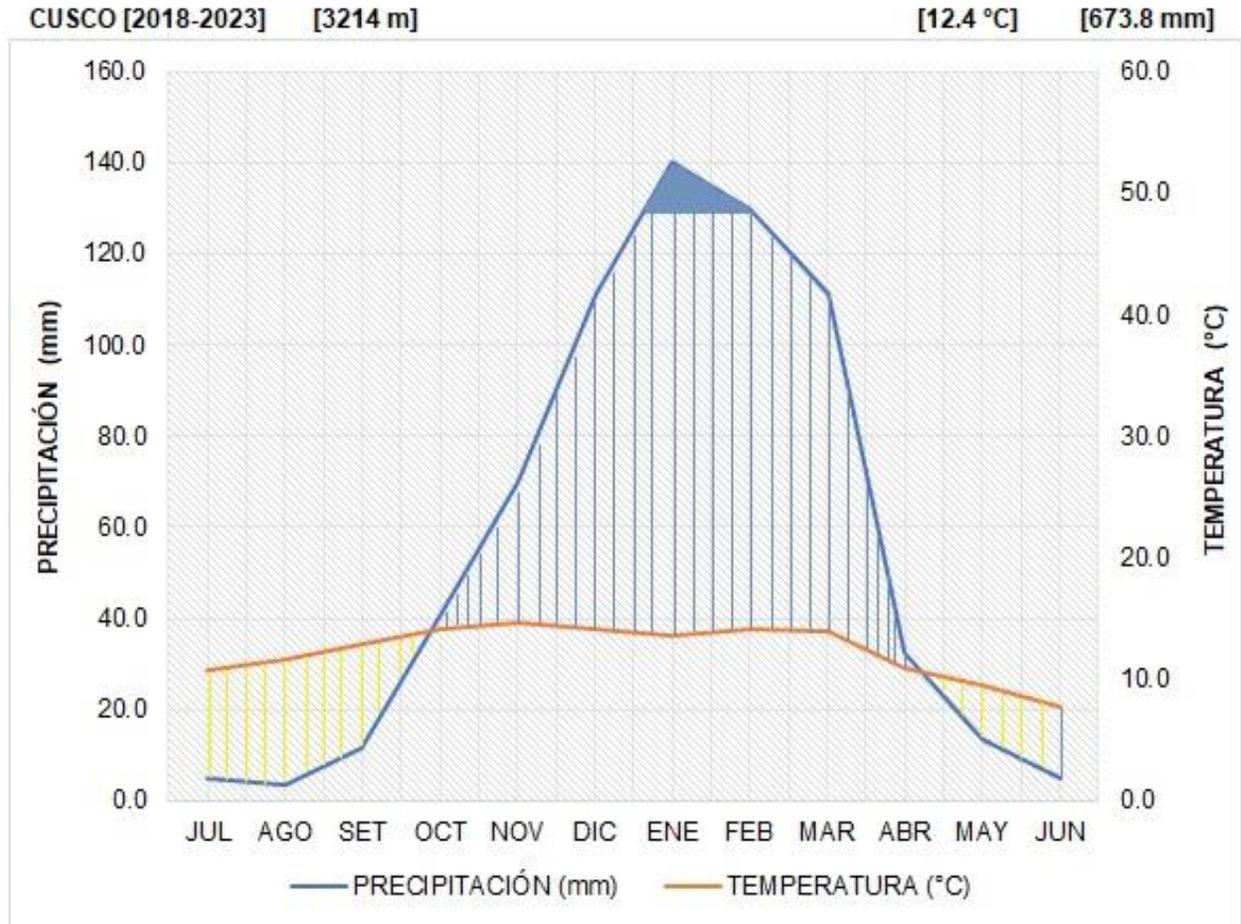


Figura 8

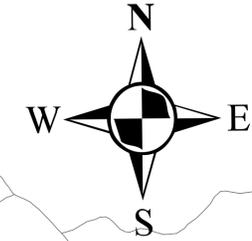
Climas de la cuenca del río Huatanay

180000

190000

200000

210000



8510000

8510000

8500000

8500000

8490000

8490000

8480000

8480000

180000

190000

200000

210000

LEYENDA

Río principal

Cuenca del río Huatanay

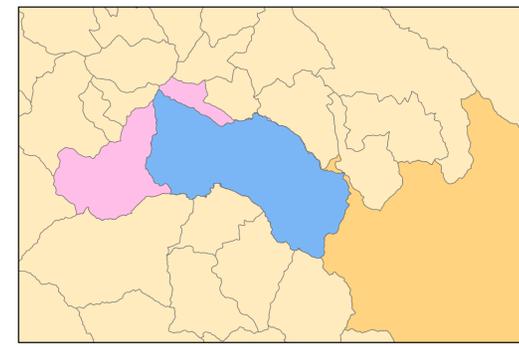
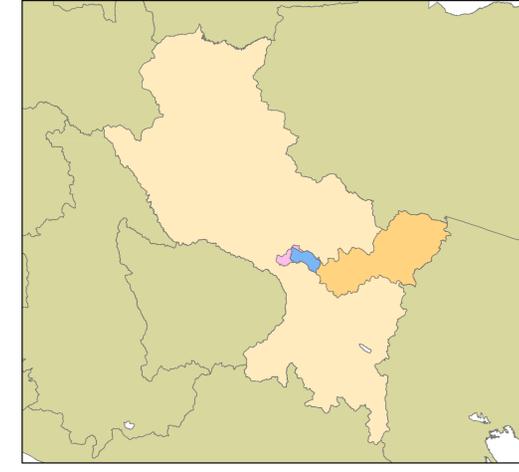
CLIMAS

CODIGO

B (o , i) C'

C (o , i) B'

C (o , i) C'



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS</p>			
<p>TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022</p>			
<p>MAPA: CLIMAS DE LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY</p>			
<p>UBICACIÓN</p> <p>Dpto: Cusco</p> <p>Prov: Cusco, Quispicanchi</p> <p>Dtto: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastian, San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas</p>	<p>TESISTA:</p> <p>Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuín</p>	<p>ESCALA</p> <p>1:65,000</p>	<p>FIGURA</p> <p>08</p>
		<p>FECHA:</p> <p>Octubre, 2023</p>	
<p>Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S</p>		<p>Fuente: Elaboración propia</p>	



2.2. Metodología

2.2.1. Tipo y Nivel de la Investigación

Según Hernandez Sampieri et al., (2014), la tesis es de enfoque cuantitativo, por los análisis de los datos obtenidos. De acuerdo al tipo de investigación es descriptiva en la cual se da a conocer una realidad de la situación en la que se encuentra la vegetación después de los incendios y según el conocimiento que genere es aplicada. Por el objeto de estudio es una investigación mixta con variables cuantitativas y cualitativas porque se analiza la riqueza de especies y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

Según el diseño de investigación, es no experimental debido a que no se manipula las variables, sino solo se observa en su estado real, por el tiempo es transversal y longitudinal ya que se realiza el trabajo de campo en un tiempo único y segmento de datos históricos, en caso del NDVI.

2.2.2. Técnicas de Recolección de Información

2.2.2.1. Metodología para el registro de incendios forestales en la cuenca del río Huatanay del 2017 al 2022

Registro de Áreas Incendiadas. Se identificó y marco incendios en los últimos 5 años ocurridos en la cuenca del río Huatanay en Google Earth Pro, con la base de datos que se obtuvo de SERFOR, INDECI- SINPADv2.0 - Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación y del gobierno Regional de Cusco (ver anexo N°03), además dentro de Google Earth Pro se corroboró los incendios ocurridos por años por las cicatrices, posteriormente se importó a ArcGIS, para realizar el mapa de incendios forestales en la cuenca del río Huatanay.

2.2.2.2. Metodología para determinar la flora en 6 áreas no incendiadas e incendiadas

Muestreo de Flora. Se realizó el registro de plantas, colecta y el prensado respectivo.

Tabla 4

Áreas de muestreo de la flora en la cuenca del río Huatanay

N°	Áreas	Ubicación política	Año del incendio	Coordenadas UTM	Altitud (msnm)
1	Mirador de Huayllapampa	Distrito: San Jerónimo Provincia: Cusco	agosto del 2017	189152.30 8501919.40	3429.2 m
2	Sector Qontay Mocco	Distrito: San Jerónimo Provincia: Cusco	septiembre del 2018	189658.40 8499411.80	3286.5 m
3	Cerro Picol	Distrito: San Jerónimo, San Sebastián Provincia: Cusco	agosto del 2019	187402.50 8505143.30	4278.7 m
4	Tambomachay	Distrito: Cusco Provincia: Cusco	octubre del 2020	177747.20 8508792.40	4013.4 m
5	Cerro de Chocco	Distrito: Santiago Provincia: Cusco	agosto del 2021	177856.90 8500599.50	3561.1 m
6	Wayna Tawqaray	Distrito: San Sebastián Provincia: Cusco	Agosto del 2022	182062.40 8500462.10	3525.5 m

Transecto por Toque de Intercepción. Se basa en la reducción de un transecto a una línea, es un método que se usa para determinar la estructura y composición de una formación vegetal, se basa en la posibilidad de registrar las plantas presentes o ausentes sobre un punto del suelo (Mateucci y Colma, 1982, como se citó en (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Este método es apto para muestrear vegetación graminoide y arbustiva, o para documentar la estructura de la vegetación, determinando la cobertura de cada una de las formas de vida en las diferentes alturas, se hace el uso de una varilla delgada con escala graduada; se coloca en forma vertical para registrar las plantas que se interceptan en las diferentes alturas. En la planilla se anota la forma de vida (hierba, graminoide, subarbusto, arbusto, árbol, trepadora, epífita, etc.),

altura de cada planta (Mostacedo & Fredericksen, 2000) Cada ½ metro de distancia a lo largo del transecto se registró las plantas, por cada área incendiado y natural se realizó 3 transectos.

Figura 9

Uso de una varilla para la toma de datos de flora



Colecta de Flora. Los ejemplares a recolectar deben incluir idealmente flores, frutos y partes vegetativas, las plantas pequeñas se realiza una colecta completa con raíces, se le asigna un número de recolecta a cada ejemplar recolectado que debe escribirse claramente sobre la parte externa del periódico (Sánchez-González & González Ledesma, 2007).

Prensado de Flora. Se coloca la muestra colectada, en las hojas del periódico, asegurándose que las hojas de la planta estén acomodadas en un sentido haz-envés, para poder observar las formas de las hojas por ambos lados. Después se coloca el papel periódico sobre el cartón, cubrir con papel periódico la muestra, luego con cartón y así sucesivamente hasta prensar todas las hojas, posteriormente colocarlo entre dos rejillas de madera resistente y amarrar fuerte con un cordón, se revisa la prensa cada día para determinar cuáles muestras de plantas están secas (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2002).

Determinación de la Flora. Se usaron guías de identificación de Mantilla et al. (2018), Venero et al. (2012), Galiano y Tupayachi (2005), Tovar (1988), Tapia (1971), herbarios digitales como: <https://powo.science.kew.org/results?>,

<https://herbariovaa.org/collections/list.php?taxa=36183&usethes=1&taxontype=2&page=16>,

<https://www.tropicos.org/home>, <https://www.ipni.org/>, y el apoyo de especialistas de la

UNSAAC.

2.2.2.3. Metodología para determinar el índice de diferencia normalizada (NDVI) en 6 áreas no incendiadas e incendiadas

Índice NDVI. Se trabajó el índice NDVI descargando del servicio web MODIS VIIRS Subsets, de la NASA, <https://modis.ornl.gov/history/>, con las coordenadas obtenidas en campo (Tabla N°5), se descargó los valores de NDVI para las 6 áreas incendiadas y para las áreas no incendiadas desde el año 2017 al 2022, información con datos hasta el 2023, como se observa en el anexo N°12.

Tabla 5

Lugar, Coordenadas, años de obtención de datos de NDVI para las 6 áreas incendiadas y no incendiadas

N°	Lugar de estudio	Coordenadas		Año de los valores del NDVI
		Área no incendiada	Área incendiada	
1	Mirador de Huayllapampa	-13.5344S, -71.8704W	-13.5349S, -71.8720W	del 2017 al 2023/10
2	Sector Qontay Mocco	-13.5553S, -71.8655W	-13.5573S, -71.8673W	del 2018 al 2023/10
3	Cerro Picol	-13.5085S, -71.8921W	-13.5049S, -71.8868W	del 2019 al 2023/10
4	Tambomachay	-13.4798S, -71.9714W	-13.4713S, -71.9762W	del 2020 al 2023/10
5	Cerro de Chocco	-13.5440S, -71.9745W	-13.5453S, -71.9761W	del 2021 al 2023/10
6	Wayna Tawqaray	-13.5458S, -71.9384W	-13.5483S, -71.9362W	del 2022 al 2023/10

180000

190000

200000

210000

Figura 10

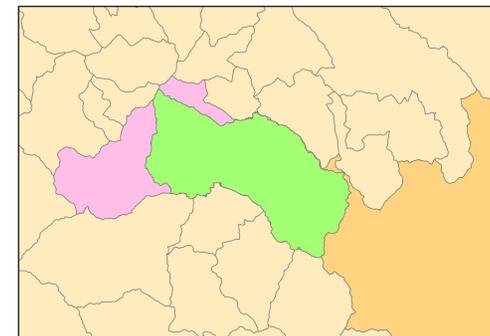
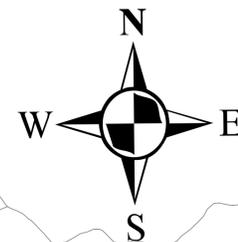
Puntos de muestreo de flora y NDVI

TAMBOMACHAY

CERRO PICOL

MIRADOR DE HUAYLLAPAMPA

SECTOR QONTAY MOCCO



8510000

8510000

8500000

8500000

8490000

8490000

8480000

8480000

180000

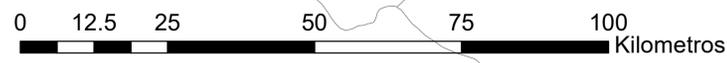
190000

200000

210000

LEYENDA

-  Transecto área no incendiada
-  Transecto área incendiada
-  Río principal
-  Cuenca del río Huatanay



		UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS			
TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022					
MAPA: PUNTOS DE MUESTREO DE LA FLORA Y NDVI					
UBICACIÓN Dpto: Cusco Prov. Cusco, Quispicanchi Dtto: Cusco, Santiago, San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas	TESISTA: Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuín	ESCALA 1:65,000	FIGURA 10	FECHA: Octubre, 2023	
		Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S		Fuente: Elaboración propia	

2.2.3. Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información

2.2.3.1. Índices de Diversidad

Estiman la diversidad que hay de acuerdo al número de especies registrados, números de individuos de cada especie y su distribución en el espacio evaluado a través de fórmulas matemáticas (Salazar et al., 2019)

Índice de Shannon-Wiener. Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores, el número de especies presentes y su abundancia relativa, se calcula mediante la siguiente fórmula (Pla, 2006)

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

Donde:

H = Índice de Shannon Wiener

Pi = Número de individuos de la especie/Número total de individuos de las especies

Ln = logaritmo natural

$$H = \sum ((0.027 * \ln(0.027) + (0.053 * \ln(0.027) \dots) = - (-3.146) = 3.146$$

Su valor normal está entre 2 y 3, valores por debajo de 2 se consideran bajos en diversidad, valores superiores a 3 son altos en diversidad de especies.

Índice de Simpson. Conocido también como índice de dominancia, permite medir la riqueza de organismos, presenta la probabilidad de que dos individuos, dentro de hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, cuanto más se acerca a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia y cuanto más se acerca al valor del cero hay mayor diversidad (Moreno, 2001)

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde:

Pi = Número de individuos de la misma especie/Número total de individuos de las especies

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S ((0.027^2) + (0.053^2) + (0.004^2) \dots)} = 0.05082$$

Índice de Gini-Simpson. Es una modificación del índice de Simpson, con la fórmula de $1 / D$ (Polo Urrea, 2008), donde se acerca más a la unidad hay mayor diversidad.

$$C_{inv} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$$

$$D' = 1/0.05082 = 0.9492$$

Índice de Equidad de Pielou (J). Valdez et al., (2018) dice que es un índice que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada, su valor va desde 0 a 1 donde:

- 1 son especies igualmente abundantes
- 0 corresponde a la ausencia de uniformidad

$$J = H/H_{max}$$

$$H_{max} = \log(S)$$

H = Índice de Shannon Wiener

S = Número total de especies

$$J = 3.146 / \log(263) = 0.908$$

Chao 1. Se basa en el número de especies raras (especies representadas por pocos individuos) en la muestra (Escalante Espinosa, 2007)

$$\text{Chao 1} = S + a^2/2b$$

S = Número de especies en una muestra

a = Número de especies representadas por solo un único individuo en una muestra

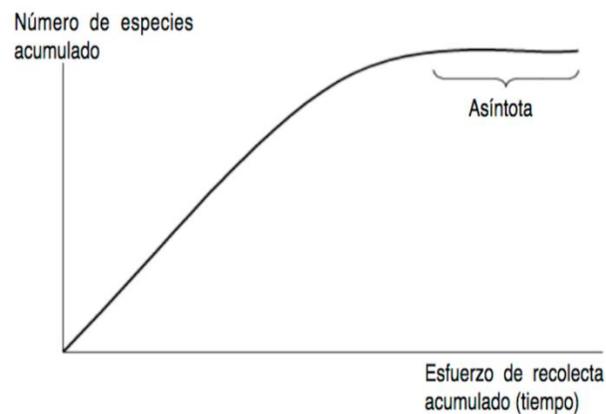
b = Número de especies representadas exactamente por 2 individuos en una muestra

2.2.3.2. Curvas de Acumulación de Especies

Es una curva donde se representa el número de especies acumulado en el inventario de diversidad biológica, frente al esfuerzo de muestreo empleado, estandariza las estimas de riqueza (Jiménez Valverde y Hortal, 2003), la riqueza de especies aumenta hasta el momento que alcanza un máximo y se estabiliza en una asíntota (Pérez-Solano, 2017) la cual se muestra en la siguiente figura.

Figura 11

Ejemplo de la curva de acumulación de especies que llega a la asíntota



Nota. Reproducida de Taller: Foto-trampeo de R, de Pérez-Solano (2017)

2.2.3.3. Curvas de Rango y Abundancia

Grafican el valor “pi” de cada especie y el rango de dicha especie, disminuye directamente con valores menores de la variable “pi”, cuanto más elevado sea la riqueza la curva de rango de abundancia se aproxima a una pendiente plana ($m=0$), entre más pobre la riqueza, la curva de rango de abundancia se vuelve más empinado ($m<0$) (Carmona et al, 2013).

2.2.3.4. Estadísticos Descriptivos

Engloba las técnicas que permitirán realizar un análisis elemental (Álvarez, 2005)

Medidas de centralización

Media aritmética. Es el resultado de dividir la suma de todos los datos entre el número de ellas.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Suma de los individuos de cada especie, sobre el número total de especies

Ejemplo:

$$\bar{X} = \frac{\sum (7+14+1+8+1+1+1+21+5+25+1+2+8+18)}{14} = 113/14 = 8.071$$

Mediana. Valor que impide a una distribución de modo tal que a cada lado de ella queda un número igual de términos (Medidas de centralización, 2023)

Para datos agrupados:

$$Me = L_{i-1} + \frac{\frac{N}{2} - F_{i-1}}{f_i} \cdot a$$

Donde:

Li-1 = límite inferior del intervalo mediana

a = Amplitud del intervalo mediana

Fi-1 = Frecuencia acumulada anterior al intervalo mediana

Fi = frecuencia

N = Total de datos

Para datos simples:

- Los datos se ordenan de mayor a menor o viceversa
- El dato que se encuentra en la mitad, es la mediana

Ejemplo:

7+14+1+8+1+1+1+21+5+25+1+2+8+18 = 1,1,1,1,1,2,5,7,8,8,14,18,21,25

Me = 5

Estadísticos de Dispersión. Muestran la variabilidad de una distribución, indicando por medio de un número si las diferentes puntuaciones de una variable están muy alejadas de la media, cuanto mayor es el valor mayor será la variabilidad, cuanto menor sea, más homogénea la media (Hernandez, 2020)

Varianza. Mide la dispersión de los valores respecto de la media, a mayor dispersión mayor varianza, a menor dispersión, menor varianza por lo tanto menor representatividad, existen la varianza muestral S^2 y la varianza poblacional σ^2 (Medidas de tendencia central, 2023)

$$S^2 = \frac{\sum X_i^2 - n\bar{X}^2}{n-1} \quad ; \quad \sigma^2 = \frac{\sum X_i^2}{N} - \mu^2$$

Donde:

X = el valor de cada dato

\bar{X} = Media muestral

U = Media poblacional

N = Tamaño de la población o muestra

Desviación Estándar o Típica. Es la raíz cuadrada de la varianza; es decir la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las puntuaciones de desviación, se representa por S o σ (Hernandez, 2020)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Donde:

S = Desviación típica

n = número de datos u observaciones

X_i = iésimo dato

\bar{X} = Media o promedio aritmético

Rangos o recorridos. Es la diferencia entre el mayor y el menor de ellos, si una variable toma K valores diferentes y los ordenamos de forma creciente: $X^1 \dots X^K$ el rango será dado por $X^K - X^1$ (Salinas, 2006)

2.2.3.5. Estadística G_i^* de Getis-Ord

Identifica puntos calientes y fríos, es un algoritmo que permite comparar los valores medios locales y el valor medio global para determinar la presencia de valores altos de clústeres espaciales con valores significativamente altos o bajos respecto al valor medio de la serie analizada, permitiendo identificar localizaciones atípicas en la distribución espacial (Vicens, 2019)

Los valores son z-score y p-value, permiten rechazar o aceptar la hipótesis nula que en el análisis de los patrones de las distribuciones espaciales se da de forma completamente aleatoria (Vicens, 2019). Para identificar puntos calientes, fríos, no significativas se da en función a:

- Para puntos calientes, tiene que tener alto valor e igualmente los puntos vecinos y estar espacialmente cercanos.
- Para puntos fríos, tiene que tener valores bajos e igualmente los puntos vecinos y estar espacialmente cercanos.
- Para puntos no significativos, tiene que tener diferentes valores, ya sean altos o bajos y estar espacialmente cercanos.

2.2.3.6. Interpolación por el método de Kriging

La interpolación es la obtención de nuevos puntos (nueva data), partiendo del conocimiento de un conjunto de puntos, el método de Kriging, es un proceso geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores Z, es un modelo estadístico que incluye las relaciones estadísticas entre los puntos medidos, por eso que tienen la capacidad de producir superficie de predicción y además proporcionan precisión en las predicciones (Porras, 2017).

Los datos de entrada se utilizan para construir una función matemática con un semivariograma (cuantifican la autocorrelación porque grafican la varianza de todos los pares de datos según la distancia), lo más probable es que los puntos más cercanos, estén más relacionados y tengan pequeña semivarianza, mientras que los puntos lejanos están menos relacionados y es mayor la semivarianza (Porras, 2017).

2.2.4. Técnicas para Demostrar la Verdad o Falsedad de las Hipótesis Planteadas

2.2.4.1. Prueba de Kruskal – Wallis

Es una prueba no paramétrica que contrasta si es significativa la relación entre una variable categórica y una variable cuantitativa ordinal (Molina y Rodrigo, 2014)

La Universidad de Granada (2003) dice que es una extensión de la prueba de la U de Mann-Whitney para comparar más de dos muestras con el propósito de conocer si proceden de la misma población o si hay diferencias entre las medidas de tendencia central (media, mediana, moda) de más de dos poblaciones.

La Prueba de Kruskal – Wallis dice para las hipótesis:

- La hipótesis nula es que no existe diferencia entre los tratamientos
- La hipótesis alternativa es que exista diferencia entre al menos un par de tratamientos

2.2.4.2. U de Mann Whitney

según Quispe Andía et al. (2019) es una prueba no paramétrica que se aplica a dos muestras independientes, por lo que vendría a ser el no paramétrico del T de Student, se usa para comprobar la heterogeneidad de dos muestras ordinales.

El planteamiento de partida es:

1. Ambos grupos son independientes.
2. Son variables ordinales o continuas.
3. Bajo la hipótesis nula, las distribuciones de partida de ambas distribuciones es la misma.
4. Bajo la hipótesis alternativa, los valores de una de las muestras tienden a exceder a los de la otra.

Formulación de Hipótesis. Se acepta la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alterna H_a en los siguientes casos.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: No hay diferencia entre las dos poblaciones (misma media)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: hay diferencia entre las dos poblaciones (distinta media)

Nivel de Significación. Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0,05, se acepta H_a y se rechaza H_0 .

Zona de Rechazo. Para todo valor de probabilidad mayor que 0.05, se acepta H_0 y se rechaza H_a .

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Registro de los incendios en los últimos 5 años, 2017 - 2022

La información que se registra en la figura N°12 del año 2017 al 2018 se obtuvo de la página INDECI- SINPADv2.0 - Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación, de la página virtual de SERFOR y de Google Earth Pro por la cicatrización de los incendios ocurridos en diferentes fechas, del año 2019 y 2020 se tiene solo datos de las provincias y distritos, por parte de INDECI, mas no de las zonas afectadas esta información fue complementada por la información obtenida de la página virtual de SERFOR, para el 2019 y para el 2020 por el Gobierno regional, SERFOR, Google Earth Pro, para los años 2021 y 2022 se obtuvo de GORE y de Google Earth Pro, como se observa en la tabla 6, los meses en las que se da la mayoría de los incendios es en julio, agosto, septiembre y octubre.

Tabla 6

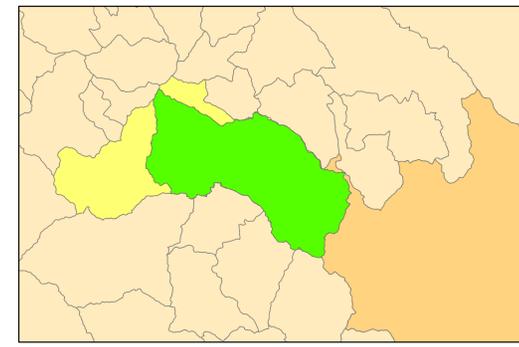
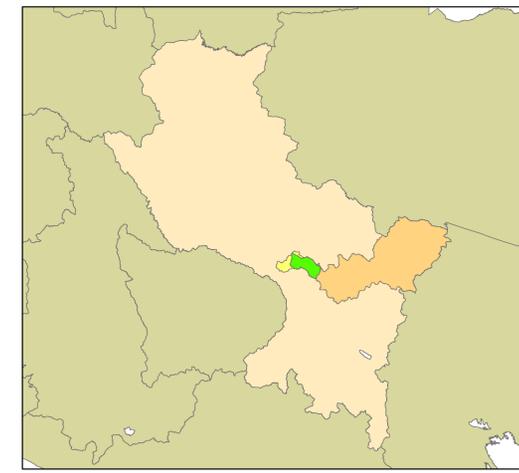
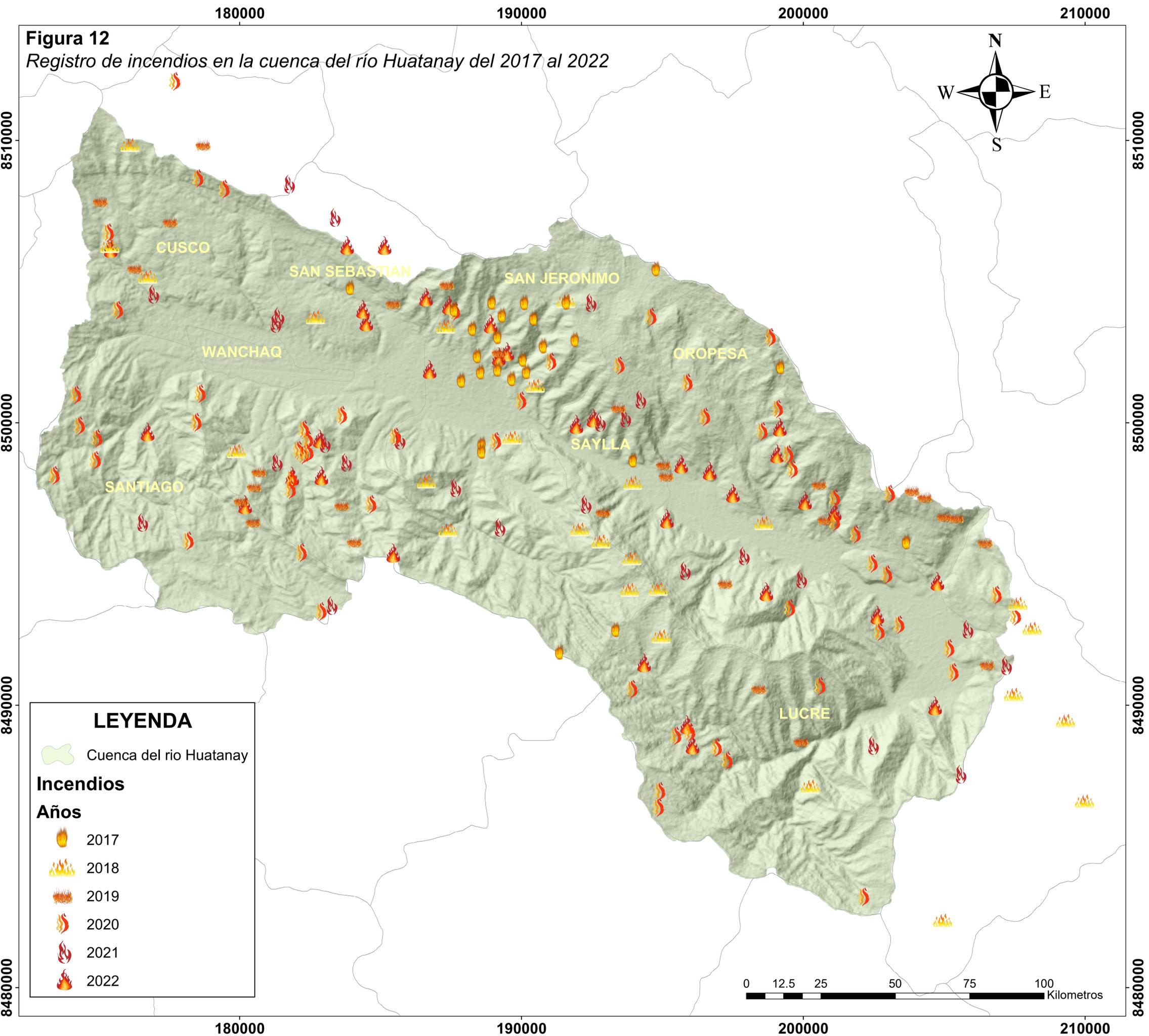
Incendios forestales suscitados en mayor cantidad por meses, distritos y años en la cuenca del río Huatanay

Año	Mes con mayor número de incendios forestales	N° de incendios	Distritos con mayor número de incendios forestales por año	Total, de incendios por año
2017	agosto	14	San Jerónimo	25
2018	setiembre	12	San Jerónimo y Andahuaylillas	17
2019	agosto	13	San Sebastián y Lucre	25
2020	agosto octubre	15 16	Santiago, San Sebastián, Oropesa, Lucre	57
2021	agosto setiembre	7 8	San Sebastián	23
2022	julio agosto	8 9	San Sebastián y Oropesa	32

Nota. Información obtenida de SERFOR, GORE, INDECI, Google Earth Pro, la misma que se encuentra en el anexo 3.

En la figura N°12 y la tabla N°6, muestra que los incendios forestales ocurridos en mayor cantidad en la cuenca del río Huatanay se da en el año 2020, Los distritos con mayor frecuencia de incendios en el año 2017 es San Jerónimo, en el 2018 es San jerónimo y Andahuaylillas, en el 2019 es San Sebastián y Lucre, en el 2020 es Santiago, San Sebastián, Oropesa y Lucre, en el 2021 es San Sebastián, en el 2022 es San Sebastián Y Oropesa, se puede observar que durante estos cinco años se registra incendios forestales en toda la cuenca del río Huatanay siendo frecuente los incendios en las mismas o cercanas a las áreas ya incendiadas, siendo el distrito de San Sebastián el más afectado desde el año 2019 al 2022, se muestra en la figura la mayor concentración de los incendios forestales, también se registró los incendios fuera de la cuenca del río Huatanay, viendo su continuidad.

Figura 12
Registro de incendios en la cuenca del río Huatanay del 2017 al 2022



LEYENDA

Cuenca del río Huatanay

Incendios

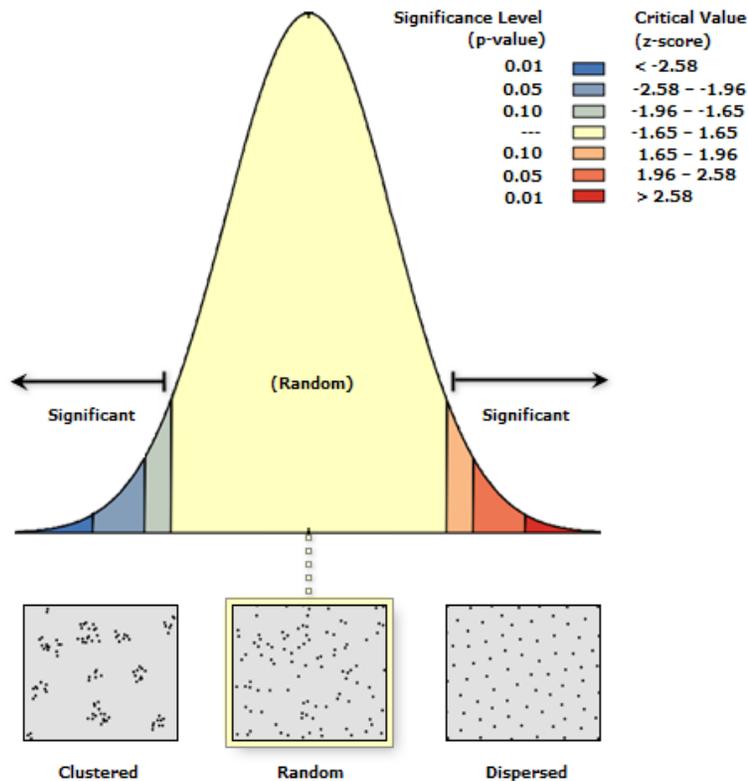
Años

- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS			
TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022 MAPA: REGISTRO DE INCENDIOS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY DEL 2017 AL 2022			
UBICACIÓN Dpto: Cusco Prov: Cusco, Quispicanchi Dtto: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastian, San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas	TESISISTA: Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuín	ESCALA 1:65,000	FECHA: Octubre, 2023 12
Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S		Fuente: Elaboración propia	

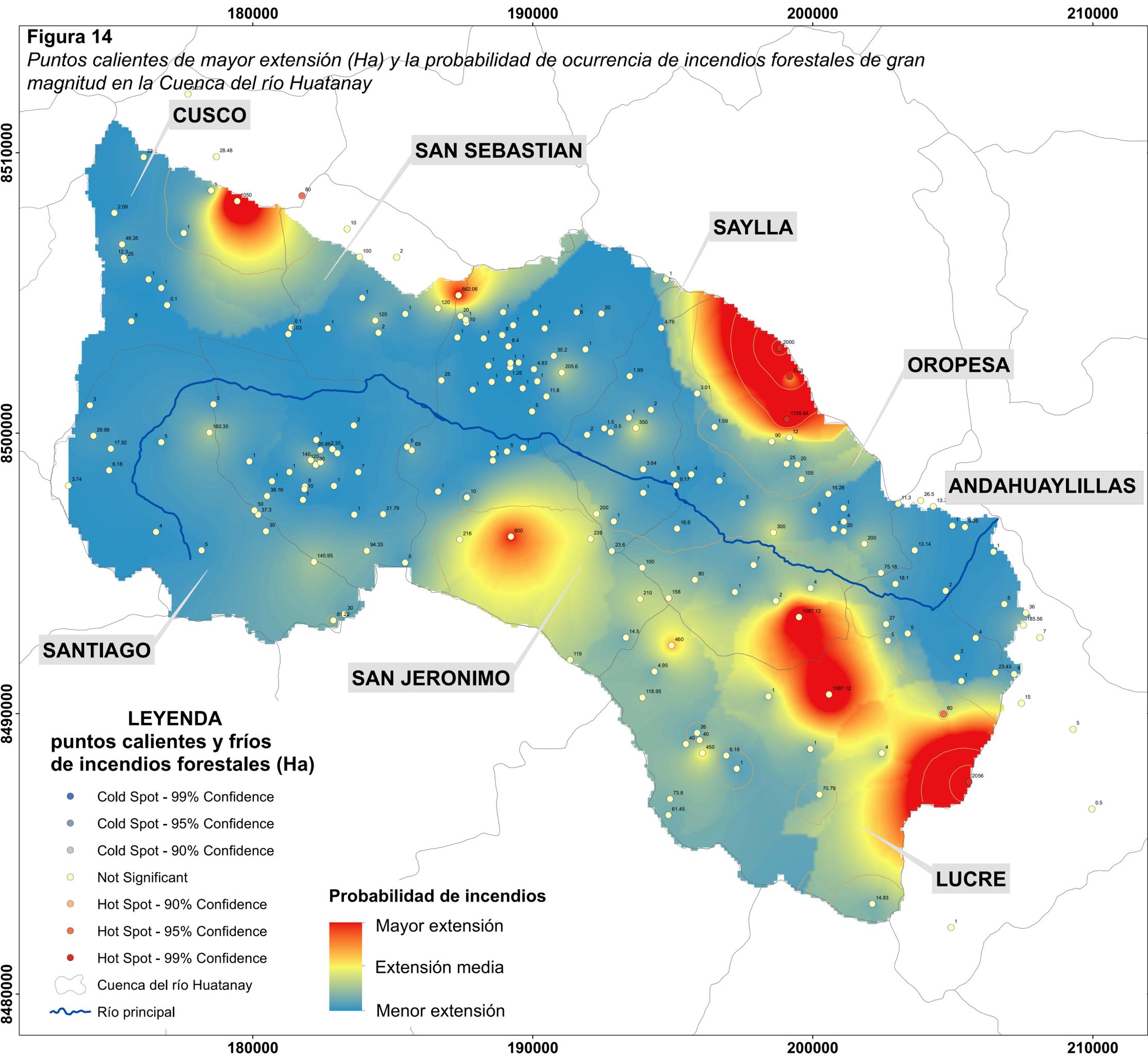
Figura 13

Patrones espaciales de los incendios forestales en la cuenca del río Huatanay en los años 2017 al 2022



La figura 13, muestra el análisis de patrones espaciales, para poder conocer si es que los incendios siguen algún patrón de agrupamiento o se encuentra dispersos entre sí, como se puede observar en la imagen, se reveló de que los incendios se dan de manera aleatoria o azarosa, los incendios generados son por diferentes causas como la ampliación de zonas urbanas, uso del suelo para la agricultura, limpieza de áreas de cultivo por las especies rebrotadas, estas acciones muchas veces no son controlados por lo que las áreas adyacentes son afectadas por los incendios, abarcando grandes o pequeñas hectáreas, también cabe mencionar que en los últimos años está aumentando el uso del suelo para la agricultura, y por las mismas acciones de limpieza con el uso de fuego está generando incendios indistintamente en diferentes áreas de la cuenca del río Huatanay como se observa en la figura 12.

Figura 14
Puntos calientes de mayor extensión (Ha) y la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud en la Cuenca del río Huatanay

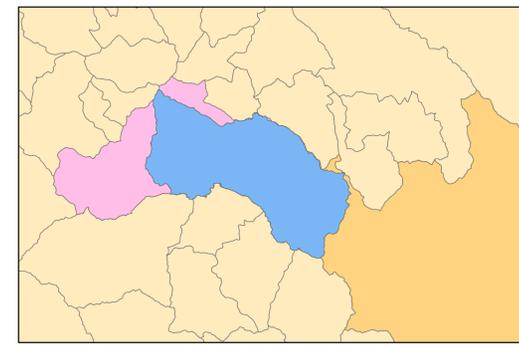
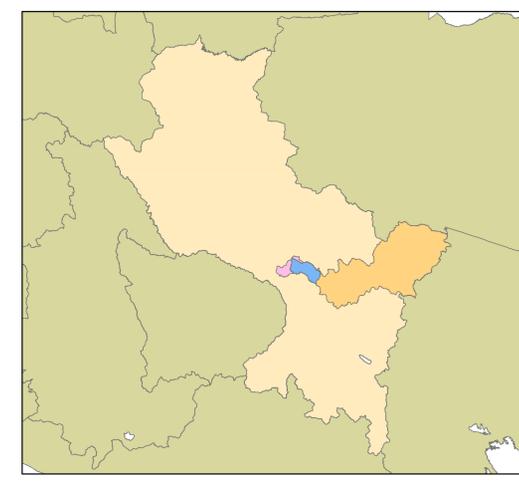


LEYENDA
puntos calientes y fríos
de incendios forestales (Ha)

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- Cuenca del río Huatanay
- Río principal

Probabilidad de incendios

- Mayor extensión
- Extensión media
- Menor extensión




UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
 

TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022

MAPA: Puntos calientes de mayor extensión (Ha) y la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud en la Cuenca del río Huatanay

UBICACIÓN Dpto: Cusco Prov: Cusco, Quispicanchi Dto: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastián, San Jerónimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas	TESISTA: Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuín	ESCALA 1:65,000	FIGURA 14
		FECHA: Octubre, 2023	
Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S		Fuente: Elaboración propia	

Como se puede observar en la figura N°14, se presenta el análisis de puntos calientes de los incendios del 2017 al 2022, en función a la extensión (Ha) (ver anexo N°4) y la cercanía de cada uno de ellos. Aquellos, puntos rojos intensos, son puntos calientes al 99% de confianza estadística, esto significa que, son puntos que tienen una gran extensión de incendios y están cerca entre ellos, como se observa los puntos calientes de la cuenca del río Huatanay se encuentran en los distritos de Oropesa y Lucre. Los puntos amarillos, indican que son áreas que no tienen significancia estadística en relación a puntos calientes o fríos de incendios, esto significa que a pesar que son incendios que están espacialmente cercanos, la extensión es muy variable. Tampoco se ha evidenciado puntos fríos, es decir lugares que estén cerca espacialmente, pero cuya extensión de incendios sea pequeña en comparación al resto.

Como se observa en la misma figura, los puntos, se han interpolado, mediante el método de Kriging, que es una técnica estadística que puede generar información, en lugares donde no se tiene data, a través de los valores de hectáreas que se registraron en cada punto. De esta forma, el mapa de coloración roja a azul, representa, la probabilidad de ocurrencia de incendios de acuerdo al mayor, intermedia, menor extensión. Las áreas rojas, que están relacionadas a los puntos calientes, son zonas con alta probabilidad de incendios de gran magnitud, en la cual se observa en los distritos de Cusco, San Sebastián, San Jerónimo, Oropesa y Lucre, mientras que las coloraciones amarillentas son lugares de extensión mediana, presentes en todos los distritos de la cuenca a excepción de Wánchaq (no hay registro de incendios forestales) y del área pequeña de Andahuaylillas, los azules son lugares que a pesar de que presentaron incendios (valores bajos de Ha), son lugares cuya probabilidad de incendios es más baja.

Tabla 7

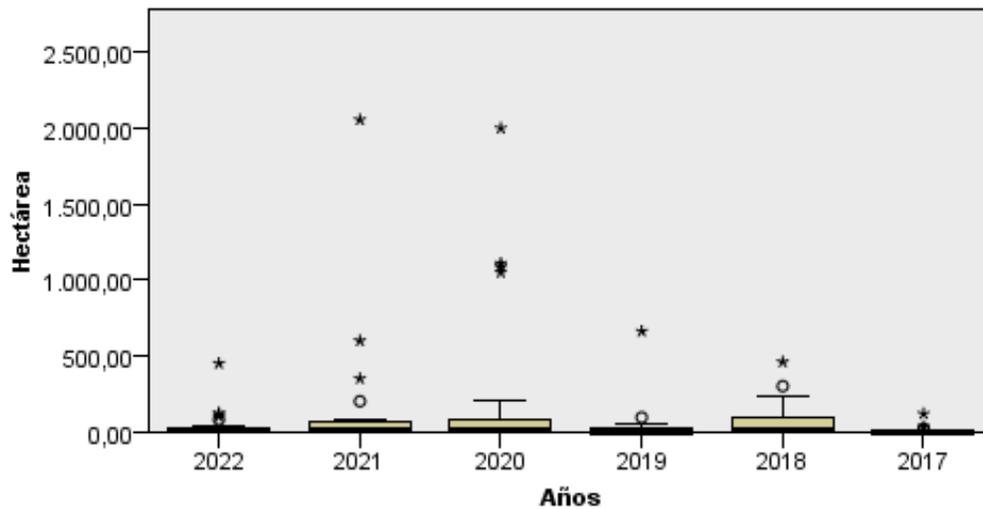
Estadísticos Descriptivos de las Hectáreas de los Incendios del 2017 al 2022 en la Cuenca del Río Huatanay

Estadísticos	Año					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Media	8.93	73.12	36.62	142.31	142.07	33.81
Mediana	1.00	12.05	1.55	16.38	7.00	5.00
Varianza	562.712	14,136.467	15,455.556	131,252.553	177,681.743	6,503.556
Desviación	23.722	118.897	124.320	362.288	421.523	80.645
Mínimo	1.00	0.50	1.00	1.00	0.03	1.00
Máximo	119.00	460.00	662.06	2000.00	2056.00	450.00
Rango	118.00	459.50	661.06	1999.00	2055.97	449.00

Se observa en la tabla 7, que el tamaño promedio de áreas afectadas por los incendios se dio en mayor promedio de incendios forestales en los años 2020 y 2021 con 142.31 ha y 142,07 ha, mientras que el año con menor promedio es 2017 con 8.93 ha, respecto a la mediana en el año 2020 la mitad de los incendios son mayores a 16.38 ha y menores a 1.00 ha en el año 2017, respecto a la varianza y desviación se observa que en los años 2017 al 2022 presenta datos de hectáreas incendiadas con una distribución muy disperso o muy separados respecto a la media con hectáreas que va desde menos de 1.00 hasta 2056 ha. Son 16220.48 ha total afectados aproximado en la cuenca del río Huatanay del año 2017 al 2022 que correspondería a 33.33 % de 48670 ha de la cuenca.

Figura 15

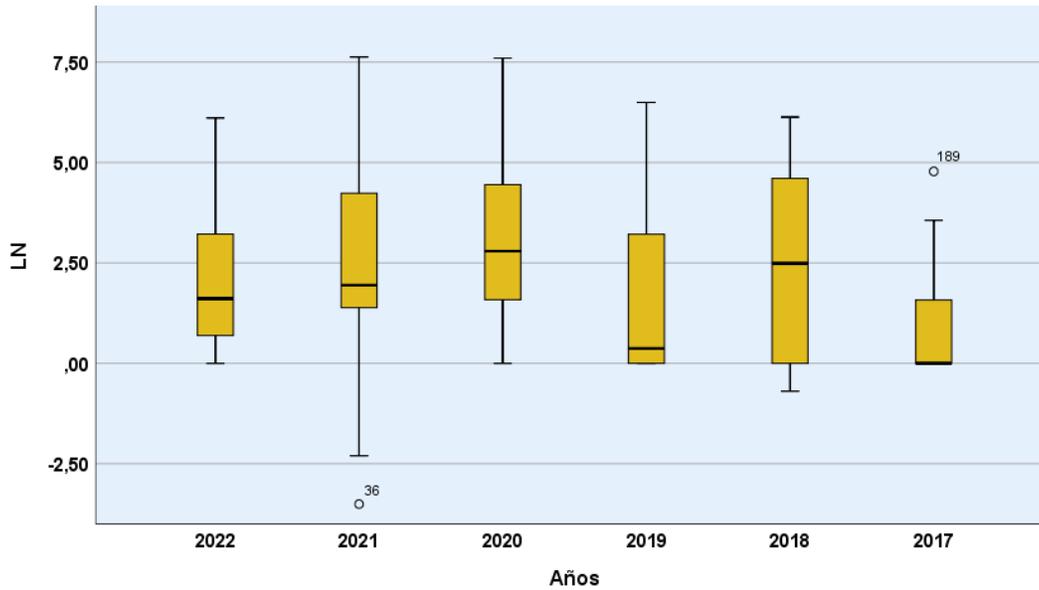
Disposición de las áreas Incendiadas por hectárea del 2017 al 2022 en la cuenca del Río Huatanay



En la figura N°15, muestra que hay una variación respecto a las áreas (ha), la cual los años 2020 y 2021 son las que presentan mayor valor en ha, sobrepasando las 2,000 hectáreas de los incendios forestales, y el año con menor incidencia de incendios forestales con valores bajos en ha es 2017, menores a 500 hectáreas. También se observa que hay valores atípicos leves de gráfico circular y valores atípicos extremos de gráfico estrella, que se encuentran fuera del límite superior de la caja.

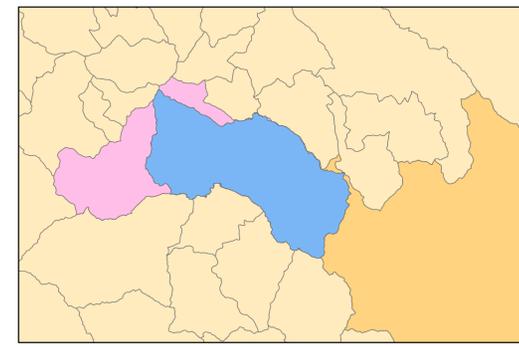
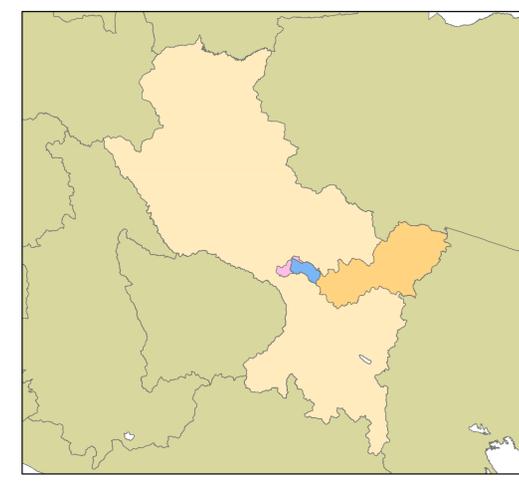
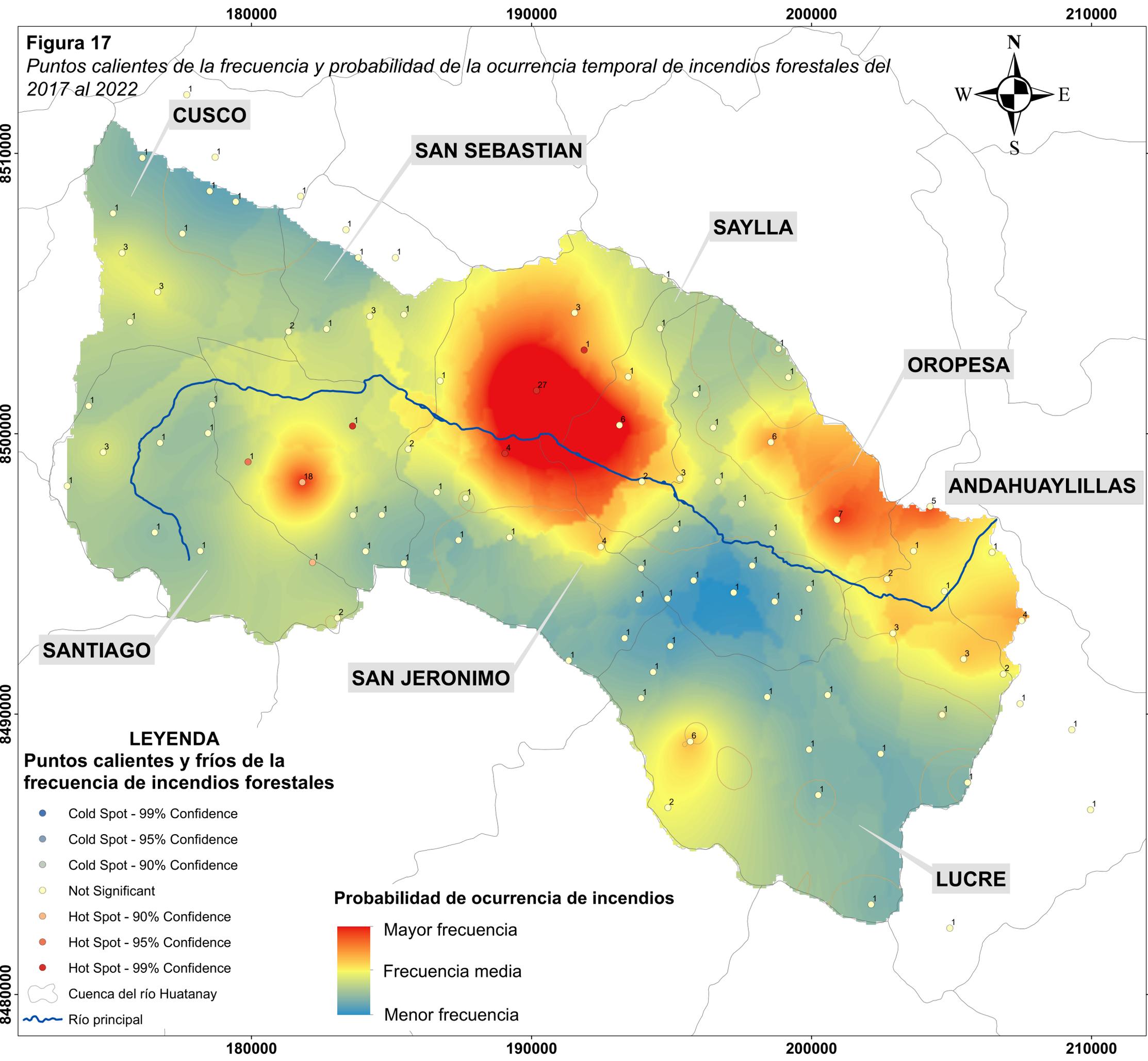
Figura 16

Disposición de las áreas Incendiadas por LN(Ha) del 2017 al 2022 en la cuenca del Río Huatanay



La figura N°16, muestra una mejor visualización de la comparación entre años de áreas incendiadas (Ha), del 2017 al 2022, la cual se obtuvo el LN de los valores de hectáreas, que al igual la figura N°15, en el año 2021 y 2020, se generó la mayor extensión de hectáreas incendiadas y el año 2017 es la que presenta menor extensión de hectáreas incendiadas.

Figura 17
Puntos calientes de la frecuencia y probabilidad de la ocurrencia temporal de incendios forestales del 2017 al 2022



 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DELCUSCO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS			
TESIS: ÍNDICE NDVI DE LA FLORA EN ÁREAS INCENDIADAS Y NO INCENDIADAS EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY ENTRE EL 2017 - 2022			
MAPA: Puntos calientes de la frecuencia y probabilidad de la ocurrencia temporal de incendios forestales del 2017 al 2022			
UBICACIÓN Dpto: Cusco Prov: Cusco, Quispicanchi Dto: Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastian, San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre, Andahuaylillas	TESISISTA: Bach. Nayda Lucy Ferro Sihuín	ESCALA 1:65,000	FIGURA 17
Proy: UTM-WGS 1984_huso 19S		FECHA: Octubre, 2023	
Fuente: Elaboración propia			

En la figura N°17, se presenta el análisis de puntos calientes en función a la frecuencia y la cercanía de cada uno de ellos de los incendios forestales del 2017 al 2022. Los puntos rojos calientes al 99% de confianza estadística, son puntos que tienen mayor ocurrencia de incendios, durante estos últimos 5 años, al igual que los puntos vecinos y están cerca entre ellos, como se observa los puntos calientes de frecuencia de la cuenca del río Huatanay se encuentran en los distritos de San Sebastián y San Jerónimo. Los puntos amarillos, indican que son áreas que no tienen significancia estadística en relación a puntos calientes o fríos de incendios, esto significa que a pesar que son incendios que están espacialmente cercanos, la frecuencia es muy variable, encontrándose casi en la totalidad de la cuenca. Al igual que en el caso del mapa de puntos calientes en función a la magnitud de incendios, tampoco se ha evidenciado puntos fríos, es decir lugares que estén cerca espacialmente con bajos valores de ocurrencia de incendios, en comparación al resto.

Como se observa en la misma figura, los puntos, se han interpolado, mediante el método de Kriging, que es una técnica estadística que puede generar información, en lugares donde no se tiene data, a través de los valores de la cantidad de incendios sucedidos durante estos últimos 5 años, que se registraron en cada lugar. De esta forma, el mapa de coloración roja a azul, representa, la probabilidad de ocurrencia de incendios de acuerdo al mayor, intermedia, menor frecuencia. Las áreas rojas, que están relacionadas a los puntos calientes, son zonas con alta probabilidad de incendios con mayor ocurrencia, en la cual se observa en los distritos de: San Sebastián, San Jerónimo, Saylla y Oropesa, mientras que las coloraciones amarillentas son lugares de frecuencia mediana, presentes en todos los distritos de la cuenca y los azules son lugares que a pesar de que presentaron incendios con menor ocurrencia, son lugares cuya probabilidad de frecuencia es más baja.

3.2. Análisis de la diversidad de la Flora en las 6 áreas de estudio en la Cuenca del río Huatanay

3.2.1. Riqueza de especies de las áreas no incendiadas e incendiadas

En la presente investigación se registraron 206 especies distribuidas en 49 familias, la familia más abundante son las Asteraceae con 50 especies, seguida de la familia Poaceae con 42 especies, las familias menos abundantes son: Acanthaceae, Amaryllidaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Asparagaceae, Clusiaceae, Crassulaceae, Escalloniaceae, Krameriaceae, Linaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Onagraceae, Pinaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Schoepfiaceae, Verbenaceae, Violaceae con una sola especie, la cual se muestra en la tabla N°9 la riqueza de especies de flora distribuidas en las áreas no incendiadas (No INC) e incendiadas (INC) en los 6 lugares de estudio en la cuenca del río Huatanay.

Tabla 8

Riqueza de especies

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Pícol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
ACANTHACEAE	<i>Stenandrium dulce</i>			X	X						X			18
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea dulcis</i>												X	2
	<i>Bomarea involucrosa</i>							X						1
AMARYLLIDACEAE	<i>Nothoscordum andicola</i>												X	1
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i>			X										1
APIACEAE	<i>Azorella aff. biloba</i>					X			X					5
	<i>Azorella multifida</i>							X						2
	<i>Chaerophyllum andicola</i>					X	X	X						17
	<i>Daucus montanus</i>							X					X	6
	<i>Eryngium humile</i>					X								1
APOCYNACEAE	<i>Cynanchum sp.</i>	X	X											2
ASPARAGACEAE	<i>Anthericum sp.</i>		X											5
ASTERACEAE	<i>Achyrocline alata</i>	X	X											3
	<i>Achyrocline ramosissima</i>	X	X			X				X	X	X		33
	<i>Ageratina pentlandiana</i>	X	X											3
	<i>Ageratina sternbergiana</i>	X	X					X	X	X				36
	<i>Aldama helianthoides</i>	X	X										X	20
	<i>Aristeguietia discolor</i>	X	X		X			X						9
	<i>Baccharis buxifolia</i>					X								1
	<i>Baccharis caespitosa</i>					X	X	X	X					7
	<i>Baccharis latifolia</i>											X	X	20
<i>Baccharis odorata</i>							X	X	X				44	

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Pícol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
	<i>Baccharis Tricuneata</i>	X	X	X				X		X	X			25
	<i>Barnadesia horrida</i>	X	X					X				X		14
	<i>Belloa sp.</i>					X	X							2
	<i>Bidens andicola</i>							X	X	X	X			7
	<i>Bidens triplinervia</i>										X			1
	<i>Bidens pilosa</i>		X	X	X					X	X			8
	<i>Bidens triplinervia</i>	X	X			X		X	X	X		X		24
	<i>Chersodoma jodopappa</i>											X		1
	<i>Cronquistianthus volkensis</i>	X												4
	<i>Erigeron bonariensis</i>	X	X											3
	<i>Galinsoga sp.</i>		X											1
	<i>Gamochoaeta sp.</i>	X					X							6
	<i>Grindelia boliviana</i>		X	X	X					X	X	X		25
	<i>Hieracium sp.</i>	X	X						X					7
	<i>Hypochaeris chondrilloides</i>											X	X	9
	<i>Hypochaeris meyeniana</i>					X	X	X	X					15
	<i>Hypochaeris sp.</i>						X							4
	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>							X	X					2
	<i>Mniodes longifolia</i>						X							8
	<i>Mniodes sp.</i>					X	X			X				5
	<i>Mniodes subspicata</i>					X	X							3
	<i>Ophryosporus heptanthus</i>							X	X					6
	<i>Oritrophium sp.</i>						X							1
	<i>Paranephelium ovatus</i>								X					1
	<i>Paranephelium uniflorus</i>							X	X					3
	<i>Pseudognaphalium dysodes</i>						X							1

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Pícol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
	<i>Rockhausenia apiculata</i>							X						2
	<i>Rockhausenia nubigena</i>					X	X							31
	<i>Senecio sp.</i>							X						1
	<i>Stevia cuzcoensis</i>	X	X	X	X			X		X	X	X	X	139
	<i>Tagetes aff. minuta</i>		X											1
	<i>Tagetes multiflora</i>		X	X	X									39
	<i>Tagetes praetermissa</i>			X						X				6
	<i>Villanova sp.</i>		X											1
	<i>Werneria sp.</i>						X							1
BERBERIDACEAE	<i>Berberis boliviana</i>							X	X			X	X	17
	<i>Berberis sp.</i>	X	X							X				7
BROMELIACEAE	<i>Puya cochabambensis</i>										X			3
	<i>Puya ferruginea</i>				X							X	X	42
CACTACEAE	<i>Austrocylindropuntia floccosa</i>							X						2
	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>			X										1
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria engleriana</i>							X						1
	<i>Calceolaria myriophylla</i>	X		X						X	X	X	X	8
	<i>Calceolaria rugulosa</i>	X	X											6
CALYCERACEAE	<i>Acicarpa tribuloides</i>				X									8
CAMPANULACEAE	<i>Lobelia sp.</i>												X	1
	<i>Lysipomia aff. laciniata</i>									X				1
	<i>Lysipomia sp. 2</i>						X							2
CAPRIFOLIACEAE	<i>Caprifoliaceae sp.</i>						X							1
	<i>Valeriana bracteata</i>						X		X					4
	<i>Valeriana micropterina</i>						X		X					8
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria lanuginosa</i>	X	X					X	X					9

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Picol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
	<i>Arenaria sp.</i>					X								1
	<i>Cerastium subspicatum</i>									X				1
	<i>Silene sp.</i>						X							1
CLUSIACEAE	<i>Hypericum silenoides</i>							X	X					3
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus sp.</i>											X		3
	<i>Dichondra microcalyx</i>	X		X	X			X		X				12
CRASSULACEAE	<i>Sedum sp.</i>	X												1
CYPERACEAE	<i>Carex aff. bonplandii</i>							X						1
	<i>Carex sp.</i>							X	X					5
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia resinosa</i>	X	X	X	X									16
FABACEAE	<i>Astragalus garbancillo</i>							X	X		X	X	X	25
	<i>Astragalus sp.</i>						X							19
	<i>Dalea exilis</i>	X	X	X	X					X	X	X		41
	<i>Genista monspessulana</i>		X											5
	<i>Lupinus aff. weberbaueri</i>						X							1
	<i>Lupinus aridulus</i>	X		X	X	X			X		X	X	X	42
	<i>Lupinus microphyllus</i>					X	X							15
	<i>Medicago polymorpha</i>				X									1
	<i>Spartium junceum</i>				X									2
	<i>Trifolium amabile</i>	X						X						5
	<i>Trifolium sp.</i>	X												2
GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i>						X		X					2
	<i>Gentianella dolichopoda</i>							X						11
	<i>Gentianella sp.</i>						X							1
	<i>Halenia sp.</i>								X					2
GERANIACEAE	<i>Erodium cicutarium</i>										X			1

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Picol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
IRIDACEAE	<i>Geranium sessiliflorum</i>							X	X					2
	<i>Hypseocharis bilobata</i>			X	X						X			6
	<i>Hesperoxiphion herrerae</i>											X	X	31
	<i>Olsynium junceum</i>									X				1
	<i>Sisyrinchium chilense</i>		X											2
JUNCACEAE	<i>Sisyrinchium sp.</i>				X									1
	<i>Juncus imbricatus</i>				X									1
	<i>Juncus sp.</i>						X							2
KRAMERIACEAE	<i>Luzula spicata</i>					X	X	X	X					31
	<i>Krameria lappacea</i>											X	X	20
LAMIACEAE	<i>Hedeoma mandoniana</i>									X				1
	<i>Lepechinia meyenii</i>							X	X					2
LINACEAE	<i>Minthostachys spicata</i>	X		X	X					X	X	X	X	35
	<i>Salvia oppositiflora</i>									X	X	X		22
	<i>Clinopodium bolivianum</i>							X		X				11
	<i>Stachys sp.</i>								X					1
	<i>Linum prostratum</i>											X	X	15
	<i>Acaulimalva engleriana</i>					X	X							4
	<i>Eucalyptus globulus</i>	X	X								X			29
ONAGRACEAE	<i>Oenothera multicaulis</i>							X		X	X			7
ORCHIDACEAE	<i>Aa sp. 1</i>					X								3
	<i>Altensteinia fimbriata</i>	X												1
OROBANCHACEAE	<i>Castilleja sp.</i>						X							4
	<i>Neobartsia camporum</i>							X						1
	<i>Neobartsia sp. 3</i>						X							2
	<i>Neobartsia sp. 4</i>					X	X							2

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Pícol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
	<i>Neobartsia sp. 5</i>						X							1
	<i>Orobanche sp.</i>										X			1
OXALIDACEAE	<i>Oxalis peduncularis</i>	X												1
	<i>Oxalis sp.</i>								X					1
PINACEAE	<i>Pinus radiata</i>			X	X									2
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago australis</i>								X					5
	<i>Plantago aff. linearis</i>		X											1
	<i>Plantago seríceea</i>									X				1
POACEAE	<i>Aristida adscensionis</i>		X	X	X			X		X	X			74
	<i>Avena fatua</i>												X	1
	<i>Bothriochloa saccharoides</i>		X	X	X					X	X	X	X	81
	<i>Brachypodium mexicanum</i>	X							X				X	18
	<i>Bromus tectorum</i>												X	1
	<i>Bromus catharticus</i>								X					2
	<i>Bromus lanatus</i>					X	X							2
	<i>Cinnagrostis aff. bogotensis</i>												X	1
	<i>Cinnagrostis aff. trichophylla</i>	X	X							X				19
	<i>Cinnagrostis filifolia</i>					X	X	X	X					421
	<i>Cinnagrostis sp. 1</i>		X											2
	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>		X		X	X		X		X		X	X	14
	<i>Eragrostis lurida</i>									X	X			11
	<i>Eragrostis nigricans</i>	X	X	X	X							X		31
	<i>Festuca aff. dolichophylla</i>	X	X			X	X			X	X	X	X	212
	<i>Festuca fiebrigii</i>		X					X	X					75
	<i>Jarava ichu</i>	X	X	X				X		X	X	X		80
	<i>Melica scabra</i>	X												1

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Pícol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
	<i>Muhlenbergia cenchroides</i>	X	X							X				18
	<i>Muhlenbergia peruviana</i>					X	X	X	X		X			14
	<i>Muhlenbergia rigida</i>	X	X	X	XX					X	X	X	X	437
	<i>Nassella aff. mexicana</i>			X	X			X	X			X		21
	<i>Nassella aff. mucronata</i>	X				X				X	X			27
	<i>Nassella meyeniana</i>							X						8
	<i>Nassella pubiflora</i>	X	X									X	X	9
	<i>Nassella sp.</i>							X	X					30
	<i>Paspalum ceresia</i>			X	X									23
	<i>Piptochaetium panicoides</i>		X							X	X			7
	<i>Poa aff. nigriflora</i>						X							10
	<i>Poa annua</i>								X					1
	<i>Poa horridula</i>							X	X					11
	<i>Poa sp.</i>						X							2
	<i>Poaceae sp. 1</i>		X											1
	<i>Poaceae sp. 2</i>		X											7
	<i>Poaceae sp. 3</i>		X	X	X		X	X		X	X			44
	<i>Polypogon exasperatus</i>						X							1
	<i>Schizachyrium sanguineum</i>									X	X			26
	<i>Sporobolus indicus</i>	X	X		X									11
	<i>Sporobolus lasiophyllus</i>		X											1
	<i>Stipa hans-meyeri</i>					X	X							14
	<i>Stipa obtusa</i>					X		X						11
POLYGALACEAE	<i>Monnina amarella</i>			X	X							X	X	12
	<i>Monnina amarella</i>			X	X							X		8
	<i>Monnina salicifolia</i>	X	X									X	X	20

Familia	Genero-especie	Mirador de Huayllapampa		Sector Qontay Mocco		Cerro Picol		Tambomachay		Cerro de Chocco		Wayna tawqaray		N° de individuos
		No INC	INC (2017)	No INC	INC (2018)	No INC	INC (2019)	No INC	INC (2020)	No INC	INC (2021)	No INC	INC (2022)	
POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>							X	X					10
PTERIDACEAE	<i>Adiantum sp.</i>			X										1
	<i>Hemionitis scariosa</i>	X												2
RANUNCULACEAE	<i>Anemone sp.</i>	X						X						2
	<i>Knowltonia integrifolia</i>						X							7
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	X	X	X	X			X		X	X	X	X	164
ROSACEAE	<i>Alchemilla pinnata</i>							X	X					12
	<i>Alchemilla vulcanica</i>	X							X					15
	<i>Fragaria sp.</i>					X								3
	<i>Kageneckia lanceolata</i>	X										X	X	8
RUBIACEAE	<i>Tetraglochin cristata</i>		X	X	X			X		X	X			30
	<i>Arcytophyllum thymifolium</i>			X										2
	<i>Galium corymbosum</i>	X				X		X	X	X				15
	<i>Rubiaceae sp.</i>	X	X	X	X									14
SCHOEPFIACEAE	<i>Quinchamalium chilense</i>										X			1
SCROPHULARIACEAE	<i>Alonsoa acutifolia</i>			X							X	X		7
	<i>Scrophulariaceae sp.</i>									X				2
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i>		X	X										3
VIOLACEAE	<i>Viola pygmaea</i>								X					3
Total, general		376	211	309	291	352	336	295	233	302	230	263	149	3347

Tabla 9

Cantidad de las Familias, Especies, Individuos de flora en las áreas no incendiada e Incendiada

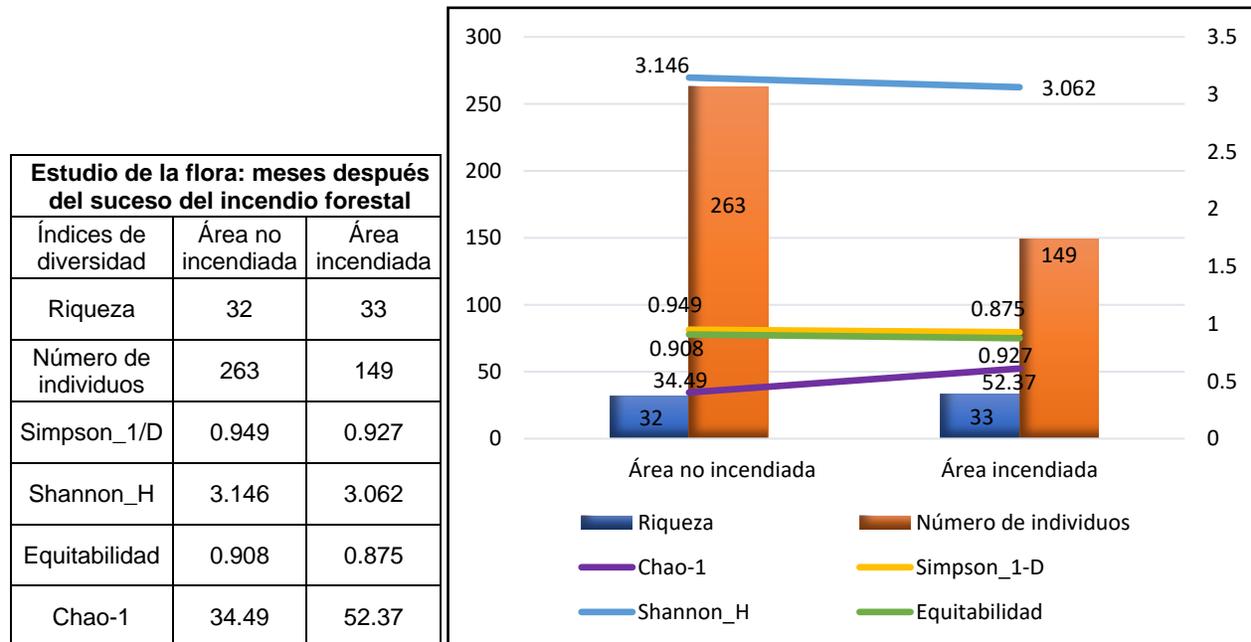
	Total del área no incendiada	Total del área incendiada
Familias	42	45
Especies	136	169
Individuos	1897	1450

3.2.2. Índice de diversidad de la flora de las áreas incendiadas y no incendiadas en la cuenca del río Huatanay

En la presente investigación se tomaron 6 áreas incendiadas con sus áreas no incendiadas, el estudio se realizó después de meses a 5 años del suceso del impacto de los incendios forestales.

Figura 18

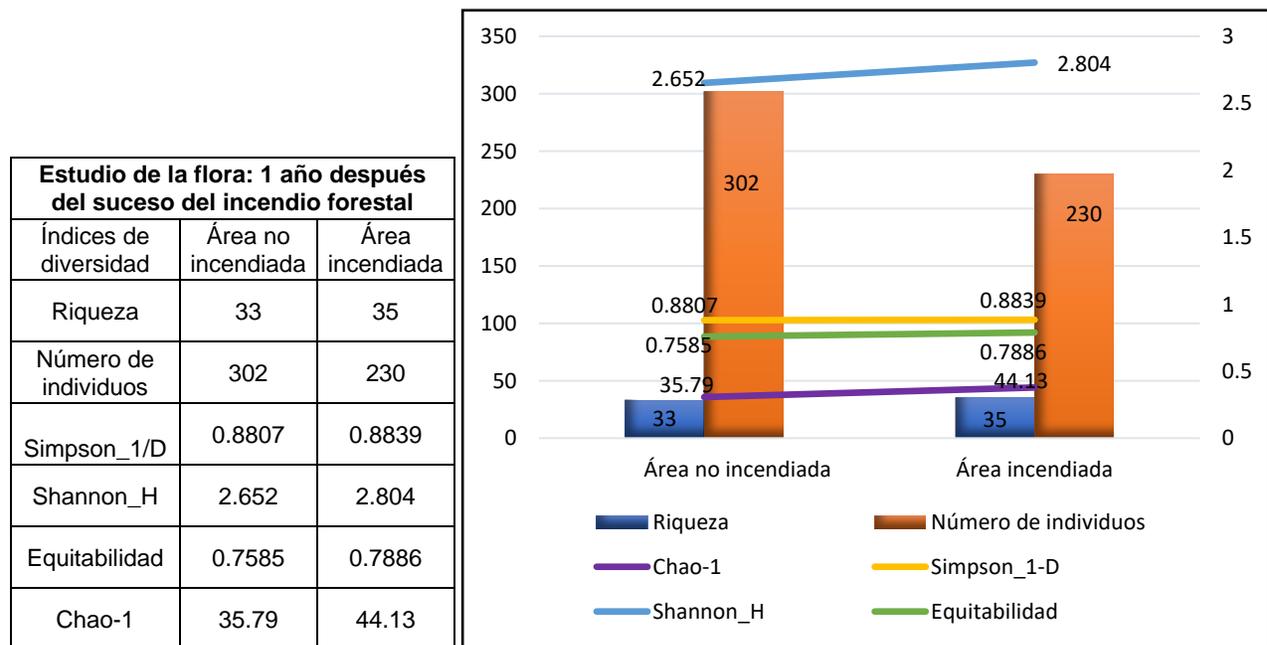
Índices de Diversidad de Wayna Tawqaray del Área no incendiada e Incendiada



Se realizó el estudio en mayo del 2023, en Wayna Tawqaray, después de 8 meses del suceso del incendio forestal, que se dio en el mes de agosto del 2022, es una zona con mayor presencia de la especie *Puya ferrugínea* y especies nativas y menor cantidad de especies exóticas como: *Eucalyptus globulus*, ubicados en la falda del cerro. El índice de diversidad de Shannon para ambas áreas es de 3.1 y Simpson para el área no incendiada e incendiada es de y 0.94, 0.93, respectivamente, que indica que tiene una diversidad de media a alta para ambas áreas, donde no se aprecia diferencias muy marcadas, de todas formas, según estos dos índices la diversidad es ligeramente superior en el área no incendiada, a pesar que el mayor número de especies se dio en el área incendiada (33) con menor número de individuos (149), a diferencia del área no incendiada con 32 especies y 263 individuos, también la equitabilidad se acerca a especies igualmente abundantes en ambas áreas, Chao 1, predice que podría ver mayor número de especies en el área incendiada como se muestra en la figura N°18 que se aleja de la cantidad de especies registradas.

Figura 19

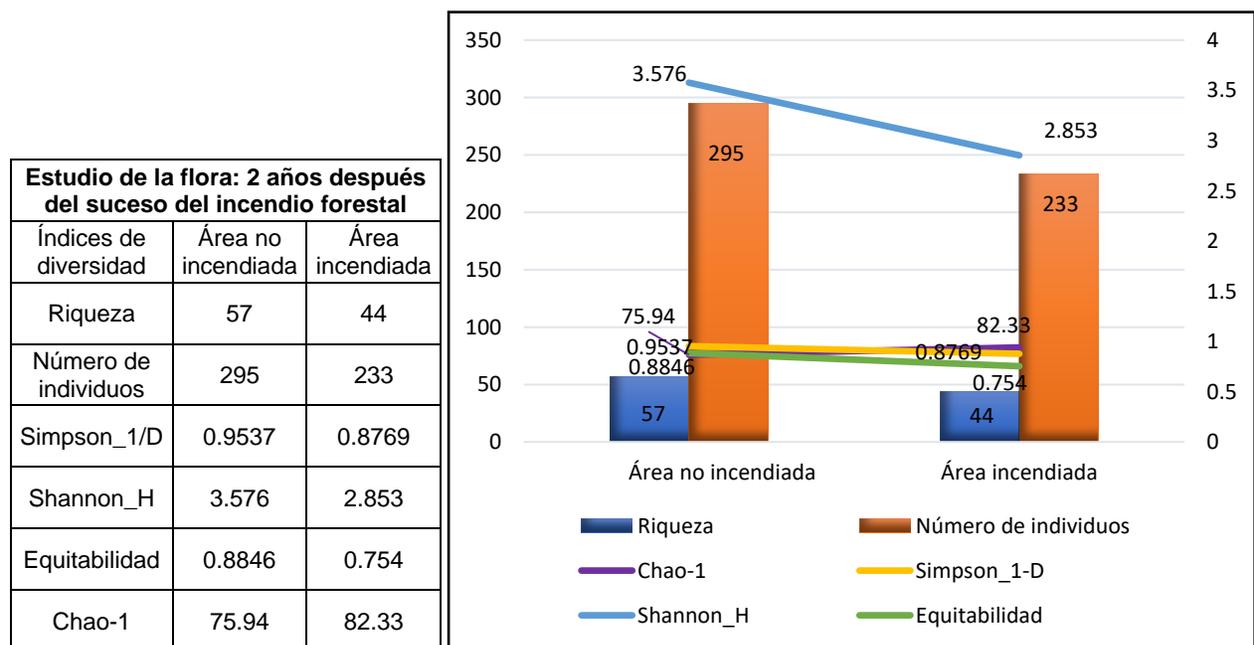
Índices de diversidad de flora del cerro de Chocco del área no incendiada e incendiada



Se realizó el estudio en Cerro de Chocco, después de un año del suceso del impacto del incendio forestal, suscitándose en el mes de agosto del 2021, el área no incendiada tiene mayor presencia y abundancia de la especie Exótica *Eucalyptus globulus*, a diferencia del área incendiada, que tiene mayor cobertura de especies nativas. El índice de diversidad de Shannon para el área no incendiada e incendiada es de 2.7 y 2.8, respectivamente y para Simpson es de 0.9 para ambas áreas, indicando una diversidad de media a alta en ambos casos, no se aprecia diferencias muy marcadas en las áreas, pero de todas formas, según los índices de diversidad es ligeramente superior en el área incendiada, con mayor número de riqueza (35) y menor número de individuos (230) y el área no incendiada con riqueza de (33) con mayor número de individuos (302), también la equitabilidad se acerca a especies igualmente abundantes en ambas áreas, Aunque el área incendiada es ligeramente superior en diversidad Chao 1 muestra que podría ver más especies a comparación del área no incendiada que tuvo mayor eficiencia de muestreo como se observa en la figura N°19.

Figura 20

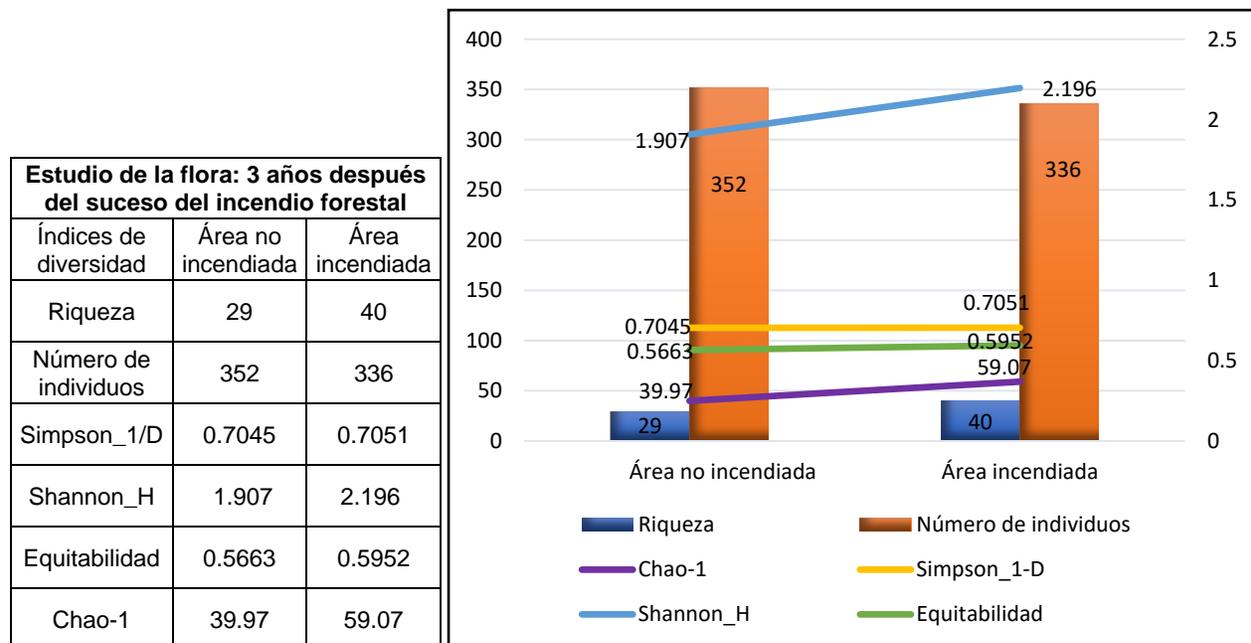
Índices de diversidad de flora de Tambomachay del área no incendiada e incendiada



Se realizó el estudio en Tambomachay, después de dos años de suceso del incendio forestal, que se generó el impacto en el mes de octubre del 2020, el lugar estudiado presenta microclimas y más de un ecosistema como el matorral, bofedal y pajonal, donde el área incendiada es una zona abierta con mayor cobertura de poaceas y algunos arbustos, a diferencia del área no incendiada que presenta áreas con mayor relieve por la presencia de cerros por lo que la gran mayoría de especies se encuentran arrinconadas a las faldas de los cerros y las especies son de mayor tamaño y abundancia. El índice de diversidad de Simpson y Shannon para el área no incendiada es alta con valores de 0.95 y 3.6, para el área incendiada es alta y media con valores de 0.88 y 2.9, en la que se puede observar que hay una diversidad ligera superior en el área no incendiada, con mayor riqueza (57) y mayor número de individuos (295) que el área incendiada con riqueza (44) y menor número de individuos (233), por equitabilidad se acercan a la unidad en ambas áreas por lo que hay presencia de especies igualmente abundantes, Chao 1, predice que podría ver mayor número de especies en el área no incendiada e incendiada,(ver la figura N°20), como se ve, se alejan del número de especies.

Figura 21

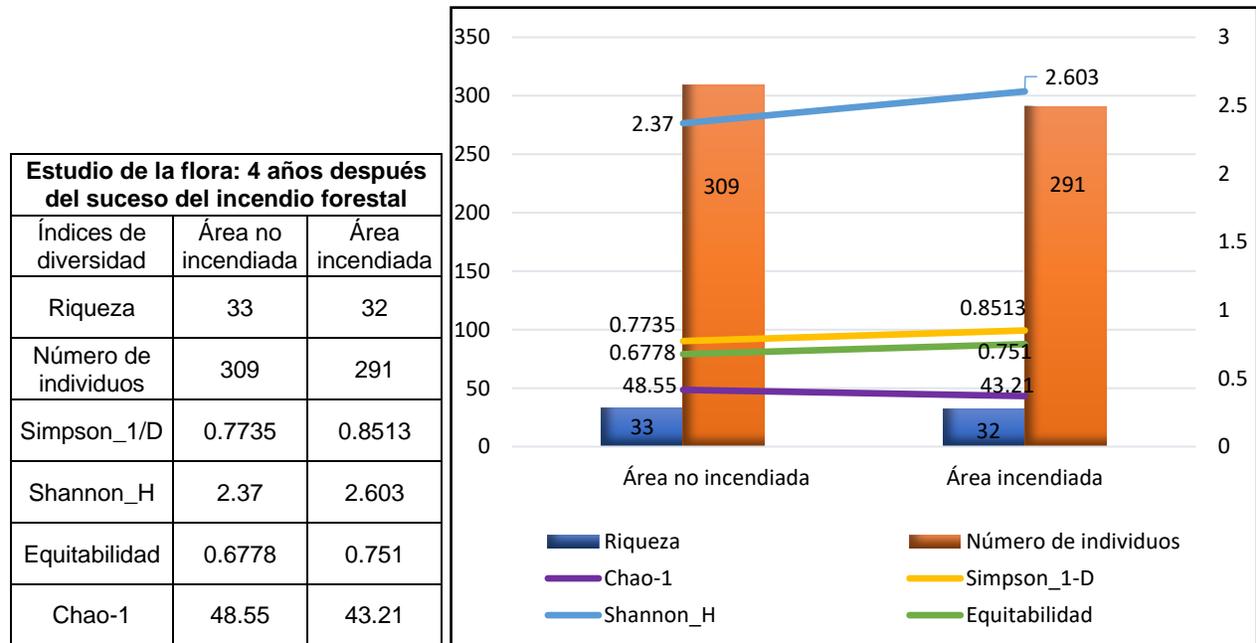
Índices de diversidad de flora del cerro Picol del área no incendiada e incendiada



El estudio se realizó en el Cerro Pícol, después de tres años del suceso del incendio forestal, suscitándose en el mes de agosto del 2019. Los índices de diversidad de flora para el Cerro Pícol, se observa que ambas áreas el índice de diversidad de Simpson es alta con valores de 0.7 y para Shannon es media con valores de 1.9 para el área no incendiada y 2.2 para el área incendiada, no se aprecia diferencias muy marcadas en ambas áreas, pero si una diversidad ligeramente superior en el área incendiada, con mayor riqueza (40) y menor número de individuos (336) que la no incendiada con una riqueza (29) y número de individuos (352), según el índice de equitabilidad se alejan de la unidad por lo que hay ausencia de uniformidad, esto se debe que hay una especie *Cinnagrostis fillifolia* de la familia Poaceae en mayor abundancia, que las demás especies, en ambas áreas, como se muestra en las curvas de rango y abundancia (figura 30 y 31), se observa también que Chao 1, predice que podría ver mayor número de especies en ambas áreas, como se observa en la figura N°21. El área incendiada esta mejor representada en diversidad y riqueza en la que la cobertura de la vegetación no llega a estar igual que el área no incendiada, que se observó que es más tupida y de mayor tamaño en algunas poaceas, pese a que esta área presenta mayor cobertura esta deteriorado por otros factores como la contaminación, cambio de uso del suelo, erosión, el área incendiada, no es ajeno a estas perturbaciones aun así es ligeramente superior, esto se debería a que el incendio redujo la cobertura de especies más abundantes dando mayor luminosidad y mayor lugar a aquellas especies que compiten con las poaceas, representativas de un ecosistema pajonal.

Figura 22

Índices de diversidad de flora de Qontay Mocco del área control e incendiada

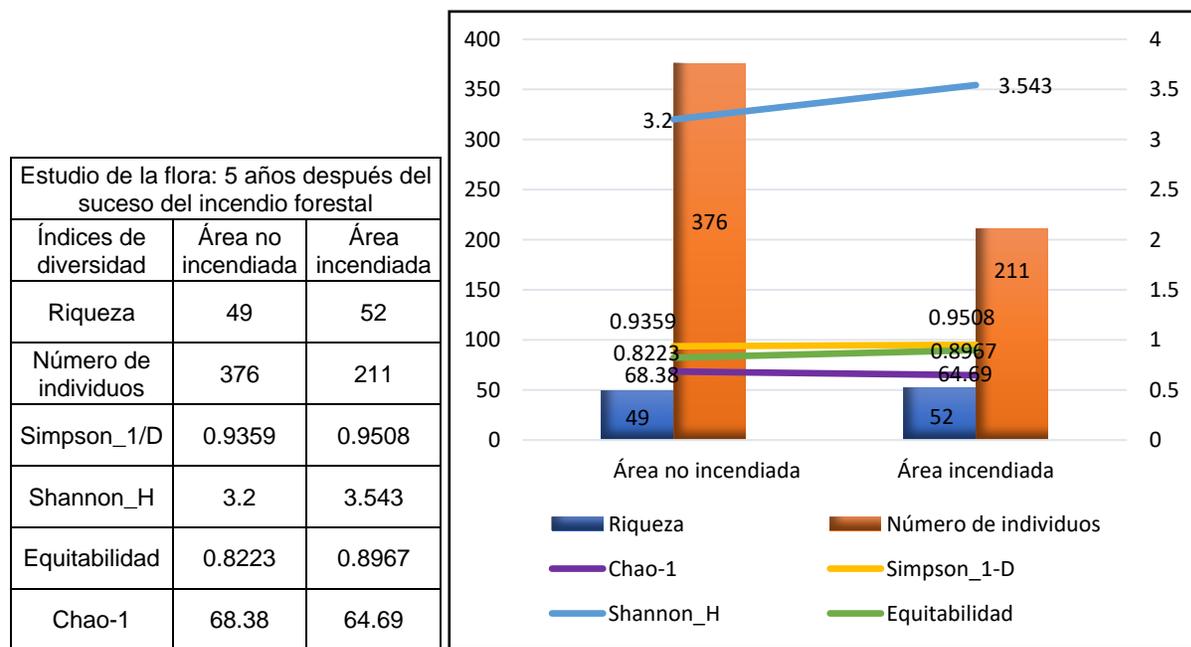


En el sector Qontay Mocco, el estudio se realizó después de 4 años, del suceso del incendio forestal, generado en el mes de septiembre del 2018. El índice de diversidad de Shannon para el área no incendiada es de 2.4 y para el área incendiada es de 2.6, para Simpson los valores son 0.8 para el área no incendiada y 0.9 para área incendiada, indica que en ambas áreas la diversidad es de media a alta, no se aprecia diferencias muy marcadas en ambas áreas, pero si una diversidad ligeramente superior en el área incendiada, aunque con menor riqueza (32) y número de individuos (291), a diferencia del área no incendiada con riqueza (33) y número de individuos (309), por el índice de equitabilidad ambos se acercan a la unidad, siendo superior la del área incendiada, donde muestran especies igualmente abundantes, aunque en ambas áreas se muestra que hay mayor cantidad de la especie *Muhlenbergia rigida*, de la familia Poaceae, como se muestra en las curvas de rango y abundancia (Figura 32 y 33), según Chao 1, predice que podría ver mayor número de especies en ambas áreas, como se muestra en la figura N°22.

El área incendiada se encuentra mejor conservado respecto al área no incendiada que es intervenido por otros factores como la erosión del suelo, plantación de especies exóticas como el *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, pastoreo de ovejas por lo que las especies son reducidas a espacios pequeños, en la que la flora se resguardan junto a las especies como: *Austrocyllindropuntia subulata* y *Colletia spinosissima* y otros de difícil acceso a los ovinos, no obstante, esta área es mayor en especies y número de individuos que el área incendiada, cabe recalcar que esta área también es intervenida por los mismos factores del área no incendiada, a excepción del pastoreo de ovejas, por lo que podría ser que el área incendiada se encuentra con mayor diversidad de especies, el presente lugar de estudio al igual que Wayna Tawqaray, presenta *Puya ferrugínea*, aunque lamentablemente queda poco de esta especie, en áreas inaccesibles, por el humano y ovinos, por lo que la mayor cobertura vegetal del lugar es por *Eucalyptus globulus* en ambas áreas.

Figura 23

Índices de diversidad de flora del Mirador de Huayllapampa del área no incendiada e incendiada



El estudio se realizó en el Mirador de Huayllapampa, después de 5 años del suceso del impacto del incendio forestal, registrándose en el mes de agosto del 2017. El índice de diversidad de Simpson y Shannon para el área no incendiada es de 0.9 y 3.2 y para el área incendiada es de 0.95 y 3.5 indica que en ambas áreas la diversidad es de media a alta, no existe diferencias muy marcadas, pero si una ligera diferencia con mayor diversidad en el área incendiada, con mayor riqueza (52) y menor número de individuos (211), a diferencia del área no incendiada con riqueza (49) y número de individuos (376), por el índice de equitabilidad ambas áreas presentan especies igualmente abundantes, respecto a Chao 1 muestra que ambas áreas podrían tener mayor número de especies, como se muestra en la figura N°23. El área incendiada y no incendiada se encuentran muy perturbados por la plantación y tala de *Eucalyptus globulus*, que es la especie con mayor cobertura en el lugar, presentan alto grado de erosión del suelo, contaminación antrópica, también que toda esa zona se encuentra en ampliación de la zona urbana, reduciendo el área natural, a diferencia del área no incendiada, el área incendiada presenta mayor diversidad, esta área se encuentra con especies crecidas tanto de herbáceas como de arbustos y en crecimiento los árboles de la especie *Scallonia resinosa*, también se encuentra a mayor incidencia del sol, que el área no incendiada, por lo que sería uno de los beneficios de algunas especies. Cabe recalcar que fuera de todo lo mencionado en el área no incendiada, se encuentra en una pendiente de poca accesibilidad.

En resumen, la diversidad es de media a alta en las áreas incendiadas y no incendiadas, con unas diferencias ligeras, en la que se observa que de los 6 lugares de estudio 4 áreas incendiadas de los lugares como: Mirador de Huayllapampa, Qontay Mocco, Cerro Pícol, Cerro de Chocco, presentan una diversidad superior ligera y solo dos como los lugares Wayna Tawqaray y Tambomachay, en el área no incendiada, también se observa que todas las áreas no incendiadas presentan mayor número de individuos. Los lugares de estudio como Mirador de Huayllapampa presentan alto grado de severidad de influencia antrópica en ambas áreas, como

la plantación de eucaliptos, deforestación de las mismas, traslado de troncos de *Eucalyptos*, por lo tanto, lleva a la erosión de los suelos. En el Cerro de Chocco, el área no incendiada también presenta alto grado de disturbio, por la deforestación de árboles de *Eucalypto* y su traslado que ocasiona suelos muy erosionados, el área no incendiada de Qontay Mocco, se observó la perturbación del pastoreo de ovejas, respecto al cerro Pícol, el área no incendiada, presenta suelos más erosionados, y arado de la tierra para la agricultura, se puede ver que los lugares de estudio en la que el área no incendiada es ligeramente superior como Wayna Tawqaray y Tambomachay no presentan disturbios de las otras áreas mencionadas, aunque en Tambomachay se presencié el cambio del uso de la tierra para la agricultura. Por lo tanto, la diferencia de diversidad en las áreas no incendiada con respecto a las áreas incendiadas no es significativa.

3.2.3. Curvas de rango y abundancia

Análisis de las plantas más abundantes en los 6 lugares de estudio de flora en la cuenca del río Huatanay, siendo: Wayna Tawqaray, Cerro de Chocco, Tambomachay, Cerro Pícol, Qontay Mocco, Mirador de Huayllapampa, en las áreas incendiadas y áreas no incendiadas, dentro del cual se registraron especies endémicas (E), nativas (N) y exóticas (EX), como se muestra en las siguientes figuras:

Figura 24

Curva de rango y abundancia de flora del área no incendiada de Wayna Tawqaray

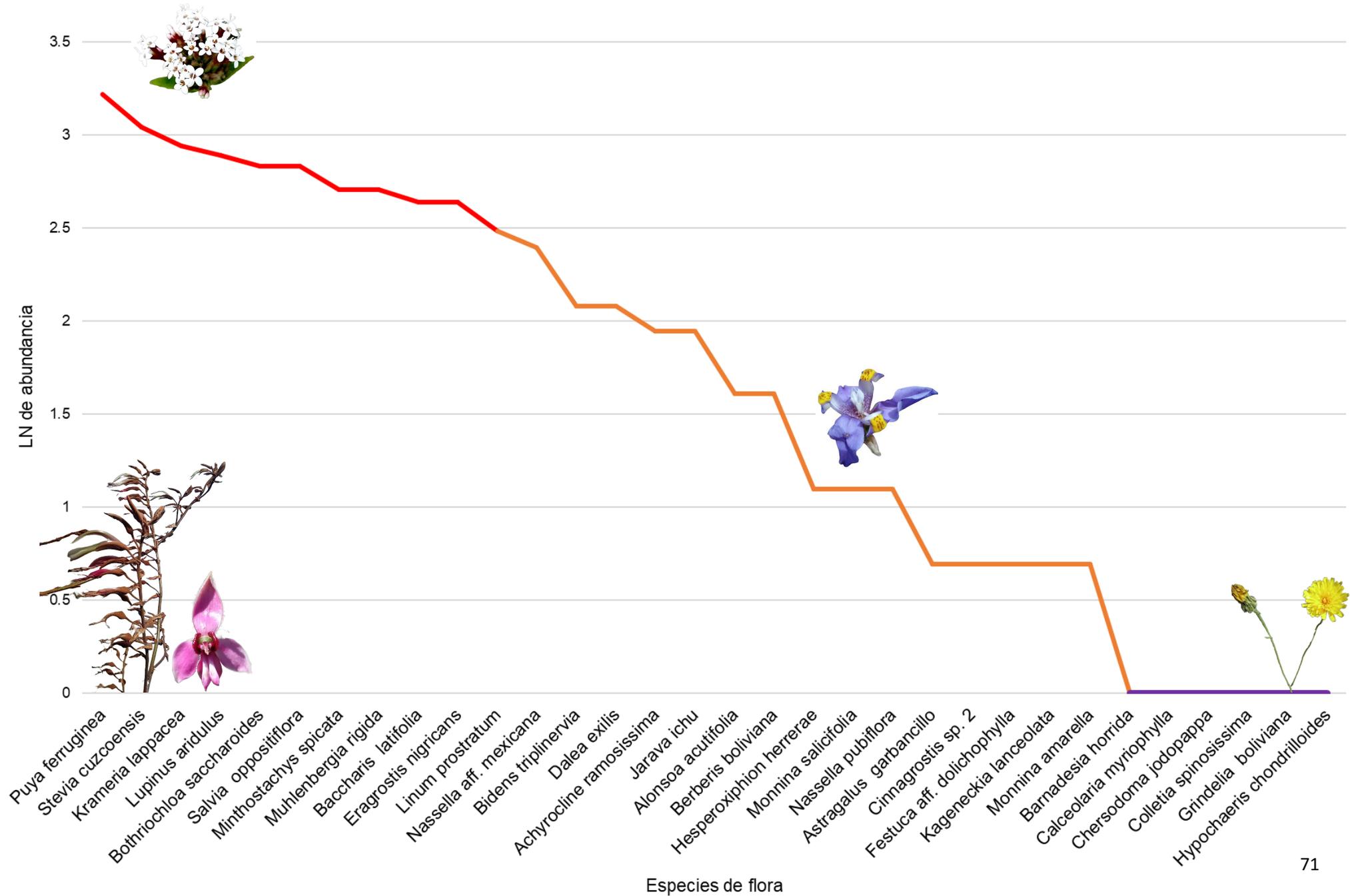
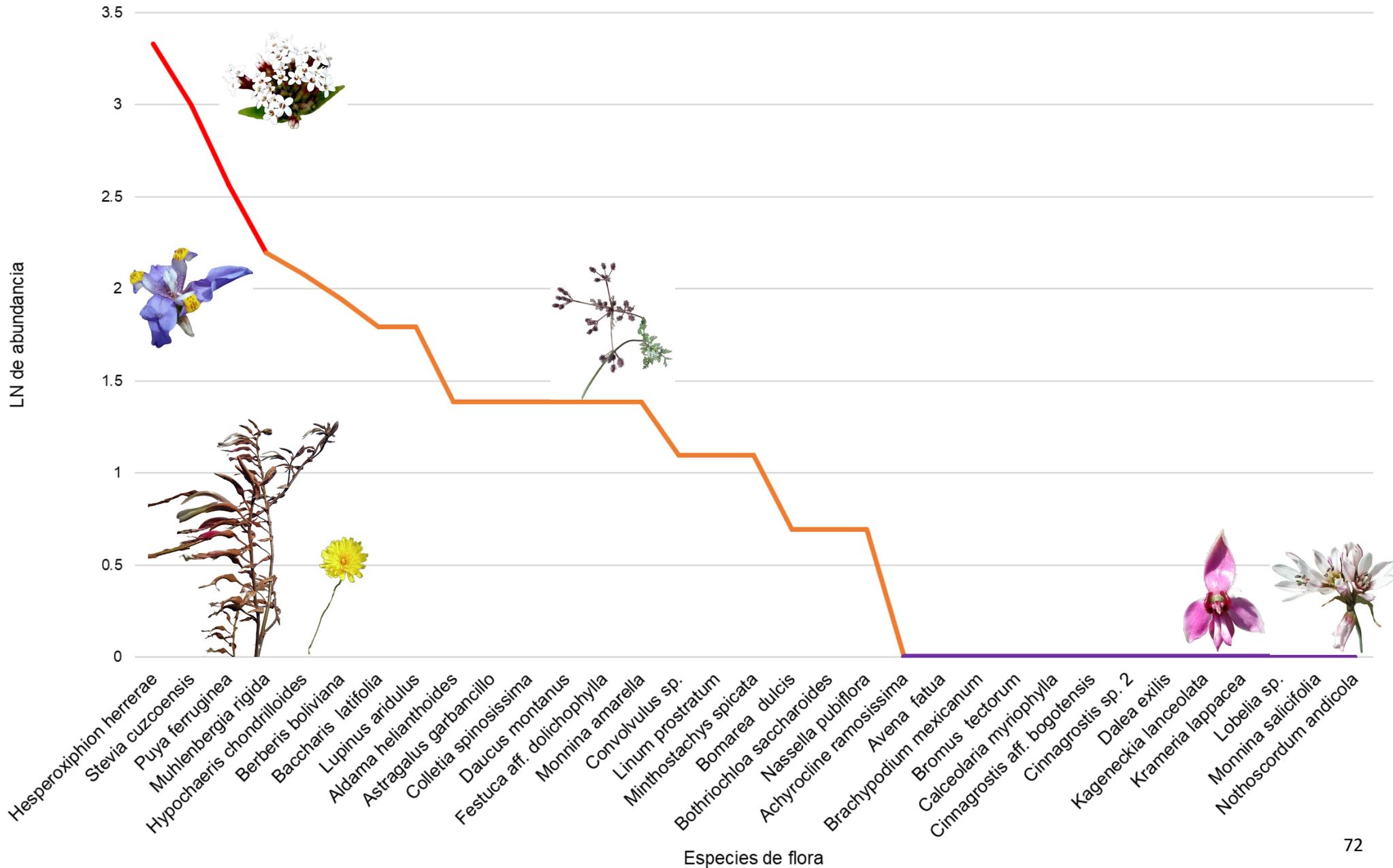


Figura 25

Curva de rango y abundancia de flora del área incendiada de Wayna Tawqaray



La flora registrada en Wayna Tawqaray, en el área incendiada es después de meses del impacto del incendio forestal. En las figuras N°24 Y N°25, se observa que dentro de las especies más abundantes se encuentra *Stevia cuzcoensis* (E), *Puya ferrugínea* (N) y *Muhlenbergia rigida* (N), para ambas áreas, siendo estas resistentes al incendio forestal que no bajaron la abundancia, no obstante *Hesperoxiphion herrerae* (N) es la especie número uno en abundancia en el área incendiada pero no en el área no incendiada, dando a entender que aprovecho mejor las áreas desnudas con mayor luminosidad e incidencia del sol, al igual que *Hypochaeris chondrilloides* (EX), a diferencia de *Krameria lappacea* (N), que bajo demasiado su abundancia, en la que se muestra que por su poca resistencia al fuego o forma de vida sub-arbustiva sea que su crecimiento sea más lento, al igual que *Lupinus aridulus* (N), pero que bajo a una abundancia intermedia, por lo que es una especie que resistió más al incendio forestal. Algunas especies menos abundantes que destacan para el área no incendiada son *Colletia spinosissima* (N), *Grindelia boliviana* (N), *Hypochaeris chondrilloides* (EX), y para el área incendiada son *Lobelia sp.*, *Monnina salicifolia* (N) y *Nothoscordum andicola* (N).

Figura 26

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no incendiada del Cerro de Chocco

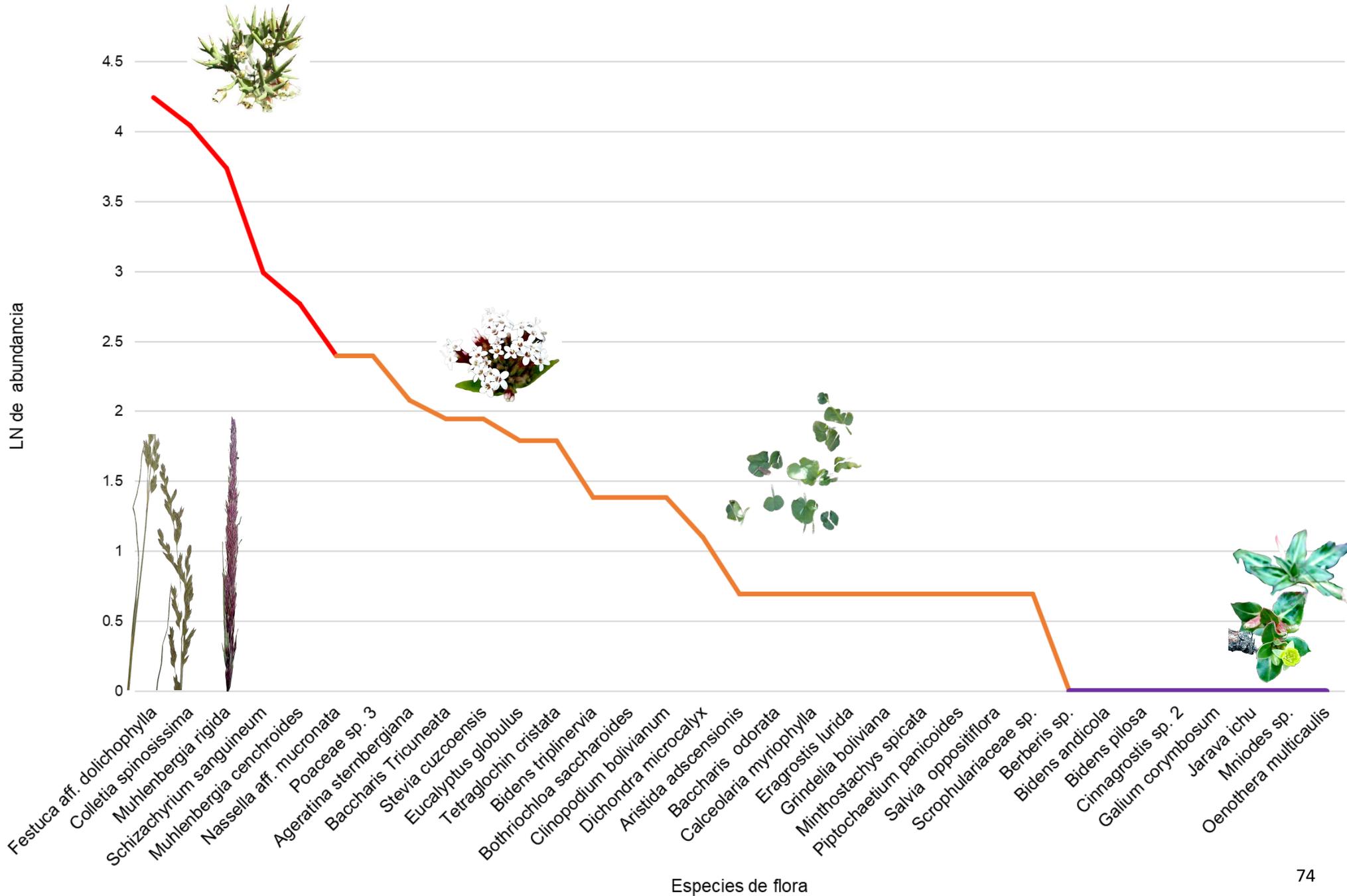
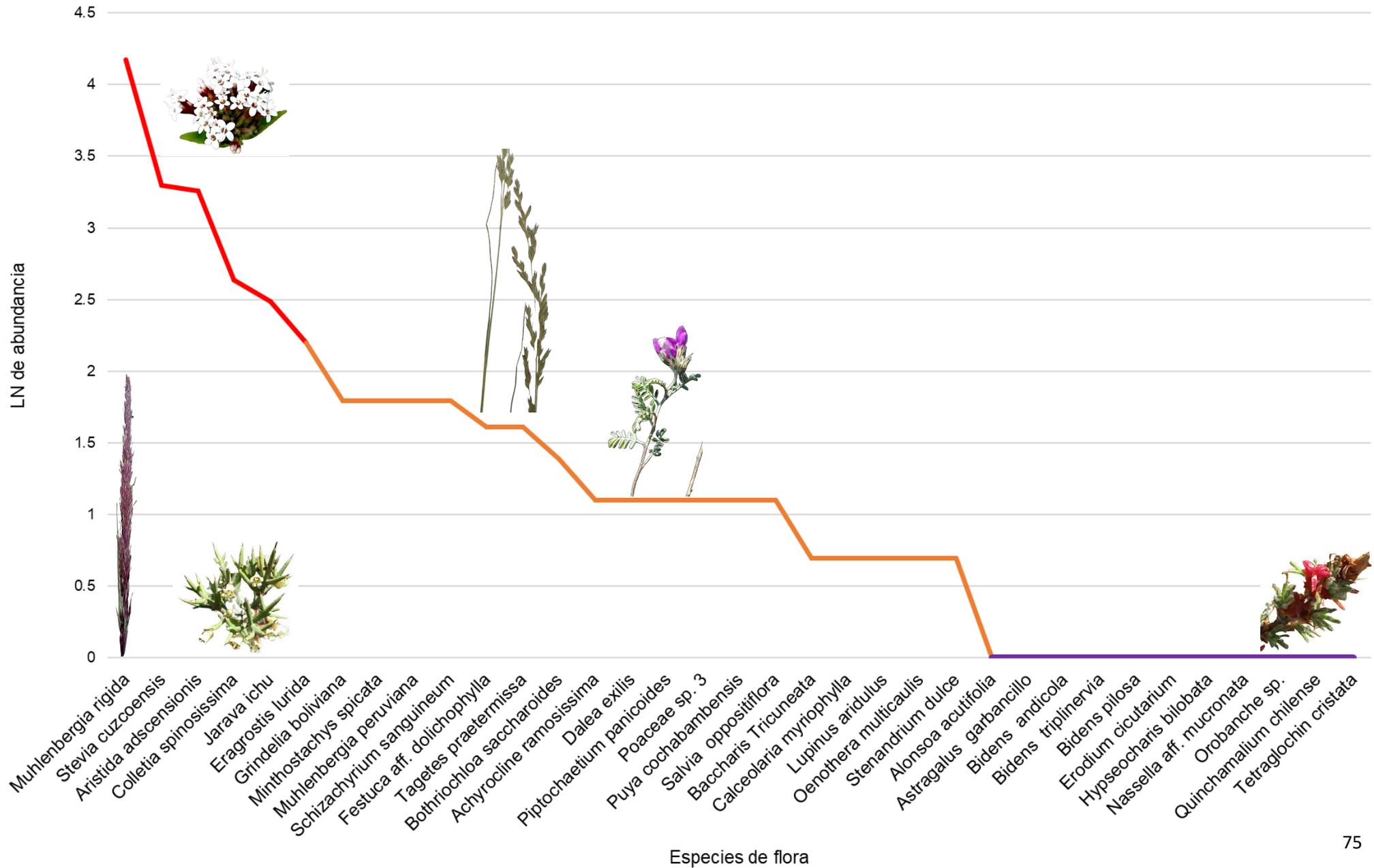


Figura 27

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área incendiada del Cerro de Chocco



La flora registrada en Cerro de Chocco, en el área incendiada es después de 1 año del impacto del incendio forestal. En las figuras N°26 y N°27, se observa que las especies más abundantes en ambas áreas son *Colletia spinosissima* (N) y *Muhlenbergia rigida* (N), siendo estas más resistentes al incendio forestal, se observa también que junto a estas especies en el área incendiada se encuentran, *Stevia cuzcoensis* (E) y *Aristida adscensionis* (N) que subieron en abundancia y la especie *Festuca aff. dolichophylla* (N) bajo su abundancia a intermedia, en la cual en el área no incendiada es la más abundante, al igual que *Schizachyrium sanguineum* (N), por lo que estas especies son superadas por otras después de un año del suceso del incendio forestal, pero no son tan susceptibles. Algunas especies menos abundantes que destacan para el área no incendiada son *Jarava ichu* (N), *Mniodes sp.*, *Oenothera multicaulis* (N) y para el área incendiada son *Orobanche sp.*, *Quinchamalium chilense* (N), *Tetraglochin cristata* (N).

Figura 28

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no incendiada de Tambomachay

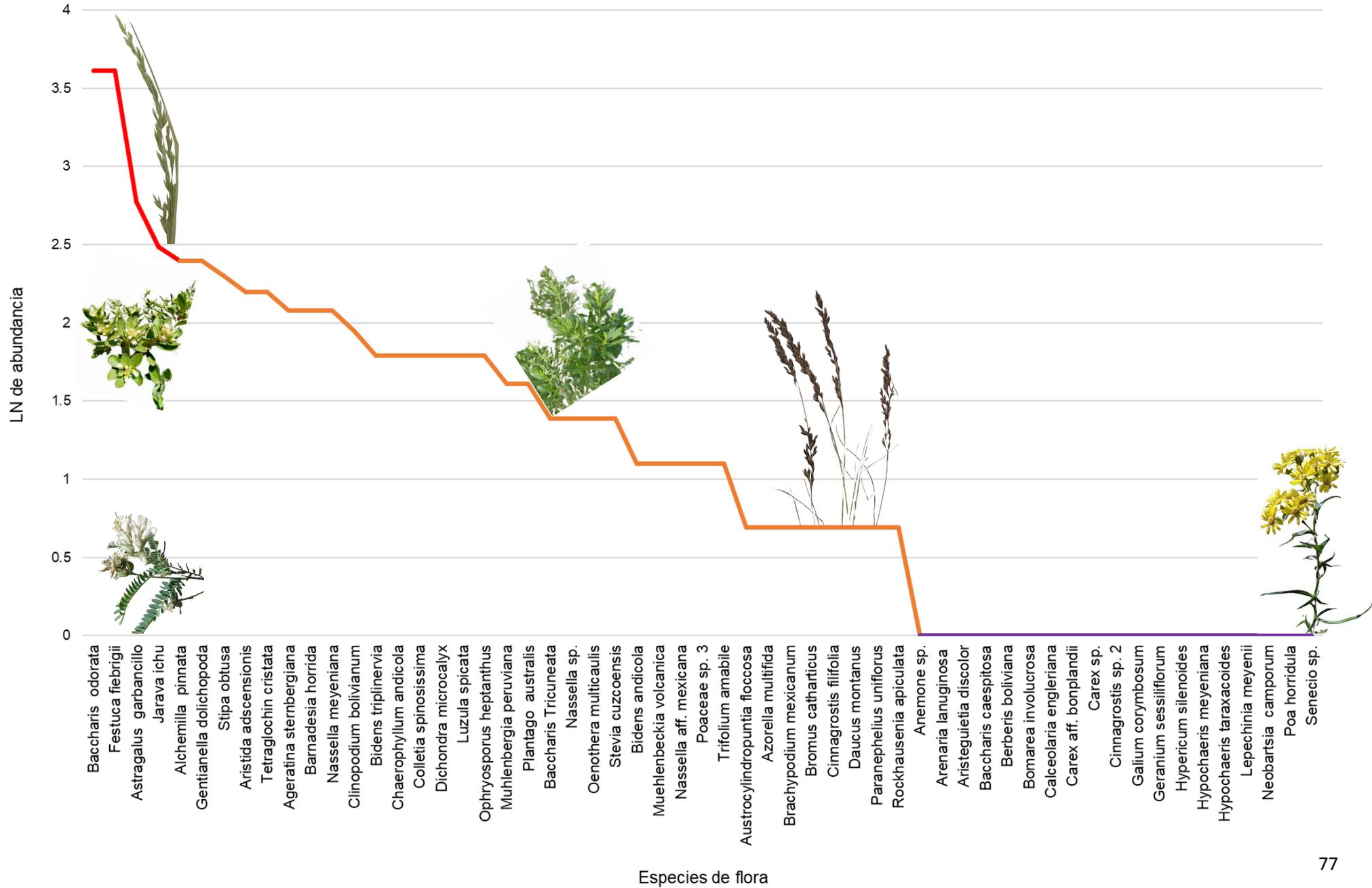
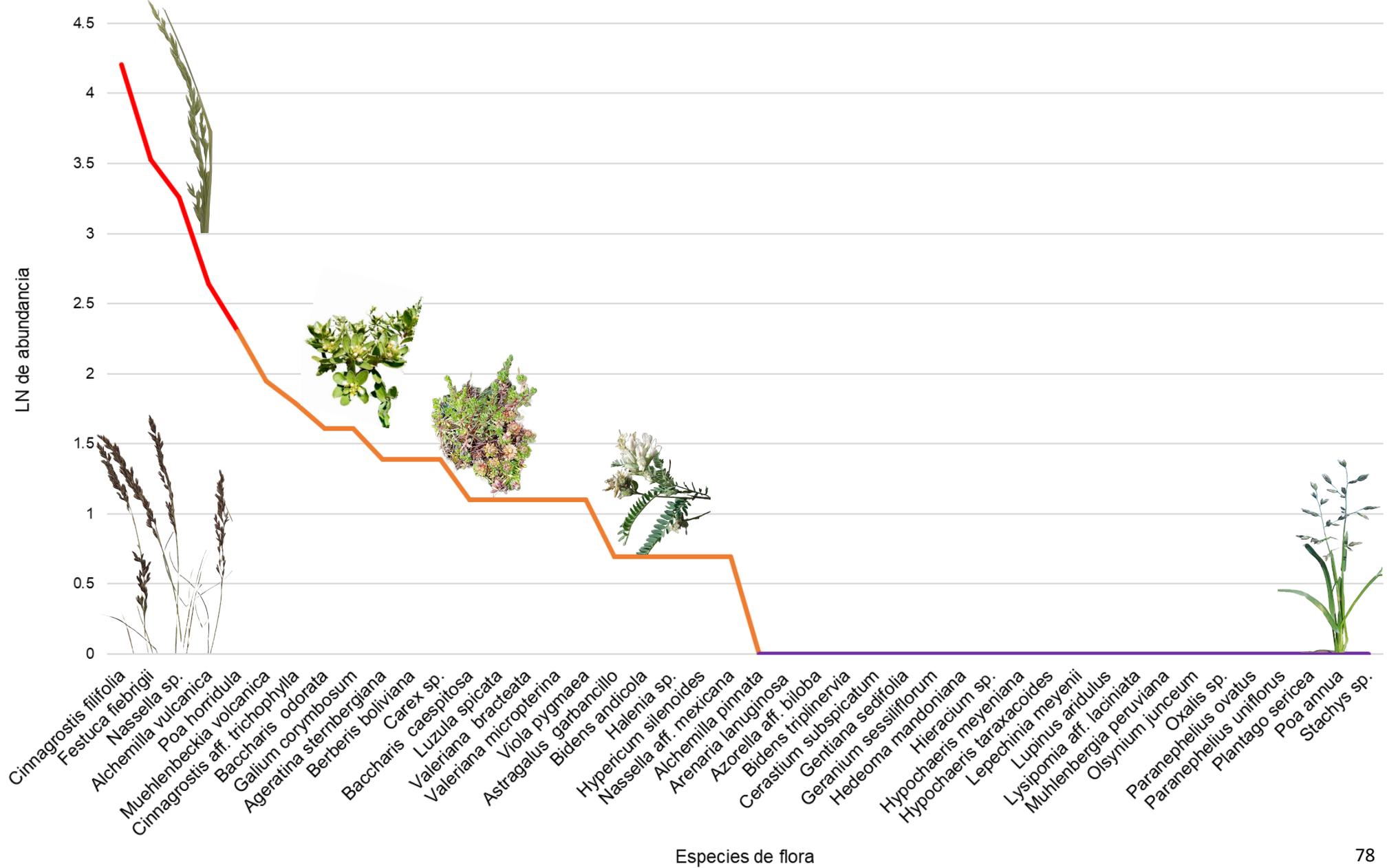


Figura 29

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área incendiada de Tambomachay



La flora registrada en Tambomachay, en el área incendiada es después de 2 años del impacto del incendio forestal. En las figuras N°28 y N°29, se observa que la especie *Festuca fiebrigii* (N) se encuentran en ambas áreas, dentro de las especies más abundantes, siendo resistente al incendio forestal, a diferencia de las especies *Baccharis odorata* (N) y *Astragalus garbancillo* (N), siendo las más abundantes en el área no incendiada, bajaron su abundancia a intermedia, en el área incendiada, por lo que no son tan susceptibles a los suelos incendiados, otras especies como *Cinnagrostis filifolia* (N) (la más abundante en el área incendiada) y *Nassella sp.*, especies que se encuentran en abundancia intermedia en el área no incendiada, aumentaron su abundancia en el incendiado, por lo que se adaptan bien a suelos impactados por incendios. Algunas especies menos abundantes que destacan para el área no incendiada son *Neobartsia camporum* (N), *Poa horridula* (N), *Senecio sp.* y para el área incendiada son *Plantago seríce*a (N), *Poa annua* (EX), *Stachys sp.*

Figura 30

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no Incendiada del Cerro Pícol

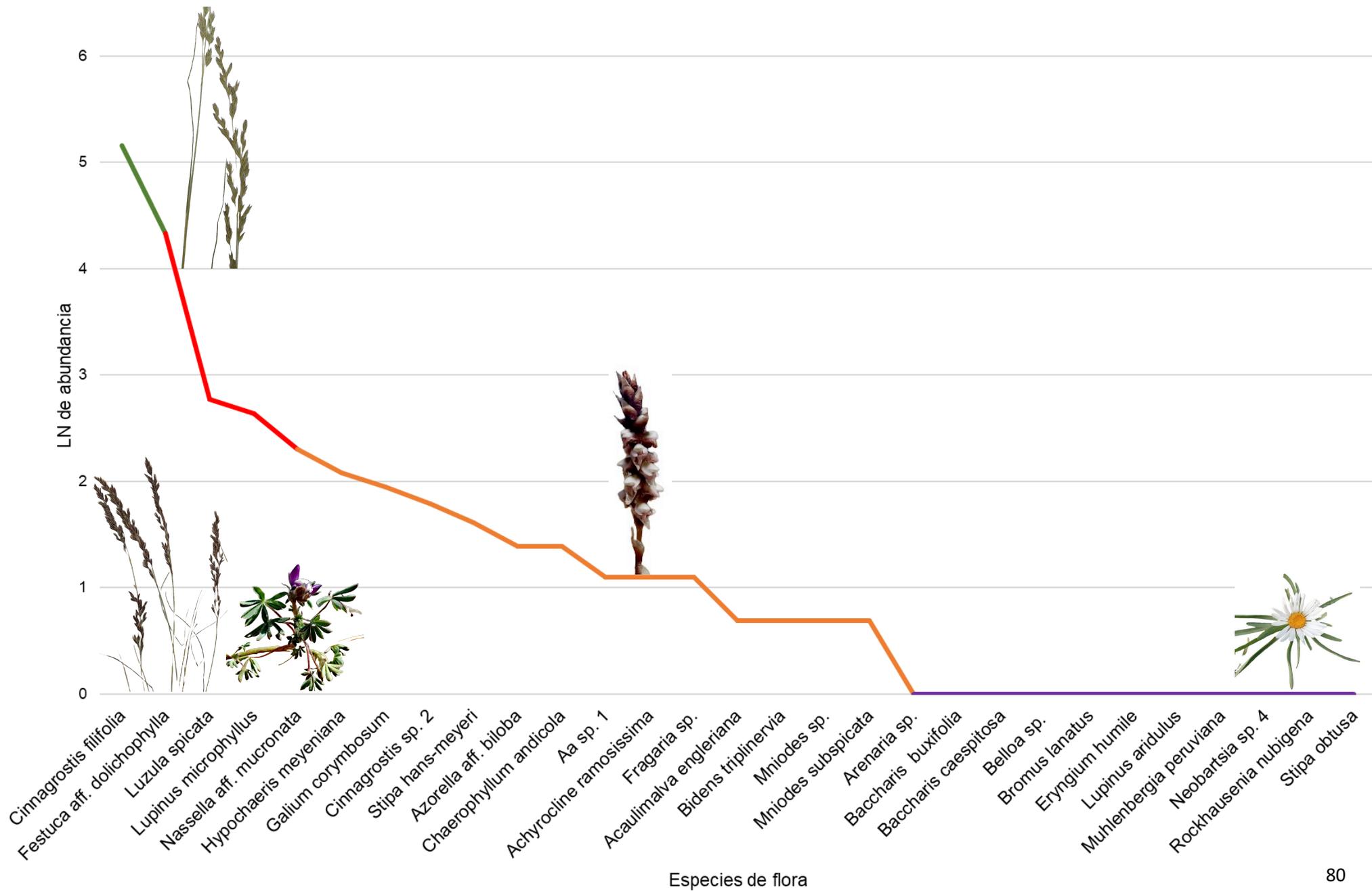
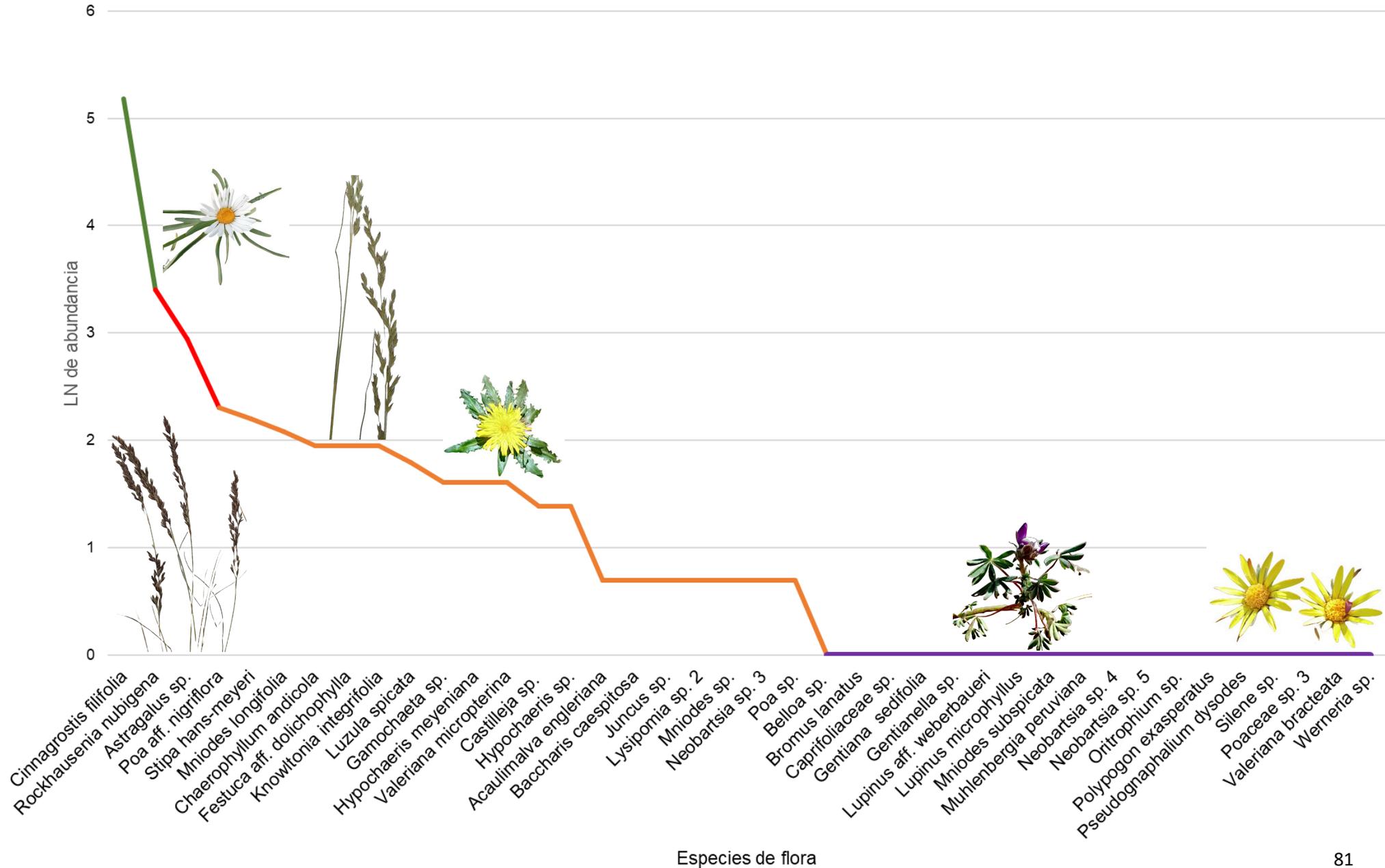


Figura 31

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área Incendiada del Cerro Pícol



La flora registrada en Cerro Pícol, en el área incendiada es después de 3 años del impacto del incendio forestal. En las figuras N°30 y N°31 se observa que la especie más abundante en ambas áreas es *Cinnagrostis filifolia* (N), por lo que esta especie es resistente y se está igualando a la abundancia del área no incendiada, las especies como *Festuca aff. Dolichophylla* (N) y *Luzula spicata* (EX), las más abundantes en el área no incendiada, bajaron su abundancia a un nivel intermedio en el área incendiada, por lo que son especies no tan susceptibles que se adaptan a suelos incendiados, a diferencia de la especie *Lupinus microphyllus* (presente dentro de la flora de abundancia intermedia, en el área no incendiada), bajo demasiado su abundancia, colocándose dentro de las especies menos abundantes en el área incendiada, siendo susceptible a las perturbaciones como el incendio forestal, la especie *Rockhausenia nubigena* (N) (presente dentro de la flora menos abundantes en el área no incendiada), subió demasiado su abundancia, colocándose dentro de las más abundantes en el área incendiada, dando a entender que se adapta mejor a áreas con menor cobertura con mayor luminosidad e incidencia del sol, esta misma especie, *Neobartsia sp. 4* y *Stipa obtusa* (N) son algunas de las menos abundantes en el área no incendiada y para el área incendiada son *Poaceae sp. 3*, *Valeriana bracteata* (EX), *Werneria sp.*

Figura 32

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no Incendiada de Qontay Mocco

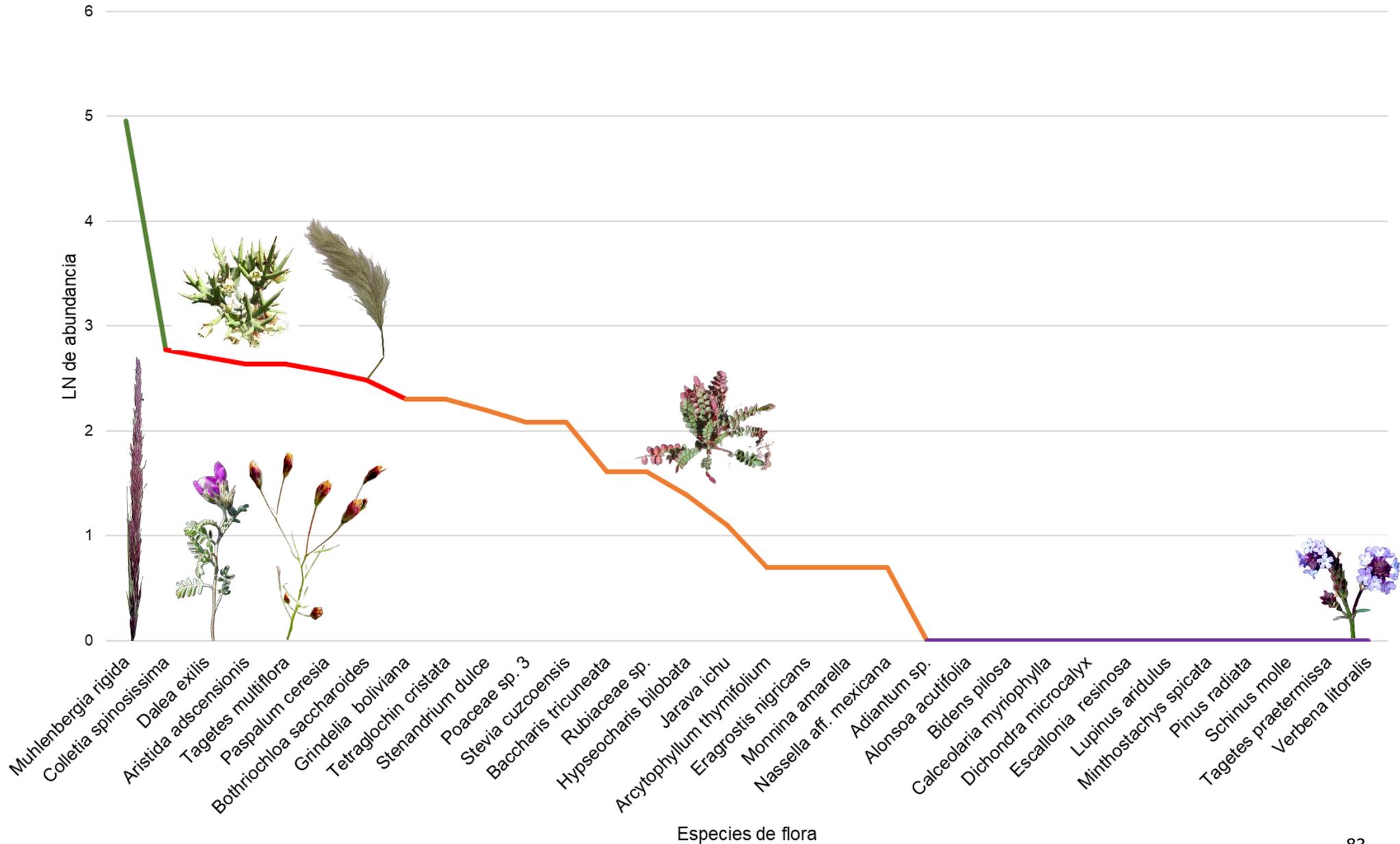
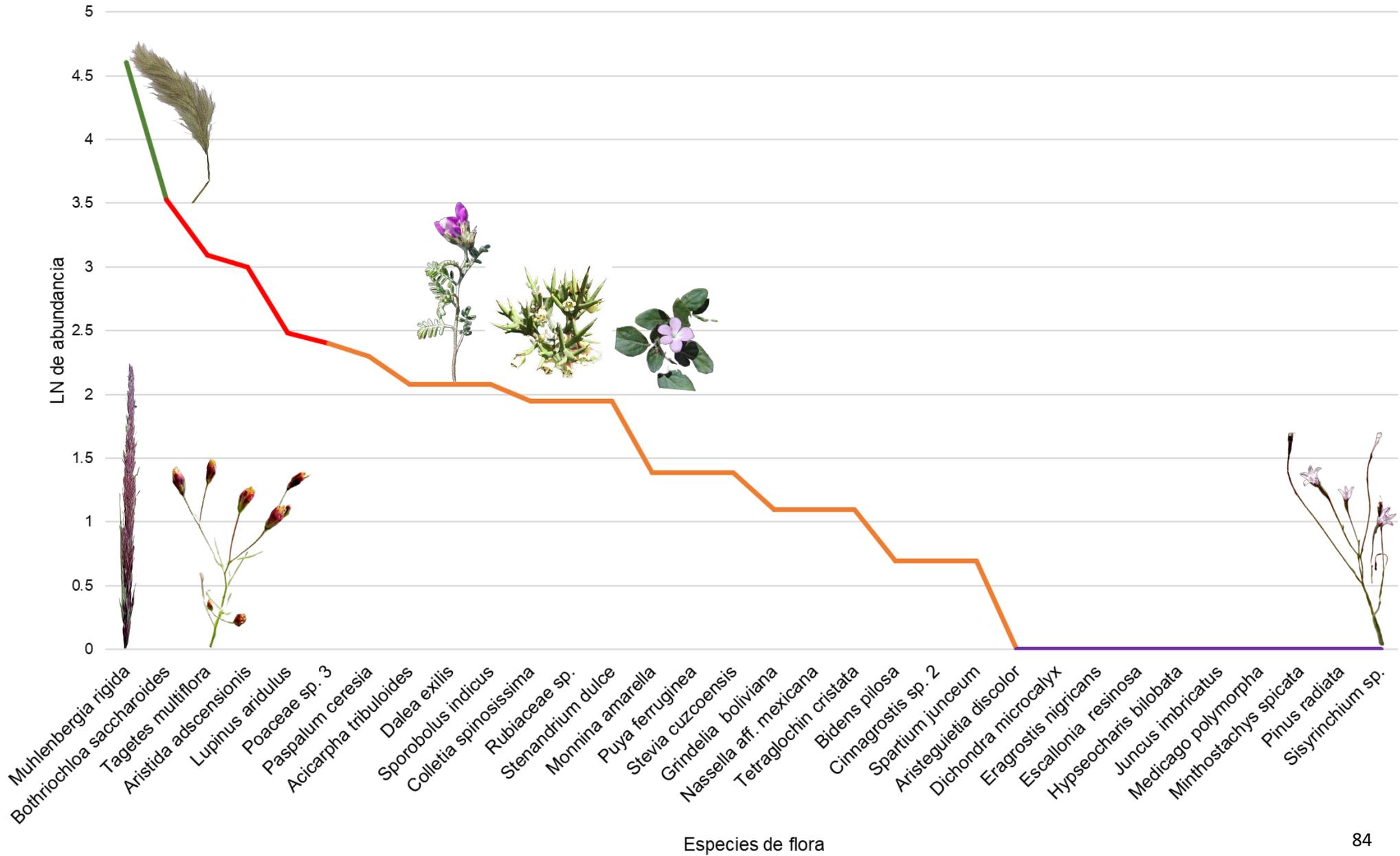


Figura 33

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área Incendiada de Qontay Mocco



La flora registrada en Qontay Mocco, en el área incendiada es después de 4 años del impacto del incendio forestal. Las figuras N°32 y N°33, muestra que la especie más abundante en ambas áreas es *Muhlenbergia rigida* (N), *Aristida adscensionis* (N) y *Tagetes multiflora* (N), siendo las especies con mayor resistencia al incendio, en el área incendiada se encuentra especies como: *Colletia spinosissima* (N) y *Dalea exilis* (N) (presentes dentro de la flora más abundantes en el área no incendiada) que bajaron su abundancia a nivel intermedio por lo que no son tan susceptibles a los incendios, pero si superadas por otras especies, dentro del área incendiada se encuentra la especie *Bothriochloa saccharoides* (N), posicionado dentro de la flora de abundancia intermedia, en la cual en el área incendiada es la segunda especie más abundante, por lo que este efecto no solo puede estar relacionado por el incendio forestal, sino por acciones antrópicas como el pastoreo de ovinos, plantación de especies exóticas, como se observó en campo. Algunas especies menos abundantes que destacan para el área no incendiada son *Schinus molle* (N), *Tagetes praetermissa* (Ex), *Verbena litoralis* (N). y para el área incendiada son *Minthostachys spicata* (N), *Pinus radiata* (EX), *Sisyrinchium* sp.

Figura 34

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área no Incendiada del Mirador de Huayllapampa

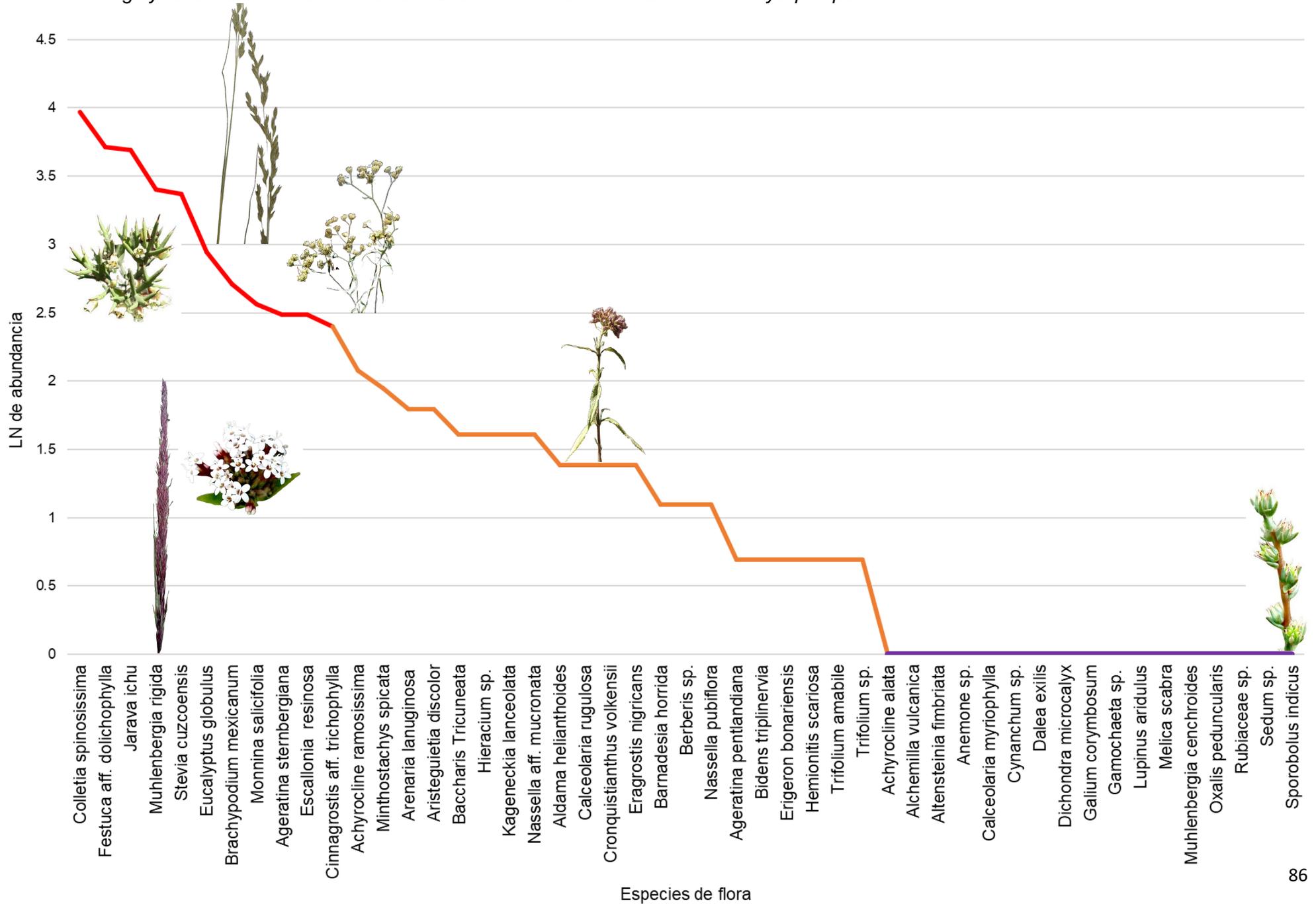
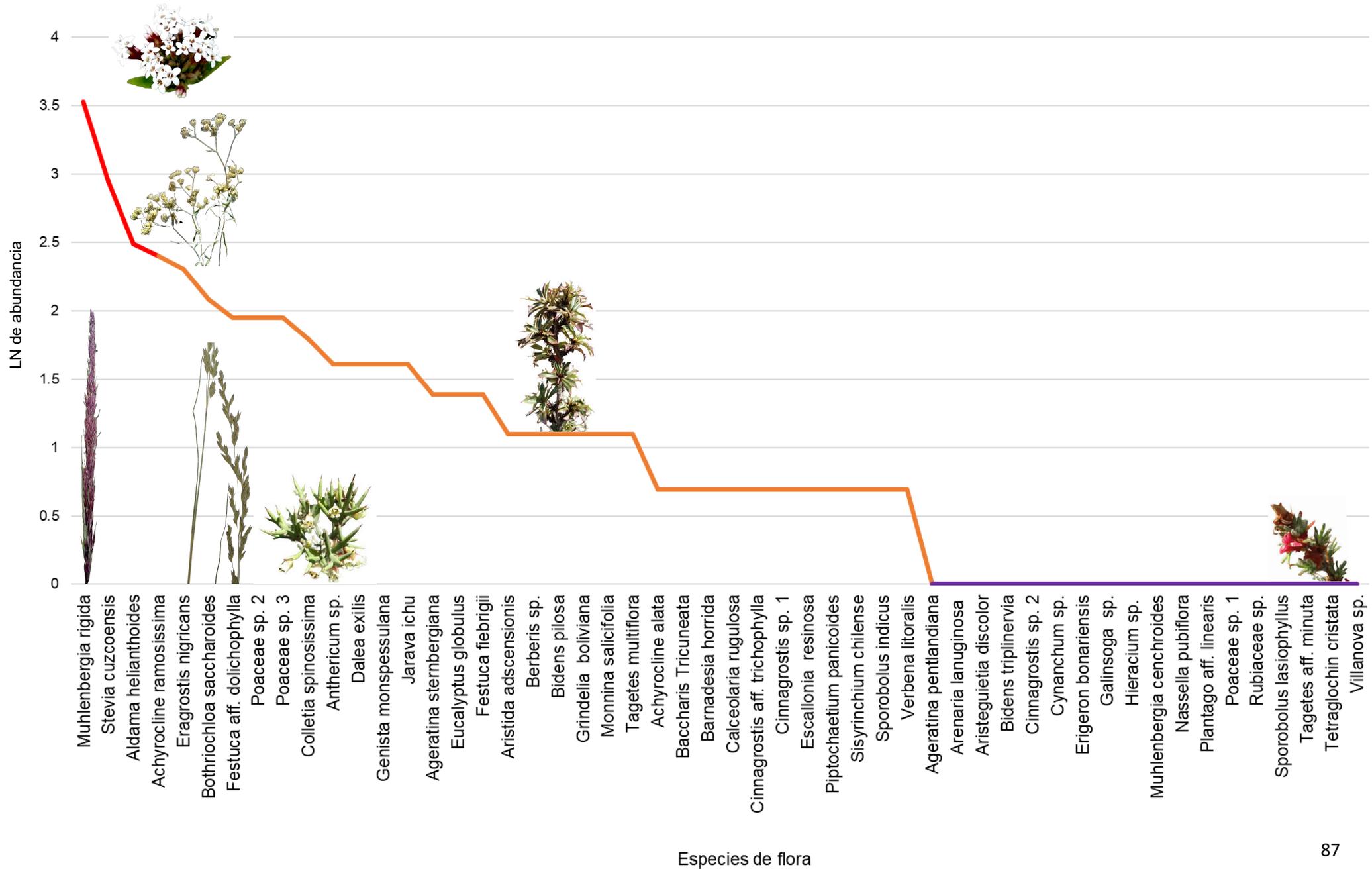


Figura 35

Curva de Rango y Abundancia de las Plantas del Área Incendiada del Mirador de Huayllapampa

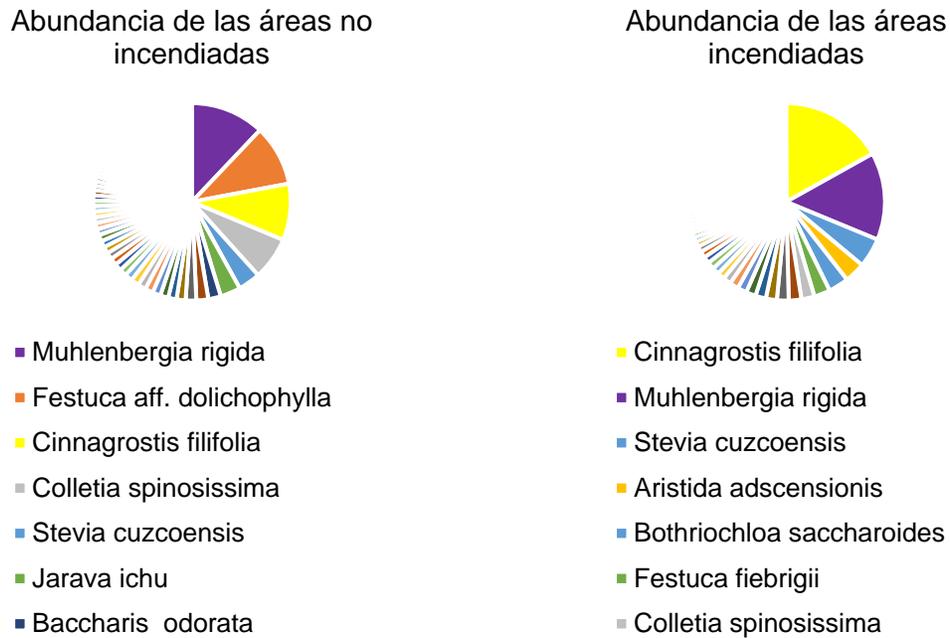


La flora registrada en Mirador de Huayllapampa, en el área incendiada es después de 5 años del impacto del incendio forestal. La figura N°34 y N°35, muestra que las especies más abundantes para el área no incendiada e incendiada son *Muhlenbergia rigida* (N) y *Stevia cuzcoensis* (E), siendo las más resistentes a los incendios forestales, las especies como *Colletia spinosissima* (N), *Festuca aff. dolichophylla* (N), *Jarava ichu* (N), siendo parte de la flora más abundante en el área no incendiada, bajaron su abundancia a nivel intermedio en el área incendiada por lo que son especies no tan susceptibles a los incendios, dentro del área no incendiada las especies como *Achyrocline ramosissima* (N) y *Aldama helianthoides* (N), presentes en la flora de abundancia intermedia, se posicionaron junto a las especies más abundantes en el área incendiada, por lo que se adaptaron mejor a suelos incendiados. Algunas de las menos abundantes para el área no incendiada son: *Rubiaceae sp.*, *Sedum sp.*, *Sporobolus indicus* (N) y en la incendiada son *Tagetes aff. minuta*, *Tetraglochin cristata* (N), *Villanova sp.*

Dentro de las especies más abundantes en los lugares de estudio se encuentra la especie endémica (E) *Stevia Cuzcoensis*, según Beltrán et al. (2006), se encuentran dentro de los departamentos de Arequipa y Cusco, se realizó la revisión de la página plantas del mundo (POWO) <https://powo.science.kew.org/results?>, donde se observa que la mayoría de especies registradas son nativas(N) de Cusco y entre las especies menos abundantes se encuentran algunas especies exóticas (EX) como *Hypochaeris Chondrilloides*, *Poa annua*, *Valeriana bracteata*, *Tagetes praetermissa*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, se revisó la Categorización de especies amenazadas de flora silvestre del decreto supremo N.º 043-2006-AG en la que se encontró que la especie *Kageneckia lanceolata*, *Polylepis racemosa*, se encuentran en peligro crítico, en peligro se encuentra la especie *Krameria lappacea*, en vulnerable se encuentra la especie *Escallonia resinosa*, en casi amenazado se encuentran las especies *Tecoma stans*, *Salvia oppositiflora*, *Acaulimalva engleriana*.

Figura 36

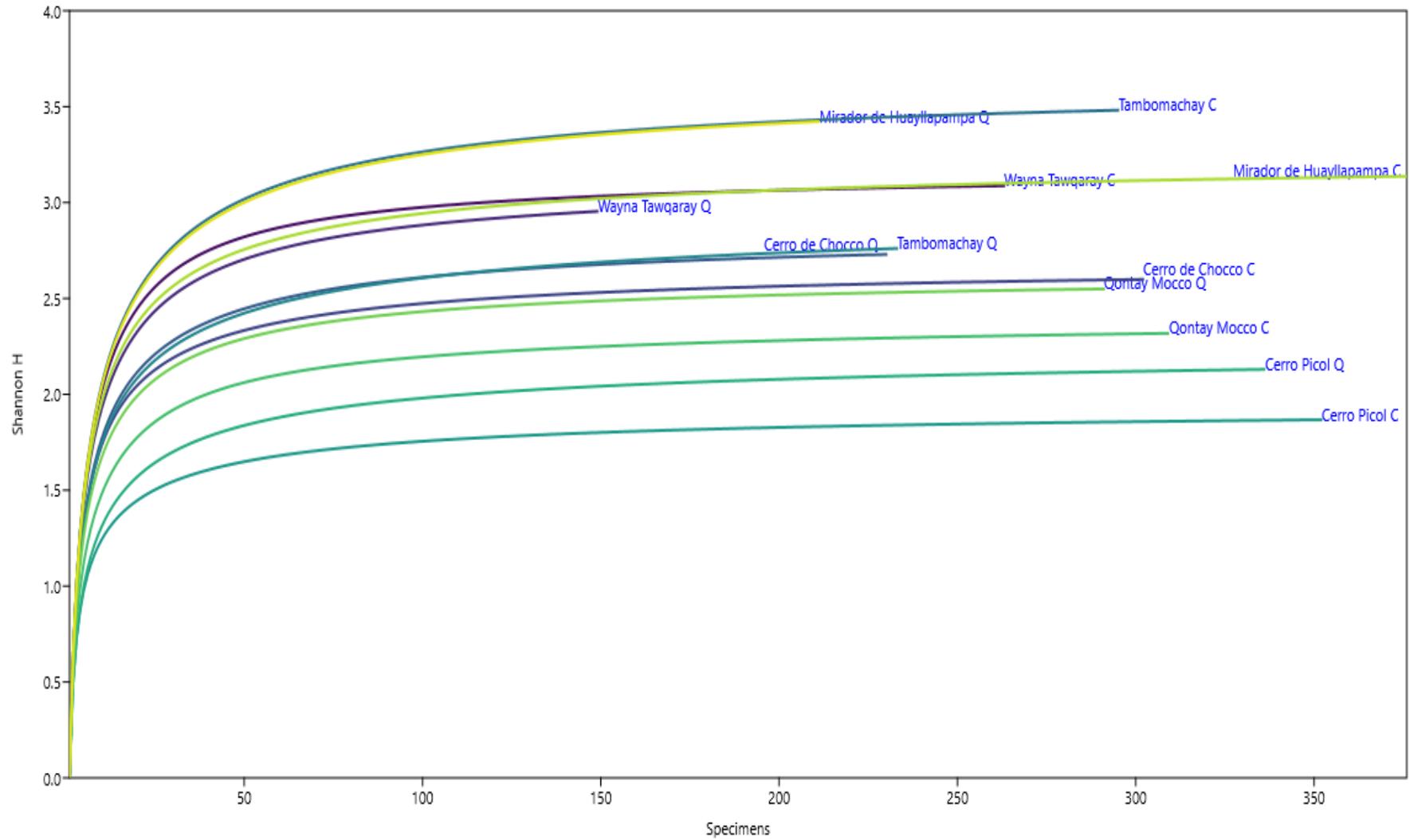
Especies más abundantes de las áreas no incendiadas e incendiadas



Las especies más abundantes de las áreas no incendiadas e incendiada son *Muhlenbergia rigida*, *Cinnagrostis filifolia*, aparte para las áreas no incendiadas son *Festuca aff. dolichophylla* y *colletia spinosissima*, Las especies con mayor presencia en la mayoría de los lugares de colecta de flora son *Stevia cuzcoensis*, *Colletia spinosissima*, *Muhlenbergia rigida*, *Festuca aff. dolichophylla*, como se observa la vegetación predominante es de ecosistemas de pajonal de puna húmeda, matorral andino como fue descrita para la cuenca del río Huatanay.

Figura 37

Análisis comparativo de las 6 áreas de diversidad de flora por la curva de rarefacción



*C = Área no incendiada, Q = Área incendiada

En la figura N°37, se puede observar que por el índice de Shannon los lugares con mayor diversidad son Tambomachay del área no incendiada y Mirador de Huayllapampa del área incendiada, al igual como se observa en la curva de rarefaccion son los lugares que tienen mayores valor de diversidad, a diferencia del cerro Pícol del área no incendiada que tiene la menor diversidad y riqueza de especies (29), que las demás áreas estudiadas.

Las áreas estudiadas en la cuenca del río Huatanay con mayor diversidad de acuerdo al índice de Simpson, Shannon, son Wayna Tawqaray, Tambomachay el área control y mirador de Huayllapampa el área incendiada, se observó en campo que estos lugares preservan aun gran cantidad de especies, a pesar de la erosión del suelo, deforestación, uso del suelo para la agricultura, y el lugar con menor diversidad es el cerro Pícol del área no incendiada, se presencia la menor cantidad de especies, cabe recalcar que los lugares de estudio presentan diferentes ecosistemas, como pajonal, matorral, bofedal y las diferencias de diversidad podrían, no solo ser por los incendios forestales sino también a otros factores como las estaciones, acciones antropicas, microclimas, etc

3.2.4. U de Mann Whitney

Para saber si existe o no diferencia significativa de los valores de riqueza de especies de flora entre el área no incendiada e incendiada, podemos plantearnos las siguientes hipótesis:

H0: No hay diferencia significativa entre la riqueza del área no incendiada e incendiada

HA: Hay diferencia significativa entre la riqueza del área no incendiada e incendiada

Tabla 10

Resumen de prueba de hipótesis de la prueba u de Mann-Whitney de la riqueza de especies del área no incendiada e incendiada

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Riqueza es la misma entre las áreas no incendiada e incendiada	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,589	Aceptar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.			

Se puede observar que el valor de significancia ha sido superior a 0,05, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula, y rechazamos la alterna.

3.3. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en las 6 áreas no incendiadas e incendiadas

Tabla 11

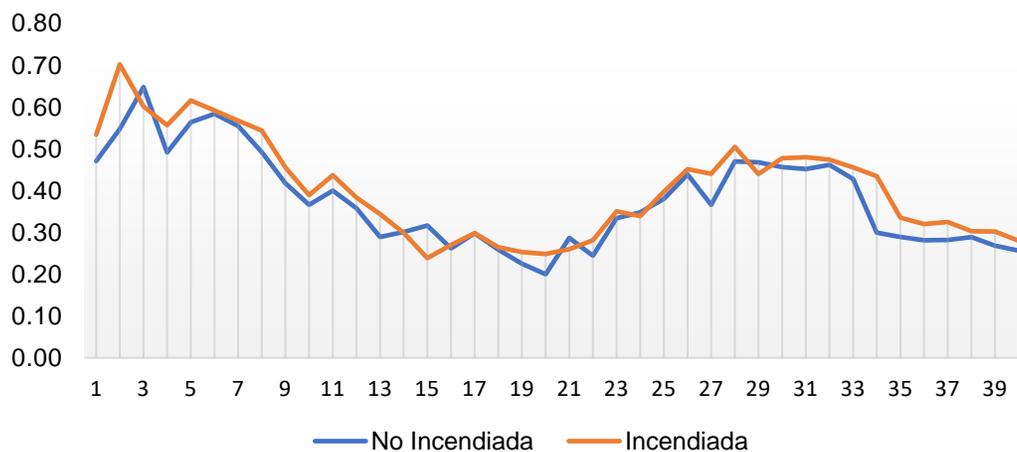
Estadísticos descriptivos del NDVI de Wayna Tawqaray del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	0.378	0.405
Mediana	0.361	0.393
Varianza	0.013	0.015
Desviación	0.112	0.120
Mínimo	0.199	0.238
Máximo	0.647	0.701
Rango	0.447	0.463

Se observa en la tabla N°11 que el promedio del valor de NDVI para el área no incendiada e incendiada en Wayna Tawqaray es de 0,4 dando como resultado presencia de vegetación moderada en ambas áreas, la varianza y desviación muestra que los valores tienen mayor dispersión, que van como mínimo datos desde 0,2 a datos como máximo de 0.7 como se muestra en la figura N°38.

Figura 38

Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada de Wayna Tawqaray



Como se observa en la figura N°38, los datos de NDVI del área control e incendiada se encuentran parejos, con valores que van desde 0,2 a 0,7, dando la presencia de una vegetación escasa, moderada y densa en ambas áreas.

El índice de NDVI para Wayna Tawqaray con estudio después de 8 meses, del incendio forestal, se encuentran parejos en el área no incendiada e incendiada, con valor promedio de vegetación moderada, donde se observa que el incendio suscitado no destruyó toda la vegetación, siendo superficial, como dice Villers Ruiz (2009), son incendios que queman los estratos herbáceos y arbustivos sin que los consuma por completo, como se observó en campo, que la vegetación arbustiva y vegetación como la *puya ferrugínea* brotaba del tronco quemado y la vegetación herbácea se encuentra colonizando el área incendiada con una rapidez, habiendo disminuido áreas desnudas como se observa en la figura N°39.

Figura 39

Crecimiento de la vegetación en Wayna Tawqaray después del incendio y el estado actual del área no incendiada



Wayna Tawqaray, área incendiada



Wayna Tawqaray, área no incendiada

Tabla 12

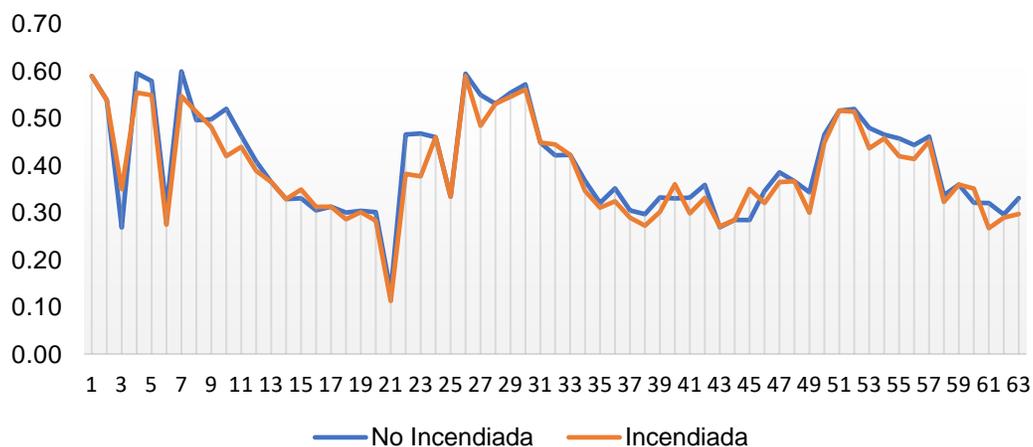
Estadísticos descriptivos del NDVI del cerro de Chocco del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	0.403	0.388
Mediana	0.366	0.364
Varianza	0.011	0.010
Desviación	0.105	0.101
Mínimo	0.130	0.110
Máximo	0.600	0.590
Rango	0.470	0.480

La tabla N°12, muestra que el promedio del valor de NDVI para el área no incendiada e incendiada en Cerro de Chocco es de 0,4 dando como resultado presencia de vegetación moderada en ambas áreas, la varianza y desviación muestra que los valores tienen mayor dispersión, respecto a la media, que van como mínimo datos desde 0,1 a datos como máximo de 0.6 como se muestra en la figura N°40.

Figura 40

Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada del Cerro de Chocco



Como se observa en la figura N°40, los datos de NDVI del área no incendiada e incendiada se encuentran parejos, con valores que van desde 0,1 a 0,6, dando la presencia de suelos desnudos, vegetación escasa y moderada en ambas áreas.

El estudio en Cerro de Chocco, se realizó después de 1 año del suceso del incendio forestal en la que el índice de NDVI en ambas áreas es igual con un valor de vegetación moderada, en el campo se observó que las plantas arbustivas crecían de la base quemada, dando a conocer que el incendio suscitado es superficial, el área incendiada se encuentra con mayor abundancia de especies herbáceas, pocos arbustos (figura N° 41), habiendo solo 2 a 3 árboles de *Eucalyptus globulus*, a diferencia del área no incendiada en la que es un área con plantaciones de esta especie en mayor cantidad, se evidencio en el suelo la tala y transporte de esta especie, causando erosión, por tanto disminución de abundancia de las especies nativas.

Figura 41

Crecimiento de la vegetación en el Cerro de Chocco después de 1 año del incendio y el estado actual del área no incendiada



Cerro de Chocco, área incendiada



Cerro de Chocco, área no incendiada

Tabla 13

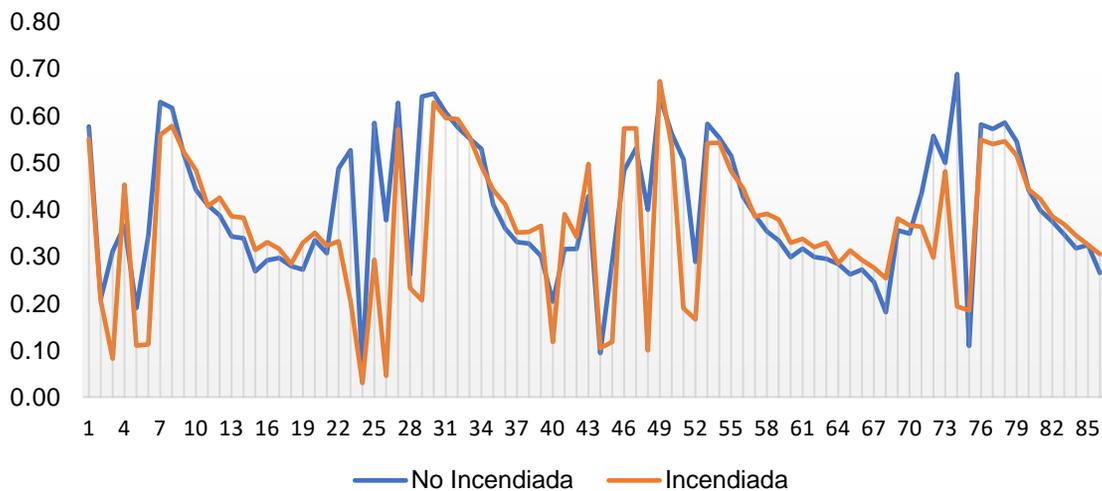
Estadísticos descriptivos del NDVI de Tambomachay del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	0.399	0.366
Mediana	0.362	0.364
Varianza	0.020	0.022
Desviación	0.142	0.149
Mínimo	0.060	0.030
Máximo	0.690	0.670
Rango	0.620	0.640

Se observa en la tabla N°13, que el promedio del valor de NDVI para el área no incendiada e incendiada en el área Tambomachay es de 0,4 dando como resultado presencia de vegetación moderada en ambas áreas, la varianza y desviación muestra que los valores son dispersos que van como mínimo datos desde 0,03 a datos como máximo de 0.7 como se muestra en la figura N°42.

Figura 42

Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada de Tambomachay



Como se observa en la figura N°42, los datos de NDVI del área no incendiada e incendiada se encuentran parejos, con valores que van desde 0,03 a 0,7, dando la presencia de suelos desnudos y vegetación escasa, moderada y densa en ambas áreas.

El estudio en Tambomachay, se realizó después de 2 años del suceso del incendio forestal, el promedio del valor de NDVI es igual en ambas áreas, con una vegetación moderada, el área incendiada como se observa en la figura N°43 se encuentra colonizada por un gran parte de plantas herbáceas y pocas especies de arbustos, aun se nota la cicatriz del incendio en este tipo de plantas, en el área no incendiada, la vegetación es más abundante, aunque muchos de esas áreas están siendo reemplazados por cultivos y pastoreo de llamas y ovejas.

Figura 43

Vegetación de Tambomachay después de dos años del incendio y el estado actual del área no incendiada



Tambomachay, área incendiada



Tambomachay, área no incendiada

Tabla 14

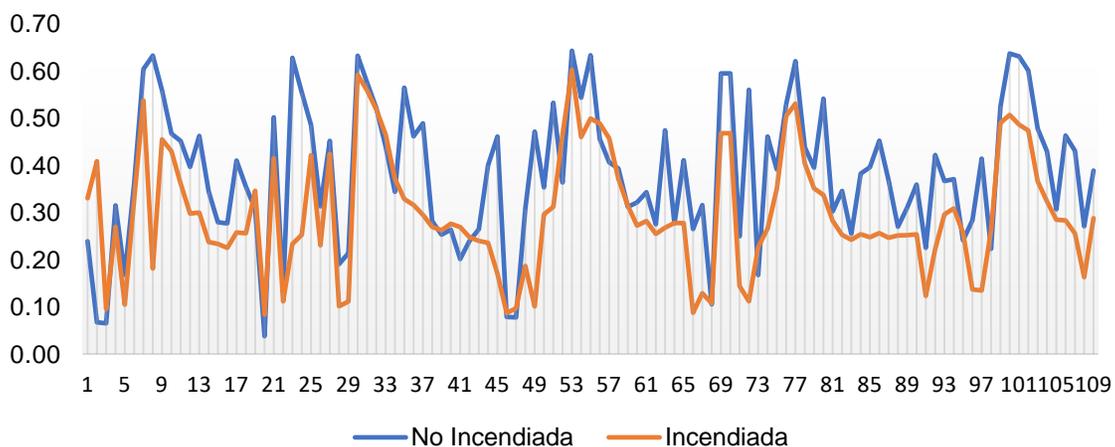
Estadísticos descriptivos del NDVI del Cerro Pícol del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	0.382	0.298
Mediana	0.389	0.276
Varianza	0.021	0.016
Desviación	0.146	0.127
Mínimo	0.040	0.080
Máximo	0.640	0.600
Rango	0.600	0.520

Se observa en la tabla N°14, que el promedio del valor de NDVI del cerro Pícol, para el área no incendiada es 0,4 y para el área incendiada es 0,3, dando como resultado presencia de vegetación moderada para el área no incendiada y vegetación escasa o dispersa para el área incendiada, la varianza y desviación muestra que los valores muy dispersos que van como mínimo datos desde 0,04 a datos como máximo de 0.6 como se muestra en la figura N°44.

Figura 44

Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada del Cerro Pícol



Como se observa en la figura N°44, los valores de NDVI del área no incendiada e incendiada van desde 0,04 a 0,7, dando para el área no incendiada la presencia de suelos desnudos, vegetación

moderada y densa, para el área incendiada la presencia de suelos desnudos, vegetación escasa y densa.

El estudio en Cerro Pícol, se realizó después de 3 años del suceso del incendio forestal, el valor de NDVI para el área no incendiada es de 0,4 con vegetación moderada y para el área incendiada 0,3 con vegetación escasa, esta área se encuentra con menor número de individuos y vegetación de Poaceas no tan tupida como del área no incendiada, dejando que las especies pequeñas como las asteráceas *Rockhausenia nubigena*, tenga mayor incidencia del sol, en el área no incendiada las Poaceas son de mayor tamaño con cobertura continua como se observa en la figura N°45.

Figura 45

Vegetación del cerro Pícol después de tres años del incendio y su estado actual del área no incendiada



Cerro Pícol, área incendiada



Cerro Pícol, área no incendiada

Tabla 15

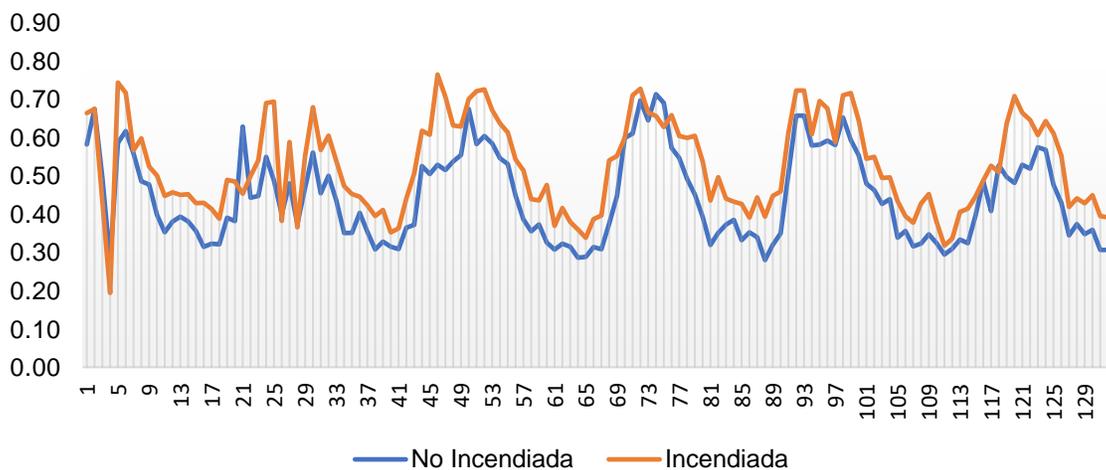
Estadísticos descriptivos del NDVI de Qontay Mocco del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	0.445	0.525
Mediana	0.429	0.504
Varianza	0.013	0.015
Desviación	0.115	0.121
Mínimo	0.280	0.190
Máximo	0.710	0.760
Rango	0.440	0.570

Se observa en la tabla N°15, que el promedio del valor de NDVI para el área no incendiada e incendiada en el área Qontay Mocco es de 0,5 dando como resultado presencia de vegetación moderada en ambas áreas, la varianza y desviación muestra que los valores tienen mayor dispersión, que van como mínimo datos desde 0,2 a datos como máximo de 0.8 como se muestra en la figura N°46.

Figura 46

Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada de Qontay Mocco



Como se observa en la figura N°46, los datos de NDVI del área no incendiada e incendiada se encuentran diferentes, donde el área incendiada es superior en valores de NDVI, con valores que van desde 0,2 a 0,8, dando la presencia de vegetación escasa, moderada y densa, igualmente para el área no incendiada con valores de 0.3 a 0.7.

El estudio en Qontay Mocco, se realizó después de 4 años del incendio forestal, el valor promedio de NDVI para ambas áreas es igual, de 0,5 con una vegetación moderada, el área incendiada se encuentra con vegetación crecida, pero respecto a la cobertura es escasa (figura N°47), hay presencia de pocas *Puya Ferruginea* en áreas restringidas, en las laderas, donde no hay acceso a las acciones antrópicas como el pastoreo de ovejas, erosión del suelo, estas actividades es igualmente en el área no incendiada, por lo que no están permitiendo el crecimiento normal de las especies, en ambas áreas hay la presencia de plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus* (en crecimiento) (figura 47), dando mayor presencia de vegetación.

Figura 47

Vegetación de Qontay Mocco después de 4 años del incendio y vegetación del área no incendiada



Qontay Mocco, área incendiada



Qontay Mocco, área no incendiada

Tabla 16

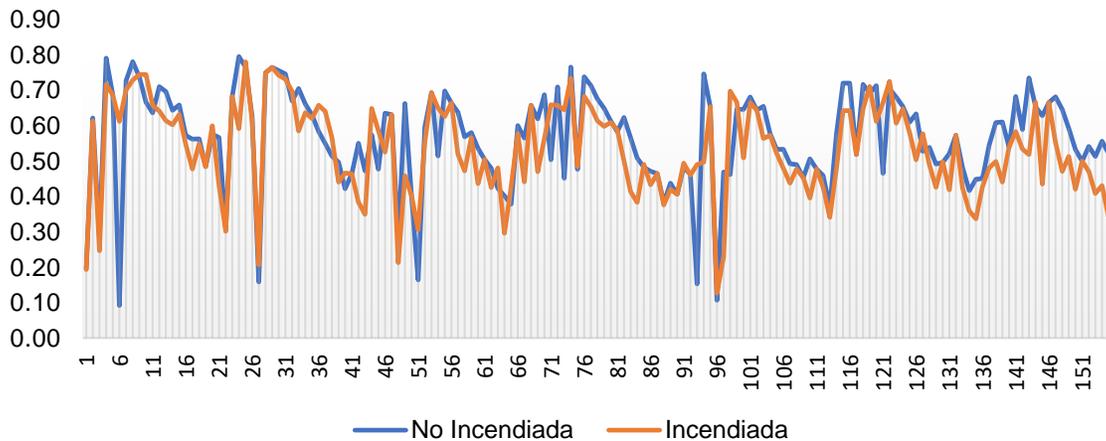
Estadísticos descriptivos del NDVI del mirador de Huayllapampa del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	0.564	0.533
Mediana	0.575	0.533
Varianza	0.019	0.017
Desviación	0.137	0.130
Mínimo	0.090	0.130
Máximo	0.790	0.780
Rango	0.700	0.650

Se observa en la tabla N°16, que el promedio del valor de NDVI del Mirador de Huayllapampa, para el área no incendiada es 0,6 y para el área incendiada es 0,5, dando como resultado presencia de vegetación moderada para ambas áreas, la varianza y desviación muestra que los valores son heterogéneos o dispersos que van como mínimo datos desde 0,1 a datos como máximo de 0.8 como se muestra en la figura N°48.

Figura 48

Valores de NDVI para el área no incendiada e incendiada del Mirador de Huayllapampa



Como se observa en la figura N°48, los datos de NDVI del área no incendiada e incendiada se encuentran casi parejos, con valores que van desde 0,1 a 0,8, dando la presencia de suelos desnudos, vegetación escasa, moderada y densa, para ambas áreas.

El estudio en el Mirador de Huayllapampa, se realizó después de 5 años del suceso del incendio forestal, el valor promedio de NDVI para ambas áreas es vegetación moderada, el área incendiada se encuentra a mayor exposición del sol a diferencia del área no incendiada que se encuentra en la ladera de difícil acceso, en ambas áreas hay vegetación crecida de arbustos como *Barnadesia horrida*, *Berberis sp.*, *Scallonia resinosa*, *Barnadesia horrida*, especies herbáceas y plantaciones de *Eucalyptus globulus* con mayor cobertura, donde se observó que hay rastros de deforestación de esta especie, en el área incendiada se muestra la mayor erosión del suelo, con huellas erosivas por toda la zona central del lugar.

Figura 49

Vegetación después de 5 años del incendio forestal del mirador de Huayllapampa y el estado actual del área no incendiada



Mirador de Huayllapampa, área incendiada

Mirador de Huayllapampa, área no incendiada

Los 6 lugares estudiados en la cuenca del río Huatanay, para el NDVI se encuentran dentro de los valores de vegetación moderada a excepción del área incendiada del cerro Picol que se encuentra dentro de vegetación escasa, se puede observar que los incendios suscitados en los años 2022 y 2021, en Wayna Tawqaray y Cerro de Chocco, fueron incendios superficiales en la que no llegaron a consumir toda la vegetación, como se observó en campo hay cicatrización de la marca del incendio en la base de algunas especies leñosas o sub- arbustivas, respecto los demás años del 2017 al 2020, no se sabría, pero después de los incendios actualmente se encuentran con vegetación moderada a diferencia del área incendiada del Cerro Picol, que aparte del incendio otros factores antrópicos estarían afectando al lugar.

3.3.1. U de Mann Whitney

Para saber si existe o no diferencia significativa de los valores del NDVI del área no incendiada e incendiada, podemos plantearnos las siguientes hipótesis:

H0: No hay diferencias significativas entre el promedio NDVI del área no incendiada e incendiada

HA: Hay diferencia significativa entre el promedio NDVI del área no incendiada e incendiada

Tabla 17

U de Mann Whitney y significancia de los valores del NDVI de las áreas incendiadas y áreas no incendiadas

Estadísticos de Prueba	Wayna Tawqaray	Cerro del Chocco	Tambomachay	Cerro Picol	Cerro Qontay Mocco	Mirador de Huayllapampa
U de Mann-Whitney	699,000	1,810,000	3,371,000	3,888,500	5,375,000	10,076,000
Z	-0.97	-0.85	-1.00	-4,407.00	-5,380.00	-2,454.00
Sig. asintótica(bilateral)	0.33	0.40	0.31	0.00	0.00	0.01

Los lugares como Wayna Tawqaray, Cerro del Chocco, Tambomachay, no difieren significativamente los valores del NDVI, a diferencia de los lugares Cerro Picol, Cerro Qontay Mocco, Mirador de Huayllapampa que si hay una diferencia significativa del área no incendiada e incendiada.

Tabla 18

Resumen de prueba de hipótesis de la prueba u de Mann-Whitney de las medias de NDVI de las áreas

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución promedio NDVI es la misma entre las categorías de áreas.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,818	Aceptar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.			

Se puede observar que el valor de significancia ha sido superior a 0,05, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula, y rechazamos la alterna.

Tabla 19

Promedio de los valores de NDVI media de las áreas no incendiada e incendiada

Lugares	Media NDVI	
	Área no Incendiada	Área incendiada
Wayna Tawqaray	0,38	0,41
Cerro de Chocco	0,40	0,39
Tambomachay	0,40	0,37
Cerro Picol	0,38	0,30
Qontay Mocco	0,45	0,53
Mirador de Huayllapampa	0,56	0,53
Promedio	0,43	0,42

El promedio para ambas áreas es de 0,4, donde no hay diferencia significativa, con presencia de vegetación moderada para ambas áreas.

3.4. Discusiones

- En la cuenca del río Huatanay el promedio de áreas afectadas por los incendios ocupó en mayores hectáreas en los años 2020 y 2021 con 142.31 ha y 142,07 ha y la pérdida total del 2017 al 2022 es de 16220.48 ha que correspondería a 33.33 %. Con respecto al estudio de Mendoza A. et al., en 2022, en el estudio de la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante el periodo de 2019 al 2021 en San Jerónimo, usando el Índice Normalizado de Área Quemada (NBR), dieron como resultado que se perdieron 500.07 ha, 117 ha, 1397.22 ha, respectivamente, siendo el año 2021 más significativo y en el estudio de Ticona V. en 2022 durante el periodo de 2015 al 2021, dio como resultado que total de afectado de la cobertura vegetal del río Huatanay es de 26,85 %.
- La diversidad en las áreas incendiadas, de distinta antigüedad (meses a 5 años) y no incendiadas es de media a alta en ambas áreas, con diferencias decimales, que son superiores en 4 áreas incendiadas y 2 en las áreas no incendiadas (Wayna Tawqaray y Tambomachay), Verzino G. et al. En 2005 en la ladera occidental de las Sierras Chicas en la provincia de Córdoba - Argentina, en el bosque serrano, de distinta antigüedad (1,2,9 años), dieron como resultado que la diversidad es menor en los lugares incendiados a comparación de las áreas no incendiadas, aun después de 9 años y De La Cruz-Arango & Cóndor Alarcón en 2023, en los ecosistemas altoandinos de Ayacucho, distrito de Chiara, el índice de diversidad es baja en ambas áreas.
- De los 6 lugares estudiados, 4 áreas incendiadas, tienen mayor número de especies y solo dos áreas no incendiadas como Tambomachay y Qontay Mocco, es mayor el número de especies, De La Cruz-Arango & Cóndor Alarcón en 2023, en el estudio de la dinámica de regeneración natural de ecosistemas altoandinos perturbados por incendios en

Ayacucho, distrito de Chiara dieron como resultado que tuvo mayor número de especies las áreas incendiadas que las de sin impacto.

- Los incendios registrados en la cuenca del río Huatanay desde el año 2017 al 2022 son incendios ocasionados por la acción antrópica como lo afirma Vélez 2000, que la agricultura y la ganadera son las acciones principales del uso del fuego.
- Las especies con mayor presencia en la mayoría de los lugares estudiados tanto en el área no incendiada e incendiada, por el método de transectos por toque de intercepción son: *Stevia cuzcoensis*, *Colletia spinosissima*, *Muhlenbergia rigida* y *Festuca aff. dolichophylla*, siendo la especie en común con el estudio De La Cruz-Arango & Cóndor Alarcón en 2023, que dieron como resultado en Ayacucho, distrito de Chiara, usando el método del muestreo por transecto de banda, en zonas con y sin impacto, las especies más frecuentes en las áreas incendiada y sin impacto son: *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum*.
- El promedio del valor del NDVI del 2017 al 2022, para las áreas no incendiadas es de 0,428 y para las áreas incendiadas es de 0,419 unidades, lo que indica que para ambas áreas, existe moderada vegetación en estado sano, Barrientos R. en 2021, caracterizaron los bosques nativos mediante índices espectrales en la cuenca del Huatanay durante los meses de noviembre del 2020 a febrero de 2021, dio como resultado que el bosque con mayor valor de NDVI fue *Escallonia myrtilloides* con un valor de 0,238, *Escallonia resinosa* con 0,233, *Polylepis sp.* con 0,224, *Schinus molle* con 0,189 unidades, presentando vegetación con baja actividad fotosintética.
- Las áreas no incendiadas tienen una ligera menor diversidad que las áreas incendiadas, como se observó en campo, aparte de los impactos de incendios forestales, hay acciones antrópicas, como la plantación y tala de especies madereras como *Eucalyptus globulus*, ampliación de áreas para la agricultura, sobrepastoreo, que podrían estar afectando en

la diversidad de los ecosistemas. Como dice el autor Plana et al. (2016) que este tipo de acciones junto con alta intensidad de incendios, sequias va dar lugar a la eliminación del banco de semillas, degradación del suelo, por lo tanto, los 5 lugares de estudio aparte de Wayna Tawqaray, se encontrarían en un proceso de degradación de la originalidad de esas áreas. Por otro lado las áreas incendiadas que son ligeramente superiores en diversidad debería a que los incendios forestales a baja intensidad enriquecen los suelos con la ceniza (Plana et al., 2016), hay especies que son favorecidos por el incremento de la luminosidad, temperatura que tienen carácter oportunista que aprovechan el nitrógeno y los nutrientes, estas especies crecen en gran medida y después que los valores se normalizan, reducen su cobertura, además la colonización de especies pioneras los primeros 2 a 3 años es rápido que oscila entre 70% y 90 % que después de 8 a 10 años son reemplazados por especies representativas (De las Heras et al., 2008), las áreas estudiadas no llegan a completar este proceso por el mismo hecho de los incendios recurrentes.

CONCLUSIONES

1. El registro de los incendios forestales del 2017 al 2022, se encuentran en la mayoría de las áreas verdes de la cuenca del río Huatanay, con una distribución aleatoria, en la que los puntos calientes en función a la extensión (Ha) de incendios forestales de mayor magnitud al igual que los puntos vecinos se encuentran en los distritos de Oropesa y Lucre y los puntos calientes en función a la frecuencia de incendios del 2017 al 2022, se encuentran en los distritos de San Sebastián y San Jerónimo, así también hay otras áreas que presentan incendios de baja intensidad y menor ocurrencia de incendios que son no significativas.
2. Los lugares estudiados presentan una diversidad de flora de media a alta, en ambas áreas no incendiada e incendiada, con un registro para el área no incendiada de 136 especies, distribuidas en 42 familias, para el área incendiada 169 especies, distribuidas en 45 familias, en cuanto a la riqueza de especies en ambas áreas no hay diferencias significativas ($P > 0,05$)
3. Los valores promedio del NDVI muestran una moderada vegetación tanto para el área no incendiada e incendiada, en la que no hay diferencias significativas ($P > 0,05$), a excepción del área incendiada del Cerro Pícol, que presenta escasa vegetación con baja actividad fotosintética.

RECOMENDACIONES

- Realizar investigación en tiempo de secas y lluvias para la diversidad de especies de flora en las áreas de la cuenca del río Huatanay, para completar con las especies existentes.
- Realizar estudio de otras acciones antrópicas como la contaminación, sobrepastoreo, uso de áreas naturales para agricultura, plantación y tala de especies exóticas en la cuenca del río Huatanay.
- Realizar estudios de evapotranspiración de la vegetación después de los incendios forestales.
- Realizar estudios de condiciones meteorológicas favorables a los incendios forestales.
- Realizar un estudio más profundo enfocado en las especies indicadoras de incendios forestales, especies pirófitas, que hay dentro de las áreas incendiadas en la cuenca del río Huatanay.
- De acuerdo al estudio los lugares con mayor incidencia y ha de incendios forestales se generaron en Oropesa Y lucre, en la cual se debe tener dentro de las acciones de control y prevención por parte de las entidades.

BIBLIOGRAFIA

- Acera, M. A., García, M. A., & García, C. (2010). Las Nuevas Tecnologías en Educación Infantil. *Publicaciones Didácticas*, 107–307.
- Acosta, B. (2021). *Plantas sin semillas características y ejemplos*. Ecología verde.
<https://www.ecologiaverde.com/plantas-sin-semillas-caracteristicas-y-ejemplos-1944.html>
- Acosta, B. (2021). *Plantas vasculares: que son, características y ejemplos*. Ecología verde.
- Álvarez, F. (2005) *Estadística descriptiva*. Métodos Estadísticos Aplicados a las Auditorías Sociolaborales. [Archivo PDF].
- Argote, K. (2011). *Datos MODIS, descarga y pre-procesamiento*. [Archivo PDF].
- Atilio, E. (2020). Sucesión ecológica. Tendencias esperadas. *Editorial. Unca.edu.ar*.
- Barrientos, R. (2021). *Caracterización de los bosques nativos mediante índices espectrales en la cuenca del Huatanay, 2021* [Seminario de investigación, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]
- Beltrán, H., Granda, A., León, B., Sagástegui, A., Sánchez, I., Zapata, M. (2006). Asteraceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*.
- Berrick, S. (2023). *Servicio web RESTful de subconjuntos de productos terrestres MODIS y VIIRS*. https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1442312019-ORNL_DAAC.html
- Bloomfield, G. (2012). *Introducción a la perturbación, regeneración y sucesión de bosques tropicales* *Introducción. Elti* [Archivo PDF].
<https://elti.fesprojects.net/2013Azuelo/j.slusser.intro.pdf>
- Bonilla, R. (2001). *En prevención y control* [Archivo PDF]. https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/guia_incendios_Guat.pdf Bonilla, R. (2001).

- Cabezas, G. (2018). *Análisis de la severidad del incendio forestal en el parque nacional sierra la macarena usando landsat 8 y sentinel-2 caso de estudio 2018* [Tesis de investigación, universidad distrital francisco José de Caldas facultad de ingeniería, Bogotá].
- Capador Aguilar, Y. E., González Angarita, G. P., & Suarez Daza, P. A. (2021). *Análisis de la cobertura vegetal en incendios forestales mediante índices espectrales: caso de estudio Cerros Orientales (Bogotá, Colombia): español*. Avances: Investigación En Ingeniería.
- Capítulo 3: Medidas de centralización. (28 de agosto de 2023). *Medidas de centralización*. https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_JUNIO_2012/IF_CALDERON%20OTOYA_FCA/capitulo%203.pdf
- Carmona, V., Carmona, T. (2013). *La Diversidad de los Analisis de Diversidad*. Bioma [Archivo PDF].
- Castillo, M., Pedernera, P., & Peña, E. (2003). *Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global*. XIX (1), 44-53.
- Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres [cenepred]. (2021). *Escenario de Riesgo por Incendios Forestales de la Región Cusco*. Biblioteca SIGRID, 1-49.
- Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres [cenepred]. (2020). *Escenario de riesgo por incendios forestales* [Archivo PDF].
- Cisneros, D., Zúñiga, J., Pompa, M. (2018). *Actividad del fuego en áreas forestales de México a partir de sensores remotos y su sensibilidad a la sequía* [Archivo PDF].
- Cochrane, M. (2003). Ciencia del fuego para las selvas tropicales. *Revista Nature*. <https://www.nature.com/articles/nature01437>
- Comisión nacional forestal (2010). *Incendios forestales, guía práctica para comunicadores*

[Archivo PDF].

Costas, G. (2022). Gimnospermas: que son, características y ejemplos. *Revista Ciencia y Biología.com*.

Cubas, P. (2008). *Angiospermas (plantas con flores)* [Archivo PDF]. 1-8.

<https://docplayer.es/8026976-Angiospermas-plantas-con-flores.html>

Cuellar, R., Calvo, C. (2001). *Patrón de distribución espacial de Polylepis cf. Microphylla Weddell (Rosácea) en las microcuencas de Chacan y Huaccoto, sub cuenca del rio Huatanay* [Tesis de investigación, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]

Decreto supremo N° 043-2006-AG. (2006). Categorización de especies amenazadas de flora silvestre. *Revista El peruano*.

De La Cruz-Arango, J., & Cóndor Alarcón, R. (2023). Dinámica de regeneración natural post-incendio de ecosistemas altoandinos en el distrito de Chiara. Ayacucho-Perú. In *Journal of the Selva Andina Biosphere* (Vol. 11, Issue 1, pp. 6–21).

De las Heras, J., Martínez, J., Herranz, J. (2008). *Impacto Ecológico de los Incendios Forestales* [Archivo PDF].

Díaz, O. (2021). *Índices espectrales – NDWI* [Archivo PDF]. LinkedIn.

<https://es.linkedin.com/pulse/indices-espectrales-ndwi-oscar-alberto-diaz-bocanegra>

Escalante Espinosa, T. (2007). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Revista Ciencia y Cultura*, 14, 56–58.

Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., Montenegro, G. (2010). *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales* [Archivo PDF].

García, F., Casal, M., Pausas, J. (2018). *Ecología de la regeneración de zonas incendiadas*.

[Archivo PDF]

García, J. L., & Martínez, M. J. (2009). Biomasa y Biotecnología. *Revista Semaforo*, 45–47.

Gil, J., Cuta, L., Morales, M. (2018). *Capítulo I. Flora no Vascular* [Archivo PDF].

https://www.researchgate.net/publication/335389445_CAPITULO_I_FLORA_NO_VASCULAR
AR

Gonzalez, P. (2017). *Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna*.

Biblioteca del congreso nacional de Chile [BCN].

Hernandez, H. (2020). *Medidas de dispersión* [Archivo PDF]. [https://institutoclaret.cl/wp-](https://institutoclaret.cl/wp-content/uploads/2020/10/PPT-MEDIDAS-DE-DISPERSI%C3%93N.pdf)

[content/uploads/2020/10/PPT-MEDIDAS-DE-DISPERSI%C3%93N.pdf](https://institutoclaret.cl/wp-content/uploads/2020/10/PPT-MEDIDAS-DE-DISPERSI%C3%93N.pdf)

Hernandez, J. (2000). *Manual de métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora*

y la vegetación. [Archivo PDF].

Hernandez-Sampieri, R., Fernandez, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación,*

sexta edición [Archivo PDF]. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE

C.V., Mexico.

Jiménez Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la

necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de*

Aracnología, 8, 151–161.

Larraín, J. (2012). *Géneros de briófitos de la isla Jechica, archipiélago de los Chonos, Aisen,*

Chile. Universidad de Concepción, Chile [Archivo PDF].

Lemus, M. (2019). *Como calcular el índice NDVI con R*. Geomapik [Archivo PDF].

<https://www.geomapik.com/analisis-gis/como-calculiar-indice-ndvi-con-r/>

- Manta, M. (2013). Cambio global e incendios forestales en América del sur. *Revista Research Gate*.
- Mantilla, J., Alvarez, C., Castellanos, E., Bañon, J., Ccopa, H., Sanchez, M. (2018). *Revalorizacion de la Medicina Tradicional en el Sitio Arqueologico de Wayna Tawqaray*. Ministerio de Cultura.
- Marcin, F. (2023). *Glosario de Términos_ Bandas Espectrales*. TS2 [Archivo PDF].
<https://ts2.space/es/glosario-de-terminos-bandas-espectrales/>
- Mataix solera, J., & Guerrero, C. (2014). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. *Revista June*.
- Medidas de tendencia central. (2012). 3.4. *Rango, varianza y desviación estándar*. Scala Learning. [Archivo PDF].
- Mendoza Astocaza, S., & Rupa Quispitupa, J. M. (2022). *Pérdida de Cobertura Vegetal a Causa de los Incendios Forestales durante 2019 – 2021 en la Localidad de San Jerónimo, Cusco*. *Google Academico*, 1–109 [Tesis de investigación, Universidad Cesar Vallejo].
- Ministerio del ambiente [MINAM]. (2019). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú*. Memoria descriptiva [Archivo PDF].
- Molina, J. G., & Rodrigo, F. M. (2014). *Pruebas no paramétricas*. *Estadística Aplicada a Las Ciencias de La Salud*, 97–134 [Archivo PDF]. <https://doi.org/10.1016/b978-84-9022-446-5.00003-3>
- Morales-Puentes, M. E., Gil, J., & Cuta-Alarcon, L. E. (2018). *Capitulo I. Flora no Vascular* [Archivo PDF].
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. *M&T–Manuales y Tesis SEA*, vol.

1. Zaragoza, 84 pp [Archivo PDF]

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Metodos Basicos de Muestreo y Analisis en Ecología Vegetal*. En D. Nash, D. Gutierrez, & B. Mostacedo (Eds.), BOLFOR.

Muñoz, L., Ulloa, E., Muñoz, J., Aguirre, Z. (2022). *Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el Sur del Ecuador*. Bosques latitud cero vol, 12(2) [Tesis de investigación, Universidad de Ecuador].

Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., Applegate, G. y Moore, P. (2001). Los incendios forestales y la diversidad biológica. *Revista Fao.org*. <https://www.fao.org/3/y3582s/y3582s08.htm>

Núñez, T. (2023). *¿Qué son las especies pirófitas?: Una historia de resiliencia y adaptaciones al fuego*. Ladera Sur [Archivo PDF]

Pausas, J. G. (2012). *Incendios forestales* - Juli G. Pausas - Google Libros.

Pérez-Solano, L. A. (2017). *RPubs - Fototrampeo: curvas de acumulación de especies* [Archivo PDF]. https://rpubs.com/SMR8810/acum_spp

Porras, A. (2017). *Método de Kriging de inferencia espacial* [Archivo PDF].

Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Revista Scielo*.

Plana, E.; Font, M.; Serra, M. (2016). *Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas*. Proyecto eFIRECOM. Ediciones CTFC. 32pp [Archivo PDF].

Plantas vasculares sin semillas. (2021). *Plantas vasculares sin semillas*. <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-vida-grados-6-8-en-espanol/section/7.6/primary/lesson/plantas-vasculares-sin-semillas/>

Polo Urrea, C. S. (2008). *Índices más comunes en biología. segunda parte, similaridad y*

riqueza beta y gamma. 135–142 [Archivo PDF].

Poorter, L., Amissah, L., Bongers, F., Hordijk, I., Kok, J., Laurance, S. G. W., Lohbeck, M., Martínez-ramos, M., Matsuo, T., Meave, J. A., Muñoz, R., Peña-claros, M., & Sande, M. T. Van Der. (2023). *Successional theories*. 98, 2049–2077 [Archivo PDF].
<https://doi.org/10.1111/brv.12995>

Química del Fuego. (2004). *Química del fuego* [Archivo PDF].
[https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Qu%EDmica del Fuego.pdf](https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Qu%EDmica%20del%20Fuego.pdf)

Quispe Andía, A., Calla Vasquez, K. M., Yangali Vicente, J. S., Rodríguez López, J. L., & Pumacayo Palomino, I. I. (2019). *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica*. In Resultado de Investigación [Archivo PDF].

Richards, P. W. (1956). *Estudio de la vegetacion tropical*. (Vol. 10, Issue 4, pp. 171–175) [Archivo PDF].

Salazar, M., Vallejo, F., Salazar, F. (2019). *Inventarios e índices de diversidad agrícola en fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca, Colombia* [Archivo PDF].

Salinas, J. M. (2006). *Estadísticos de Dispersion*. Universidad de Granada [Archivo PDF].
<https://www.ugr.es/~jsalinas/apuntes/C3.pdf>

Sánchez-González, A., & González Ledesma, M. (2007). *Técnicas de Recolecta de Plantas y Herborización*. La Sistemática, Base del Conocimiento de la Biodiversidad, 123-133 [Archivo PDF].

Schauenberg, T. (9 de enero de 2020). *Incendios forestales: el cambio climático y la deforestación aumentan el riesgo global*. Made for minds [Archivo PDF].
<https://p.dw.com/p/3VxbA>

SERFOR. (2019). *Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales*. Gob.Pe,

60 [Archivo PDF].

Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú [Senamhi]. (2021). *Climas del Perú*.

Mapa de clasificación climática nacional [Archivo PDF].

Sosteniblepedia. (2021). *Regeneración* [Archivo PDF].

<https://www.sosteniblepedia.org/index.php/Regeneración#:~:text=Regeneración es una noción que,de lado una conducta dañina.>

Tapia, M. (1971). *Pastos Naturales del Altiplano de Peru y Bolivia*. Publicacion Miscelanea.

Quito - Ecuador [Archivo PDF].

Toribio, G. (2019). *NDVI, ¿qué es y para qué sirve* [Archivo PDF].

<https://www.cursosteledeteccion.com/ndvi-que-es-y-para-que-sirve/>

Tovar, O. (1988). Manual de Identificación de Pastos Naturales de los Andes del Sur Peruano

(Gramineas). *Revista Proyecto Alpacas*.

Úbeda, X., & Sarricolea, P. (2016). *Wildfires in Chile: A review. Global and Planetary Change*,

146, 152-161 [Archivo PDF].

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. (2002). *Colecta Prensado y secado*. Instituto de

Ciencias Bionedicas Programas de biología Unidad de Exhibicion, 1, 1-3 [Archivo PDF].

Universidad de Granada. (2003). *Capitulo VIII Metodos no Parametricos para Analisis Quimico*.

[Archivo PDF].

Washintong, G., y Tupayachi, A. (2005). *Historia Natural del Valle del Cusco*. Sociedad

Protectora de la Naturaleza Cusco.

Valdez, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Foroughbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A.

(2018). *Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral en un matorral espinoso*

- prístino de Tamaulipas, México. In Electronic Library Online (Scielo) (Vol. 66, Issue 4, pp.*
- Venero, J., Tupayachi, A., Loayza, Washington. (2012). *Guía de Aves y Flora - Laguna Orurillo.*
- Vélez, R. (2000). *Las quemadas incontroladas como causa de incendios forestales.* Cuadernos de la S.E.C.F., 9, 13-26 [Archivo PDF].
- Verzino, G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Rodríguez, S., y Nóbile, R. (2005). Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, sierras de Córdoba, Argentina. *Revista Scielo Perú.*
- Vicens, L. (2019). *Hotspots y coldspots: más allá de los clústeres estadísticos* [Archivo PDF].
<https://www.unigis.es/hotspots-y-coldspots/>
- Villers Ruiz, M. de L. (2009). Incendios Forestales. *Revistas Unam.* (p. 6).

ANEXOS

ANEXO 01
PERMISO DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Otorgar la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre con colecta, a la señora Nayda Lucy Ferro Sihuin identificada con DNI N° 75470666, para la realización de la investigación científica titulada “Índice NDVI y estudio de la flora post incendios en la Cuenca del Río Huatanay” en la que participará como investigadora principal, en virtud de las consideraciones antes expuestas, correspondiéndole el Código de Autorización N° **08-CUS/AUT-IFL-2023-002**.

Artículo 2º.- El desarrollo de la investigación científica autorizada se circunscribe a las localidades de Cerro Chocco, Cerro PicoI, Tambomachay, Huayllapampa, Huaynataukaray, Qontay Mocco, distritos de Santiago, San Jerónimo, Cusco y San Sebastián, provincia y departamento de Cusco, fuera de áreas naturales protegidas y de territorios de comunidades campesinas y nativas, de acuerdo con las coordenadas referenciales detalladas en el Plan de Investigación presentado.

Artículo 3º.- La investigación científica autorizada incluye la colecta de especies de flora silvestre a realizarse en las localidades señaladas en el artículo anterior, fuera de Áreas Naturales Protegidas y por el periodo señalado en el Plan de Investigación presentado.

Artículo 4º.- En mérito a la autorización que precede, la titular se encuentra sujeto al cumplimiento del cronograma de trabajo del plan de investigación aprobado, por el periodo comprendido de nueve (9) meses, contados a partir del día siguiente de la notificación de la presente Resolución.

Artículo 5º.- La titular de la autorización tiene las siguientes obligaciones:

- a) No extraer especímenes, ni muestras biológicas de flora silvestre no autorizada, no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.
- b) No contactar ni ingresar a los territorios comunales sin contar con la autorización de las autoridades comunales correspondiente.
- c) Retirar todo el material empleado para la ejecución del presente estudio una vez terminado el trabajo de campo y levantamiento de información biológica.
- d) Depositar el material colectado en una institución científica nacional depositaria de material biológico, así como entregar a la ATFFS Cusco la constancia de dicho depósito. En casos debidamente justificados, y siempre que el material colectado no constituya holotipos ni ejemplares únicos, el depósito se podrá realizar en una institución distinta a la mencionada para ellos se requiere la autorización del SERFOR.
- e) Solo en el caso que por razones científicas acotadas se requiere enviar al extranjero parte del material colectado, el interesado deberá gestionar el correspondiente

permiso de exportación ante la Dirección General Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, así como pasar el control respectivo. Los ejemplares únicos de los grupos taxonómicos colectados y holotipos solo podrán ser exportados en calidad de préstamo.

- f) Entregar a la ATFFS Cusco una (01) copia del informe final en idioma español (incluyendo versión digital) como resultado de la autorización otorgada, copias del material fotográfico y /o slides que pueda ser utilizadas para difusión. Asimismo, entregar una (01) copia de las publicaciones producto de la investigación realizada en formato impreso y digital.
- g) El informe Final deberá contener una lista taxonómica de las especies objeto de la presente autorización de colecta, en formato MS Excel. Esta lista deberá contar con sus respectivas coordenadas en formato UTM (Datum WGS84), incluyendo la zona (17.18 o 19). Asimismo, incluir los datos de colecta de cada espécimen. El Informe Final que debe ser usado se encuentra en el Anexo 1 de la presente resolución.
- h) El cumplimiento de lo señalado en el literal d) y g) no deberá ser mayor a los seis (06) meses al vencimiento de la presente autorización.
- i) Solicitar anticipadamente a la ATFFS Cusco y dentro del plazo de vigencia de la resolución, cualquier cambio en las características de la investigación aprobada, que demanden la modificación de la presente resolución.
- j) Indicar el número de la resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.

Artículo 6°.- Exhortar a la titular de la presente autorización, cumplir en estricto con las disposiciones legales en materia forestal y de fauna silvestre, caso contrario se procederá a instaurar procedimiento administrativo sancionador.

Artículo 7°.- La titular del mencionado estudio deberá implementar todas las medidas de seguridad y eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias de la fase de campo, como toma de datos, tratamiento y transporte de muestras, transporte de equipos, personal, entre otros.

Artículo 8°.- Los derechos otorgados a través de la presente autorización, no eximen a la titular de contar con la autorización respectiva para el ingreso a territorios de comunidades nativas o comunidades campesinas, ANP, predios privados ni a áreas comprendidas en títulos habilitantes, por lo que es responsabilidad de la titular obtener las citadas autorizaciones.

Artículo 9°.- La Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cusco del SERFOR, no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por la solicitante de esta autorización durante la ejecución del proyecto; asimismo, se reserva el derecho de demandar al proyecto de investigación, los cambios a que hubiese lugar en los casos en que se dicten nuevas disposiciones legales o se formulen ajustes sobre la presente autorización.

Artículo 10°.- Informar que el incumplimiento de los compromisos adquiridos podrá ser causal para denegar futuras autorizaciones a nivel institucional.

Artículo 11°.- Notificar la presente resolución y el Informe Técnico N° D000149- 2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-CUSCO de fecha 01 de junio de 2023, a la señora Nayda Lucy Ferro Sihuín, para su conocimiento y fines. Contra la presente resolución, es posible la interposición de los recursos impugnativos previstos en el TUO de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, en el plazo de quince

(15) días hábiles más el término de la distancia (en caso corresponda), contados a partir del día siguiente de notificada la presente.

Artículo 12°.- Remitir la presente resolución y el Informe Técnico N° D000149-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-CUSCO a la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, para su correspondiente registro; así como, a la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre.

Artículo 13°.- Disponer la publicación de la presente Resolución en el Portal Web del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: www.gob.pe/serfor

Regístrese y comuníquese,

Documento firmado digitalmente
RONALD SENIN CHANCASANAMPA MEDINA
ADMINISTRADOR TECNICO ATFFS
– CUSCO

ANEXO 02
PUNTOS DE MUESTREO DE FLORA

Lugar de colecta de flora	Área	Transecto	Coordenadas geográficas		Año del incendio	Altitud (m.s.n.m)
			X	Y		
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	-135,467	-719,384	2022	3541,6
Wayna Tawqaray	No incendiada	T2	-135,458	-719,384	2022	3474,4
Wayna Tawqaray	No incendiada	T3	-135,471	-719,358	2022	3476,8
Wayna Tawqaray	Incendiada	T1	-13,547	-719,373	2022	3525,5
Wayna Tawqaray	Incendiada	T2	-135,483	-719,362	2022	3541,6
Wayna Tawqaray	Incendiada	T3	-135,467	-719,383	2022	3537,0
Cerro de Chocco	No incendiada	T1	-13,544	-719,745	2021	3570,3
Cerro de Chocco	No incendiada	T2	-135,473	-719,749	2021	3598,1
Cerro de Chocco	No incendiada	T3	-135,475	-719,752	2021	3559,5
Cerro de Chocco	Incendiada	T1	-135,453	-719,761	2021	3561,1
Cerro de Chocco	Incendiada	T2	-135,452	-719,749	2021	3593,3
Cerro de Chocco	Incendiada	T3	-135,455	-71,974	2021	3635,6
Tambomachay	No incendiada	T1	-134,751	-71,974	2020	3902,0
Tambomachay	No incendiada	T2	-134,774	-719,712	2020	3879,4
Tambomachay	No incendiada	T3	-134,798	-719,714	2020	3913,8
Tambomachay	Incendiada	T1	-134,713	-719,762	2020	4013,4
Tambomachay	Incendiada	T2	-134,727	-719,749	2020	3883,9
Tambomachay	Incendiada	T3	-134,737	-719,745	2020	3917,3
Cerro Pícol	No incendiada	T1	-135,056	-718,918	2019	4137,6
Cerro Pícol	No incendiada	T2	-135,077	-718,915	2019	4144,0
Cerro Pícol	No incendiada	T3	-135,085	-718,921	2019	4133,5
Cerro Pícol	Incendiada	T1	-135,053	-718,875	2019	4278,7
Cerro Pícol	Incendiada	T2	-135,049	-718,868	2019	4262,1
Cerro Pícol	Incendiada	T3	-135,061	-718,884	2019	4248,5
Qontay Mocco	No incendiada	T1	-135,556	-718,654	2018	3281,4
Qontay Mocco	No incendiada	T2	-13,556	-71,865	2018	3312,0
Qontay Mocco	No incendiada	T3	-135,553	-718,655	2018	3271,8
Qontay Mocco	Incendiada	T1	-135,573	-718,673	2018	3286,5
Qontay Mocco	Incendiada	T2	-135,567	-718,667	2018	3296,3
Qontay Mocco	Incendiada	T3	-135,564	-718,668	2018	3286,8
Mirador de Huayllapampa	No incendiada	T1	-13,535	-718,712	2017	3455,8
Mirador de Huayllapampa	No incendiada	T2	-135,352	-718,716	2017	3418,1
Mirador de Huayllapampa	No incendiada	T3	-135,344	-718,704	2017	3433,9
Mirador de Huayllapampa	Incendiada	T1	-135,346	-718,717	2017	3429,2
Mirador de Huayllapampa	Incendiada	T2	-135,349	-71,872	2017	3426,7
Mirador de Huayllapampa	Incendiada	T3	-135,344	-718,718	2017	3468,7

ANEXO 03
TABLA DE REGISTRO DE LOS INCENDIOS FORESTALES DEL 2017 AL 2022 EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY

Código de emergencia-SINPAD	Fecha de la emergencia	Año	Mes	Dpto.	Prov.	Dist.
Google Earth Pro	23/06/2017	2017	Junio	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88712	02/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88748	06/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88781	08/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88821	09/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88928	12/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88930	12/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88931	13/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
88932	13/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
Google Earth Pro	18/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	Saylla
Google Earth Pro	18/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	Oropesa
89279	26/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
89284	26/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
89311	31/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
SERFOR	X/08/2017	2017	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
89312	01/09/2017	2017	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
89420	05/09/2017	2017	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
89714	03/10/2017	2017	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
SERFOR	03/10/2017	2017	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
90092	11/10/2017	2017	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
Google Earth Pro	X/10/2017	2017	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
Google Earth Pro	X/10/2017	2017	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
Google Earth Pro	X/10/2017	2017	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
90440	16/11/2017	2017	Noviembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
90763	12/12/2017	2017	Diciembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
94649	11/07/2018	2018	Julio	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
95023	02/08/2018	2018	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
95053	05/08/2018	2018	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
95387	14/08/2018	2018	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
95515	26/08/2018	2018	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
95540	30/08/2018	2018	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
SERFOR	01/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco y Quispicanchi	San Jeronimo, Saylla, Oropesa, Lucre

Código de emergencia-SINPAD	Fecha de la emergencia	Año	Mes	Dpto.	Prov.	Dist.
95682	01/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
Google Earth Pro	05/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	Cusco
Google Earth Pro	05/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	Cusco
95703	06/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
96025	06/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	Saylla
95618	06/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
96035	07/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
Google Earth Pro	x/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
96042	14/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
96048	17/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Cusco	Cusco
95886	23/09/2018	2018	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
96182	05/10/2018	2018	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
96181	05/10/2018	2018	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
SERFOR	X/10/2018	2018	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
SERFOR	X/10/2018	2018	Octubre	Cusco	Cusco	Lucre
SERFOR	23/06/2019	2019	Junio	Cusco	Cusco	Cusco
107904	29/07/2019	2019	Julio	Cusco	Cusco	Saylla
100314	30/07/2019	2019	Julio	Cusco	Cusco	San Jeronimo
110016	02/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
111053	04/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
114355	05/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco	Santiago
100453	06/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian San Sebastian y Santiago
SERFOR	07/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco	Cusco
Página web, INDECI	08/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco	Cusco
SERFOR	X/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco	Cusco
SERFOR	X/08/2019		Agosto	Cusco	Quispicanchi	Lucre
111704	18/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
112273	22/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Lucre
115274	23/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco	Saylla
111968	24/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
100315 y SERFOR	30/08/2019	2019	Agosto	Cusco	Cusco y Calca	San Sebastian, San Jeronimo, Taray
100316	14/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
SERFOR	14/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
101647	16/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
97708	16/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
101302	17/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Cusco	Cusco
102701	19/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa

Código de emergencia-SINPAD	Fecha de la emergencia	Año	Mes	Dpto.	Prov.	Dist.
112394	27/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
SERFOR	X/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Saylla y Oropesa
101660	30/09/2019	2019	Setiembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
112276	08/10/2019	2019	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
100581	11/10/2019	2019	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
112646	11/10/2019	2019	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
SERFOR	12/10/2019	2019	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
102890	25/10/2019	2019	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
SERFOR	X/11/2019	2019	Noviembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
SERFOR	X/11/2019	2019	Noviembre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
124699, Google Earth Pro y SERFOR	13/05/2020	2020	Mayo	Cusco	Quispicanchi	Oropesa y Lucre
SERFOR y Google Eart Pro	23/05/2020	2020	Mayo	Cusco	Quispicanchi	Lucre
GORE	11/06/2020	2020	Junio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
Google Earth Pro	13/06/2020	2020	Junio	Cusco	Cusco	Saylla
Google Earth Pro	13/06/2020	2020	Junio	Cusco	Cusco	Lucre
SERFOR	04/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
GORE	19/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
GORE	25/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
GORE	25/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
126405 GORE	31/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
GORE	31/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
126351 y SERFOR	28/07/2020	2020	Julio	Cusco	Quispicanchi	Oropesa y Lucre
SERFOR y Google Eart Pro	X/07/2020	2020	Julio	Cusco	Cusco	Cusco
GORE	01/08/2020		Agosto	Cusco	Quispicanchi	Lucre
SERFOR	01/08/2020		Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
126411 GORE	02/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	02/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	Santiago
Google Earth Pro y SERFOR	03/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	Santiago y San Sebastian
Google Earth Pro y SERFOR	03/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	Santiago y San Sebastian
SERFOR	05/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
126732 GORE	07/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	07/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
Google Earth Pro y SERFOR	07/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian

Código de emergencia-SINPAD	Fecha de la emergencia	Año	Mes	Dpto.	Prov.	Dist.
127141	19/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	28/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
127590	30/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
127617	30/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
SERFOR	X/08/2020	2020	Agosto	Cusco	Cusco	Cusco
SERFOR	01/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
127704 GORE	02/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
Google Earth Pro	04/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
127793	06/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
128182 GORE, SERFOR	20/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
SERFOR y Google Eart Pro	23/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Cusco	Santiago
128413	24/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
GORE	25/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Cusco	Cusco
SERFOR	X/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
SERFOR	X/09/2020	2020	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
128766 GORE	05/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
128801 GORE	06/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	06/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	Santiago
SERFOR	06/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	Santiago
GORE y SERFOR	08/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	Cusco
128954 GORE	09/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
128975	10/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	Cusco
SERFOR	10/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
128986 GORE	11/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
GORE	11/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	11/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
GORE	13/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
129239 GORE	16/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	28/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	Santiago
SERFOR	30/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Cusco	Santiago
SERFOR	X/10/2020	2020	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa y Lucre
129947 GORE	03/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
GORE	08/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
GORE	13/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
GORE	23/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
130742	24/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
SERFOR	X/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Cusco	Santiago
SERFOR	X/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Cusco	Santiago

Código de emergencia-SINPAD	Fecha de la emergencia	Año	Mes	Dpto.	Prov.	Dist.
SERFOR	X/11/2020	2020	Noviembre	Cusco	Cusco	Saylla
REPORTE 68 / 138913 GORE	1/5/2021	2021	Mayo	Cusco	Quispicanchi	Lucre
139921 GORE	9/6/2021	2021	Junio	Cusco	Cusco	San Sebastian
140809 GORE	6/7/2021	2021	Julio	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
140828 GORE	8/7/2021	2021	Julio	Cusco	Cusco	Santiago
GORE	12/7/2021	2021	Julio	Cusco	Cusco	San Jeronimo
140972 GORE	14/7/2021	2021	Julio	Cusco	Cusco	San Sebastian
140992 GORE	15/7/2021	2021	Julio	Cusco	Cusco	San Sebastian
141659 /141646 GORE	5/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Lucre/Andahuaylillas
141612 GORE	6/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Cusco	Cusco
GORE	11/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Cusco	Saylla
142109 GORE	19/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Cusco	San Jeronimo
142118 GORE	19/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
GORE	22/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Lucre
142391 GORE	27/8/2021	2021	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
142609 GORE	5/9/2021	2021	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
GORE	17/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
143292 GORE	17/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Cusco	Cusco
143040 GORE	17/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
142993 GORE	18/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
143029 GORE	19/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Cusco	Saylla
143063 GORE	19/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
143067 GORE	19/09/2021	2021	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
143548 GORE	1/10/2021	2021	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
GORE	15/10/2021	2021	Octubre	Cusco	Cusco	Saylla
144407 GORE	23/10/2021	2021	Octubre	Cusco	Cusco	Saylla
144418 GORE	24/10/2021	2021	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
144487 GORE	27/10/2021	2021	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
154652 GORE	25/06/2022	2022	Mayo	Cusco	Quispicanchi	Lucre
154665 GORE	26/06/2022	2022	Mayo	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
154889 GORE	2/07/2022	2022	Julio	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
Google Earth Pro	6/07/2022	2022	Julio	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
	6/07/2022	2022	Julio	Cusco	Cusco	Santiago y San Sebastian
	6/07/2022	2022	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
155544 GORE	24/07/2022	2022	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre
155624 GORE	26/07/2022	2022	Julio	Cusco	Cusco	San Jeronimo
155632 GORE	28/07/2022	2022	Julio	Cusco	Cusco	San Sebastian
155638 GORE	29/07/2022	2022	Julio	Cusco	Quispicanchi	Lucre

Código de emergencia-SINPAD	Fecha de la emergencia	Año	Mes	Dpto.	Prov.	Dist.
155692 GORE	1/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Cusco	Cusco
155789 GORE	3/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
155790 GORE	4/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
155970 GORE	13/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
156165 GORE	17/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Cusco	Saylla
156284 GORE	22/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Cusco	San Sebastian
156462 GORE	26/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
156512 GORE	30/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
156584 GORE	31/08/2022	2022	Agosto	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
1566 GORE	2/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
156793 GORE	7/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Andahuaylillas
156797 GORE	7/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
157016 GORE	14/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
157104 GORE	18/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
157120 GORE	18/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Cusco	Saylla
157546 GORE	29/09/2022	2022	Setiembre	Cusco	Cusco	Santiago
157932 GORE	10/10/2022	2022	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
158049 GORE	12/10/2022	2022	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
158022 GORE	12/10/2022	2022	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
158558 GORE	25/10/2022	2022	Octubre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
158693 GORE	28/10/2022	2022	Octubre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
GORE	31/10/2022	2022	Octubre	Cusco	Cusco	San Sebastian
158823 GORE	1/11/2022	2022	Noviembre	Cusco	Cusco	San Sebastian
158814 GORE	1/11/2022	2022	Noviembre	Cusco	Cusco	San Jeronimo
GORE	12/11/2022	2022	Noviembre	Cusco	Quispicanchi	Lucre
GORE	No tiene	2022	Noviembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa
GORE	1/12/2022	2022	Diciembre	Cusco	Quispicanchi	Oropesa

ANEXO 4

Hectáreas incendiadas en la cuenca del río Huatanay del 2017 al 2022

Fecha y lugar de los incendios forestales	Hectáreas incendiadas
25-05-2022-Lucre-Sector Anchibamba	27
26-06-2022-Oropesa-Jerhuayllos	2
02-06-2022-Oropesa-Hacienda Paucarpata-Huasao	4
06-07-2022-Oropesa-Google Earth Pro	16.6
24-07-2022-Lucre-Racchi, Piquillacta	2
26-07-2022-S.J.-Quebrada Marashuayco	8
28-07-2022-S.S.-Huillcarpay	8
29-07-2022-Lucre	80
01-08-2022-Cusco	25
06-07-2022-S.S.-Google Earth Pro	2.35
06-07-2022-Santia.-S.S.-Anahuarque	37.3
06-07-2022-Lucre-Google Earth Pro	4.95
03-08-2022-S.S.-Cerro Caramascara	1
04-08-2022-S.S.-Corao	2
17-08-2022-Saylla-Comunidad Anahuarque	1.5
22-08-2022-S.S.-Cerro Huanacaure-Comunidad de Kirkas	5
26-08-2022-Oropesa-Tacllapata, Huasao	2
31-08-2022-Oropesa-Racchi	4
02-09-2022-Oropesa-Rumihuasi	5
07-09-2022-Lucre-Ccolcaqui	26
14-09-2022-Oropesa-Tipon	25
18-09-2022-S.J.-Picol	20
18-09-2022-Saylla-Condebambilla	2
29-09-2022-Santia.-Cachona	5
10-10-2022-S.S.-Corao-Huamanmarca	100
12-10-2022-S.J.-Larapa	25
12-10-2022-S.S.-Alto Qosqo	2
25-10-2022-S.J.	1
28-10-2022-Oropesa-Humatalle	3
31-10-2022-S.S.-Cerro Picol, Ticapampa, Pumamarca	120
01-11-2022-S.S.	120
01-11-2022-S.J.	1
12-11-2022-Lucre	450
01-12-2022-Oropesa-Cruzmoocco-Encima del parque	12
01-05-2021-Lucre-Laguna Huacarpay-Sitio Ramsar	4
09-06-2021-S.S.-Kari Grande	0.03
06-07-2021-Oropesa-Tipon	7
08-07-2021-Santia.-Cachona	4
12-07-2021-S.J.-Comunidad de Uspa-Sector Soncco	10

14-07-2021-S.S.-Cerro Encanto- Huillcarpay	5
14-07-2021-S.S.-Kari Grande	0.1
05-08-2021-Lucre-Andahuaylillas-Cerro Qosqo Kawari	2056
06-08-2021-Cusco-Bosque Salesiano	0.1
11-08-2021-Saylla-Anawarque-Chacopata	2
19-08-2021-S.J.-Pillao Matao	69
19-08-2021-S.S.-Kirkas	7
22-08-2021-Lucre-Yanamanchy	4
17-09-2021-S.S.-Ccorao	10
17-09-2021-Cusco-Mandorani	80
17-09-2021-Santia.-Punacancha	30
18-09-2021-Oropesa-Mucchu	4
19-09-2021-Saylla-Sector Cochapata	200
19-09-2021-S.J.-Comunidad de Ccachupata, Ushpabamba, Patahuaylla, Conchacalla	600
19-09-2021-Oropesa-Sector Colcaique	80
01-10-2020-Andahuaylillas-Rayallacta-Cerro Combayoc	8
15-10-2021-Saylla-Condebamba parte alta	0.5
23-10-2021-Saylla-Choctapallana-Rondobamba-Angostura	350
24-10-2021-S.J.-Huaccoto	20
27-10-2021-S.S.-Molleray	1
13-05-2020-Lucre-Google Earth Pro	18.1
13-05-2020-Oropesa-SERFOR	75.18
23-05-2020-Lucre-SERFOR	14.83
11-06-2020-Lucre-Parque Cañacaray	5
13-06-2020-Saylla-Google Earth Pro	1.99
13-06-2020-Lucre-Google Earth Pro	73.8
04-07-2020-Lucre-SERFOR	118.95
19-07-2020-Lucre-Huacarpaypampa	1
25-07-2020-Lucre-Sector Pumaorcco	5
25-07-2020-Oropesa-Tipon	105
28-07-2020-Lucre-SERFOR	1087.12
28-07-2020-Oropesa-SERFOR	1087.12
28-07-2020-Lucre-SERFOR	1
31-07-2020-Lucre-Comunidad de Ccolcayqui	40
07-2020-Cusco-SERFOR y Google Earth Pro	3.03
01-08-2020-Andahuaylillas-SERFOR	185.56
01-08-2020-Lucre-Comunidad de Ccolcayqui, Yanamanchi	40
02-08-2020-Santiago-Cerro Viva el Peru	5
02-08-2020-S.S.-Sector Punacancha, Kirkas	140
03-08-2020-Santia.-S.S.-Google Earth Pro Y SERFOR	145.95
03-08-2020-Santia.-S.S.-Google Earth Y SERFOR	160.35
05-08-2020-S.J.-SERFOR	205.6

07-08-2020-S.S.-Google Earth Pro Y SERFOR	21.79
07-08-2020-S.S.-Sector ingreso a Kirkas	30
07-08-2020-S.J.-Sector de Pillao Matao	5
08-2020-Cusco-SERFOR y Google Earth Pro	49.35
19-08-2020-S.S.	1
28-08-2020-Oropesa-CC. Huasao, Cerro Pachatusan	2000
30-08-2020-Oropesa-	1
01-09-2020-Lucre-SERFOR	61.45
02-09-2020-Oropesa-Sector Ratchi, Tongobamba	200
04-09-2020-Oropesa-Google Earth Pro	1.59
20-09-2020-S.S-Willcarpay-SERFOR-GORE	20.86
23-09-2020-Santia.-SERFOR y Google Earth Pro	29.99
25-09-2020-Cusco-Cerro Picchu	5
09-2020-Oropesa-SERFOR	3.01
09-2020-Lucre-SERFOR	6.16
05-10-2020-Sector Iglesiachayoc-Andahuaylillas-Salloc, Pikillacta	5
06-10-2020-Santiago-Occopata	5
06-10-2020-Santia.-SERFOR	81.22
06-10-2020-S.S.-Cerros Qoyllor Cocha, Roca cancha-Comunidad Punacancha	120
08-10-2020-Cusco-Sector Quesermayo-Yuncaypata-Tambomachay-GORE y SERFOR	1050
09-10-2020-Oropesa-Cerro Cruz Mocco	90
10-10-2020-Oropesa-SERFOR	1108.94
10-10-2020-Cusco	1
11-10-2020-S. S.-Parte alta San Antonio-Ex botadero las Joyas	2
11-10-2020-Oropesa-Sector Cerro Cruz Mocco	20
13-10-2020-S.J.-Granja Kayra-Zona de cultivo	5
16-10-2020-S.S.-Sector de Huillcarpay	10
28-10-2020-Santia.-APV San Pedro	3
30-10-2020-Santia.-SERFOR	17.92
10-2020-Oropesa-Lucre-SERFOR	11.3
03-11-2020-Oropesa-Sector Ratchi	20
08-11-2020-S.J.-Comunidad campesina de Ccollana	5
13-11-2020-Lucre-Sector de laguna de Huacarpay	2
23-11-2020-S.J.-Sector Pico Orconpujio	10
24-11-2020-S.S.	1
11-2020-Santia.-SERFOR	6.18
11-2020-Santia.-SERFOR	3.74
11-2020-Saylla-SERFOR	4.76
23-06-2019-Cusco-SERFOR	28.48
29-07-2019-Saylla	1
30-07-2019-S.J.	1
05-08-2019-Santia.	30

06-08-2019-S.S.	38.16
07-08-2019-S.S.-Santia.-SERFOR	50
08-08-2019-Cusco-Comunidad de Sencca	1
08-2019-Cusco-SERFOR	2.09
22-08-2019-Lucre	1
23-08-2019-Saylla	1
30-08-2019-S.S.-S.J.-Calca-SERFOR	662.06
08-2019-Lucre-SERFOR	26.5
08-2019-Lucre-SERFOR	13.7
14-09-2019-S.S.-SERFOR	94.33
16-09-2019-S.S.	1
16-09-2019-Oropesa	1
17-09-2019-Cusco	1
19-09-2019-Oropesa	1
30-09-2019-S.S.	1
09-2019-Saylla-SERFOR	8
09-2019-Oropesa-SERFOR	9.17
08-10-2019-Lucre	1
11-10-2019-Lucre	1
11-10-2019-Andahuaylillas	1
12-10-2019-Lucre-SERFOR	9.06
25-10-2019-S.S.	1
11-2019-Oropesa-SERFOR	16.28
11-2019-Lucre-SERFOR	23.43
11-07-2018-Andahuaylillas-Cerro Chipta-Ccontay Mocco	0.5
02-08-2018-Andahuaylillas-sector pampa Raqchi-Rayallacta-dentro de Pikillaqta	15
05-08-2018-Andahuaylillas-Qqrapampa y Serapata	36
14-08-2018-S.J.-Localidad de Pumahuanca	216
26-08-2018-S.J.-Localidad Huaccoto	6
30-08-2018-Andahuaylillas-Piñipampa	5
01-09-2018-Oropesa-Cima del cerro Manuel Pinto	300
01-09-2018-Oropesa-SERFOR	158
01-09-2018-Oropesa-SERFOR	100
01-09-2018-S.J.-SERFOR	239
01-09-2018-Lucre-SERFOR	460
02-09-2018-S.J.-SERFOR	210
02-09-2018-Saylla-SERFOR	23.6
05-09-2018-Cusco-Google Earth Pro	22.2
05-09-2018-Cusco-Google Earth Pro	12.3
06-09-2018-S.J.-Sector Qontay Mocco-Localidad de Kayra	1
06-09-2018-Saylla-Sector de Alfahuayco	1
06-09-2018-Andahuaylillas-Comunidad de Mancco-Sector Manccopampa	1

07-09-2018-S.J.-Localidad de Larapa	1
09-2018-S.J.-Google Earth Pro	11.8
14-09-2018-S.J.-Cerro Kumo-cc. de Pillao Matao	1
17-09-2018-Cusco-Fortaleza de Sacsayhuaman	1
23-09-2018-Andahuaylillas-Sector Combayoc Rayallacta	7
05-10-2018-S.Sebastian-Cerro de Huillcarpay	1
05-10-2018-S.Sebastian-Cerro Pumanmarca	1
10-2018-Lucre-SERFOR	70.79
23-06-2017-S.J.-Google Earth Pro	14.5
02-08-2017-S.J.-Huayllarpampa	1
06-08-2017-S.J.-Cerro Pachatusan	1
06-08-2017- San jeronimo-Huaccoto y Rondobamba	1
08-08-2017-S.J.cerro Sr. del Huerto-Sector huayllapampa	1
09-08-2017-S.J.-Sector de los Huertos	1
12-08-2017-S.J.-cerro Raqaraqayniyoc parte baja	1
12-08-2017-S.J.-Cerro Cruz Mocco	1
13-08-2017-S.J.-Cerro Phalchayoc	1
13-08-2017-S.J.-Cerro Raqaraqayniyoc parte alta	1
18-08-2017-Saylla-Google Earth Pro	3.64
18-08-2017-Oropesa-Google Earth Pro	15.3
26-08-2017-S.J.-Mirador de Huayllapampa	1.26
26-08-2017-S.j.-Sector Coricalle	1
31-08-2017-S.J.-cerro Succso Auccaylle-sector Chacahuayco	1
08-2017-S.J.-SERFOR	119
01-09-2017-S.J.-comunidad Succso Auccaylle-sectorChacahuayco	1
05-09-2017-S.J.-Sector Chihuahuachayoc	1
03-10-2017-Lucre-SERFOR	13.14
03-10-2017-S.J.-Sector Umahuasi	1
11-10-2017-S.J.-Sector Machaq T'ocon	1
10-2017-S.J.-Google Earth Pro	8.4
10-2017-S.J.-Google Earth Pro	35.2
10-2017-S.J.-Google Earth Pro	4.83
16-11-2017-S.j.-Sector Chiwacochayoc	1
12-12-2017-S.S.-sector Ticapampa	1

ANEXO 06
EJEMPLO DE LLENADO DE DATOS EN CAMPO, SIGUIENDO LA PLANILLA DEL ANEXO 5

LUGAR	AREA	TRANSECTO	POSICION	TOQUES	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	ALTURA(cm)
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	1.00	1	ASTERACEAE	<i>Grindelia</i>	<i>boliviana</i>	Ch'iri ch'iri	Terófitos	19
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	1.50	1	FABACEAE	<i>Dalea</i>	<i>exilis</i>	Supayqarqu	Terófitos	10
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	3.50	1	KRAMERIACEAE	<i>Krameria</i>	<i>lappacea</i>	Pacha lloq'e	Fanerófitos	47
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	5.00	2	BROMELIACEAE	<i>Puya</i>	<i>ferruginea</i>	Qowi mirachi	Fanerófitos	48
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	5.50	1	FABACEAE	<i>Dalea</i>	<i>exilis</i>	Supayqarqu	Terófitos	16
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	8.00	3	ASTERACEAE	<i>Baccharis</i>	<i>latifolia</i>	Mayu Ch'illka	Fanerófitos	50
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	9.50	2	KRAMERIACEAE	<i>Krameria</i>	<i>lappacea</i>	Pacha lloq'e	Fanerófitos	55
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	10.00	1	ASTERACEAE	<i>Stevia</i>	<i>cuzcoensis</i>	Chipi kuka	Terófitos	38
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	10.50	4	BROMELIACEAE	<i>Puya</i>	<i>ferruginea</i>	Qowi mirachi	Fanerófitos	170
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	11.00	4	ROSACEAE	<i>Kageneckia</i>	<i>lanceolata</i>	Lloq'e	Fanerófitos	80
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	11.00	3	POACEAE	<i>Festuca</i>	<i>aff. dolichophylla</i>		Criptófitos	70
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	12.00	2	POACEAE	<i>Muhlenbergia</i>	<i>rigida</i>		Criptófitos	82
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	13.00	1	ASTERACEAE	<i>Baccharis</i>	<i>latifolia</i>	Mayu Ch'illka	Fanerófitos	44
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	14.00	1	KRAMERIACEAE	<i>Krameria</i>	<i>lappacea</i>	Pacha lloq'e	Fanerófitos	38
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	14.50	3	POACEAE	<i>Festuca</i>	<i>aff. dolichophylla</i>		Criptófitos	65
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	15.50	1	LAMIACEAE	<i>Salvia</i>	<i>oppositiflora</i>	Ñukch'u	Terófitos	32
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	16.00	1	ASTERACEAE	<i>Stevia</i>	<i>cuzcoensis</i>	Chipi kuka	Terófitos	31
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	16.00	1	LAMIACEAE	<i>Minthostachys</i>	<i>spicata</i>	Rap'i muña	Terófitos	48
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	16.50	1	KRAMERIACEAE	<i>Krameria</i>	<i>lappacea</i>	Pacha lloq'e	Fanerófitos	32
Wayna Tawqaray	No incendiada	T1	18.00	1	CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria</i>	<i>myriophylla</i>	Ñut'u zapatillas	Terófitos	41

ANEXO 07
FAMILIA, ESPECIES, ABUNDANCIA DE WAYNA TAWQARAY

Lugar: Wayna Tawqaray			
Año del incendio 2022			
Registro después de meses del incendio forestal			
Familia	Especie	Abundancia	
		No incendiada	Incendiada
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea dulcis</i>	0	2
AMARYLLIDACEAE	<i>Nothoscordum andicola</i>	0	1
APIACEAE	<i>Daucus montanus</i>	0	4
ASTERACEAE	<i>Achyrocline ramosissima</i>	7	1
ASTERACEAE	<i>Aldama helianthoides</i>	0	4
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>	14	6
ASTERACEAE	<i>Barnadesia horrida</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Bidens triplinervia</i>	8	0
ASTERACEAE	<i>Chersodoma jodopappa</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Grindelia boliviana</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris chondrilloides</i>	1	8
ASTERACEAE	<i>Stevia cuzcoensis</i>	21	20
BERBERIDACEAE	<i>Berberis boliviana</i>	5	7
BROMELIACEAE	<i>Puya ferruginea</i>	25	13
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria myriophylla</i>	1	1
CAMPANULACEAE	<i>Lobelia sp.</i>	0	1
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus sp.</i>	0	3
FABACEAE	<i>Astragalus garbancillo</i>	2	4
FABACEAE	<i>Dalea exilis</i>	8	1
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>	18	6
IRIDACEAE	<i>Hesperoxiphion herrerae</i>	3	28
KRAMERIACEAE	<i>Krameria lappacea</i>	19	1

LAMIACEAE	<i>Minthostachys spicata</i>	15	3
LAMIACEAE	<i>Salvia oppositiflora</i>	17	0
LINACEAE	<i>Linum prostratum</i>	12	3
POACEAE	<i>Avena fatua</i>	0	1
POACEAE	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	17	2
POACEAE	<i>Brachypodium mexicanum</i>	0	1
POACEAE	<i>Bromus tectorum</i>	0	1
POACEAE	<i>Cinnagrostis aff. bogotensis</i>	0	1
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>	2	1
POACEAE	<i>Eragrostis nigricans</i>	14	0
POACEAE	<i>Festuca aff. dolichophylla</i>	2	4
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	7	0
POACEAE	<i>Muhlenbergia rigida</i>	15	9
POACEAE	<i>Nassella aff. mexicana</i>	11	0
POACEAE	<i>Nassella pubiflora</i>	3	2
POLYGALACEAE	<i>Monnina salicifolia</i>	3	1
POLYGALACEAE	<i>Monnina amarella</i>	2	4
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	1	4
ROSACEAE	<i>Kageneckia lanceolata</i>	2	1
SCROPHULARIACEAE	<i>Alonsoa acutifolia</i>	5	0
Total		263	149

ANEXO 08
FAMILIA, ESPECIES, ABUNDANCIA DEL CERRO DE CHOCCO

Lugar: Cerro de Chocco			
Año del incendio 2021			
Registro después de 1 año del incendio forestal			
Familia	Especie	Abundancia	
		No Incendiada	Incendiada
ACANTHACEAE	<i>Stenandrium dulce</i>	0	2
ASTERACEAE	<i>Achyrocline ramosissima</i>	0	3
ASTERACEAE	<i>Ageratina sternbergiana</i>	8	0
ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i>	7	2
ASTERACEAE	<i>Baccharis odorata</i>	2	0
ASTERACEAE	<i>Bidens andicola</i>	1	1
ASTERACEAE	<i>Bidens triplinervia</i>	4	1
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	1	1
ASTERACEAE	<i>Grindelia boliviana</i>	2	6
ASTERACEAE	<i>Mniodes sp.</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Stevia cuzcoensis</i>	7	27
ASTERACEAE	<i>Tagetes praetermissa</i>	0	5
BERBERIDACEAE	<i>Berberis sp.</i>	1	0
BROMELIACEAE	<i>Puya cochabambensis</i>	0	3
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria myriophylla</i>	2	2
CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra microcalyx</i>	3	0
FABACEAE	<i>Astragalus garbancillo</i>	0	1
FABACEAE	<i>Dalea exilis</i>	0	3
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>	0	2
GERANIACEAE	<i>Erodium cicutarium</i>	0	1
GERANIACEAE	<i>Hypseocharis bilobata</i>	0	1
LAMIACEAE	<i>Minthostachys spicata</i>	2	6
LAMIACEAE	<i>Salvia oppositiflora</i>	2	3

LAMIACEAE	<i>Clinopodium bolivianum</i>	4	0
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	6	0
ONAGRACEAE	<i>Oenothera multicaulis</i>	1	2
OROBANCHACEAE	<i>Orobanche sp.</i>	0	1
POACEAE	<i>Aristida adscensionis</i>	2	26
POACEAE	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	4	4
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>	1	0
POACEAE	<i>Eragrostis lurida</i>	2	9
POACEAE	<i>Festuca aff. dolichophylla</i>	70	5
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	1	12
POACEAE	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	0	6
POACEAE	<i>Muhlenbergia rigida</i>	42	65
POACEAE	<i>Muhlenbergia cenchroides</i>	16	0
POACEAE	<i>Nassella aff. mucronata</i>	11	1
POACEAE	<i>Piptochaetium panicoides</i>	2	3
POACEAE	<i>Poaceae sp. 3</i>	11	3
POACEAE	<i>Schizachyrium sanguineum</i>	20	6
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	57	14
RUBIACEAE	<i>Galium corymbosum</i>	1	0
SCHOEPFIACEAE	<i>Quinchamalium chilense</i>	0	1
SCROPHULARIACEAE	<i>Alonsoa acutifolia</i>	0	1
SCROPHULARIACEAE	Scrophulariaceae sp.	2	0
Total		302	230

ANEXO 09
FAMILIA, ESPECIES, ABUNDANCIA DE TAMBOMACHAY

Lugar: Tambomachay				
Año del incendio 2020				
Registro después de 2 años del incendio forestal				
Familia	Especie	Abundancia		
		No incendiada	Incendiada	
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea involucrosa</i>	1	0	
APIACEAE	<i>Azorella multifida</i>	2	0	
APIACEAE	<i>Azorella aff. biloba</i>	0	1	
APIACEAE	<i>Chaerophyllum andicola</i>	6	0	
APIACEAE	<i>Daucus montanus</i>	2	0	
ASTERACEAE	<i>Ageratina sternbergiana</i>	8	4	
ASTERACEAE	<i>Aristeguietia discolor</i>	1	0	
ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i>	4	0	
ASTERACEAE	<i>Baccharis caespitosa</i>	1	3	
ASTERACEAE	<i>Baccharis odorata</i>	37	5	
ASTERACEAE	<i>Barnadesia horrida</i>	8	0	
ASTERACEAE	<i>Bidens andicola</i>	3	2	
ASTERACEAE	<i>Bidens triplinervia</i>	6	1	
ASTERACEAE	<i>Hieracium sp.</i>	0	1	
ASTERACEAE	<i>Hypochoeris meyeniana</i>	1	1	
ASTERACEAE	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	1	1	
ASTERACEAE	<i>Ophryosporus heptanthus</i>	6	0	
ASTERACEAE	<i>Paranephelium ovatus</i>	0	1	
ASTERACEAE	<i>Paranephelium uniflorus</i>	2	1	
ASTERACEAE	<i>Rockhausenia apiculata</i>	2	0	
ASTERACEAE	<i>Senecio sp.</i>	1	0	
ASTERACEAE	<i>Stevia cuzcoensis</i>	4	0	
BERBERIDACEAE	<i>Berberis boliviana</i>	1	4	

CACTACEAE	<i>Austrocylindropuntia floccosa</i>	2	0
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria engleriana</i>	1	0
CAMPANULACEAE	<i>Lysipomia aff. laciniata</i>	0	1
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana bracteata</i>	0	3
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana micropterina</i>	0	3
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria lanuginosa</i>	1	1
CARYOPHYLLACEAE	<i>Cerastium subspicatum</i>	0	1
CLUSIACEAE	<i>Hypericum silenoides</i>	1	2
CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra microcalyx</i>	6	0
CYPERACEAE	<i>Carex sp.</i>	1	4
CYPERACEAE	<i>Carex aff. bonplandii</i>	1	0
FABACEAE	<i>Astragalus garbancillo</i>	16	2
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>	0	1
FABACEAE	<i>Trifolium amabile</i>	3	0
GENTIANACEAE	<i>Halenia sp.</i>	0	2
GENTIANACEAE	<i>Gentianella dolichopoda</i>	11	0
GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i>	0	1
GERANIACEAE	<i>Geranium sessiliflorum</i>	1	1
IRIDACEAE	<i>Olsynium junceum</i>	0	1
JUNCACEAE	<i>Luzula spicata</i>	6	3
LAMIACEAE	<i>Hedeoma mandoniana</i>	0	1
LAMIACEAE	<i>Lepechinia meyenii</i>	1	1
LAMIACEAE	<i>Clinopodium bolivianum</i>	7	0
LAMIACEAE	<i>Stachys sp.</i>	0	1
ONAGRACEAE	<i>Oenothera multicaulis</i>	4	0
OROBANCHACEAE	<i>Neobartsia camporum</i>	1	0
OXALIDACEAE	<i>Oxalis sp.</i>	0	1
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago australis</i>	5	0

PLANTAGINACEAE	<i>Plantago sericea</i>	0	1
POACEAE	<i>Aristida adscensionis</i>	9	0
POACEAE	<i>Brachypodium mexicanum</i>	2	0
POACEAE	<i>Bromus catharticus</i>	2	0
POACEAE	<i>Cinnagrostis aff. trichophylla</i>	0	6
POACEAE	<i>Cinnagrostis filifolia</i>	2	67
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>	1	0
POACEAE	<i>Festuca fiebrigii</i>	37	34
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	12	0
POACEAE	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	5	1
POACEAE	<i>Nassella sp.</i>	4	26
POACEAE	<i>Nassella aff. mexicana</i>	3	2
POACEAE	<i>Nassella meyeniana</i>	8	0
POACEAE	<i>Poa horridula</i>	1	10
POACEAE	<i>Poa annua</i>	0	1
POACEAE	<i>Poaceae sp. 3</i>	3	0
POACEAE	<i>Stipa obtusa</i>	10	0
POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>	3	7
RANUNCULACEAE	<i>Anemone sp.</i>	1	0
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	6	0
ROSACEAE	<i>Alchemilla pinnata</i>	11	1
ROSACEAE	<i>Alchemilla vulcanica</i>	0	14
RUBIACEAE	<i>Galium corymbosum</i>	1	5
VIOLACEAE	<i>Viola pygmaea</i>	0	3
Total		295	233

ANEXO 10
FAMILIA, ESPECIES, ABUNDANCIA DEL CERRO PICOL

Lugar: Cerro Pícol			
Año del incendio 2019			
Registro después de 3 años del incendio forestal			
Familia	Especie	Abundancia	
		No incendiada	Incendiada
APIACEAE	<i>Azorella aff. biloba</i>	4	0
APIACEAE	<i>Chaerophyllum andicola</i>	4	7
APIACEAE	<i>Eryngium humile</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Achyrocline ramosissima</i>	3	0
ASTERACEAE	<i>Baccharis caespitosa</i>	1	2
ASTERACEAE	<i>Baccharis buxifolia</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Belloa sp.</i>	1	1
ASTERACEAE	<i>Bidens triplinervia</i>	2	0
ASTERACEAE	<i>Gamochaeta sp.</i>	0	5
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris meyeniana</i>	8	5
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris sp.</i>	0	5
ASTERACEAE	<i>Mniodes longifolia</i>	0	8
ASTERACEAE	<i>Mniodes subspicata</i>	2	1
ASTERACEAE	<i>Mniodes sp.</i>	2	2
ASTERACEAE	<i>Oritrophium sp.</i>	0	1
ASTERACEAE	<i>Pseudognaphalium dysodes</i>	0	1
ASTERACEAE	<i>Rockhausenia nubigena</i>	1	30
ASTERACEAE	<i>Werneria sp.</i>	0	1
CAMPANULACEAE	<i>Lysipomia sp. 2</i>	0	2
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana bracteata</i>	0	1
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana micropterina</i>	0	5
CAPRIFOLIACEAE	<i>Caprifoliaceae sp.</i>	0	1
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria sp.</i>	1	0
CARYOPHYLLACEAE	<i>Silene sp.</i>	0	1
FABACEAE	<i>Astragalus sp.</i>	0	19
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>	1	0

FABACEAE	<i>Lupinus aff. weberbaueri</i>	0	1
FABACEAE	<i>Lupinus microphyllus</i>	14	1
GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i>	0	1
GENTIANACEAE	<i>Gentianella sp.</i>	0	1
JUNCACEAE	<i>Luzula spicata</i>	16	6
JUNCACEAE	<i>Juncus sp.</i>	0	2
MALVACEAE	<i>Acaulimalva engleriana</i>	2	2
ORCHIDACEAE	<i>Aa sp. 1</i>	3	0
OROBANCHACEAE	<i>Castilleja sp.</i>	0	4
OROBANCHACEAE	<i>Neobartsia sp. 3</i>	0	2
OROBANCHACEAE	<i>Neobartsia sp. 4</i>	1	1
OROBANCHACEAE	<i>Neobartsia sp. 5</i>	0	1
POACEAE	<i>Bromus lanatus</i>	1	1
POACEAE	<i>Cinnagrostis filifolia</i>	174	178
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>	6	0
POACEAE	<i>Festuca aff. dolichophylla</i>	76	7
POACEAE	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	1	1
POACEAE	<i>Nassella aff. mucronata</i>	10	0
POACEAE	<i>Poa sp.</i>	0	2
POACEAE	<i>Poa aff. nigriflora</i>	0	10
POACEAE	<i>Polypogon exasperatus</i>	0	1
POACEAE	<i>Stipa obtusa</i>	1	0
POACEAE	<i>Stipa hans-meyeri</i>	5	9
RANUNCULACEAE	<i>Knowltonia integrifolia</i>	0	7
ROSACEAE	<i>Fragaria sp.</i>	3	0
RUBIACEAE	<i>Galium corymbosum</i>	7	0
Total		352	336

ANEXO 11
FAMILIA, ESPECIES, ABUNDANCIA DE QONTAY MOCCO

Lugar: Qontay Mocco			
Año del incendio 2018			
Registro después de 4 años del incendio forestal			
Familia	Especie	Abundancia	
		No incendiada	Incendiada
ACANTHACEAE	<i>Stenandrium dulce</i>	9	7
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Aristeguietia discolor</i>	0	1
ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i>	5	0
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	1	2
ASTERACEAE	<i>Grindelia boliviana</i>	10	3
ASTERACEAE	<i>Stevia cuzcoensis</i>	8	4
ASTERACEAE	<i>Tagetes multiflora</i>	14	22
ASTERACEAE	<i>Tagetes praetermissa</i>	1	0
BROMELIACEAE	<i>Puya ferruginea</i>	0	4
CACTACEAE	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	1	0
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria myriophylla</i>	1	0
CALYCERACEAE	<i>Acicarpha tribuloides</i>	0	8
CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra microcalyx</i>	1	1
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia resinosa</i>	1	1
FABACEAE	<i>Dalea exilis</i>	15	8
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>	1	12
FABACEAE	<i>Medicago polymorpha</i>	0	1
FABACEAE	<i>Spartium junceum</i>	0	2
GERANIACEAE	<i>Hypseocharis bilobata</i>	4	1
IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium sp.</i>	0	1
JUNCACEAE	<i>Juncus imbricatus</i>	0	1
LAMIACEAE	<i>Minthostachys spicata</i>	1	1

PINACEAE	<i>Pinus radiata</i>	1	1
POACEAE	<i>Aristida adscensionis</i>	14	20
POACEAE	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	12	34
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>	0	2
POACEAE	<i>Eragrostis nigricans</i>	2	1
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	3	0
POACEAE	<i>Muhlenbergia rigida</i>	142	100
POACEAE	<i>Nassella aff. mexicana</i>	2	3
POACEAE	<i>Paspalum ceresia</i>	13	10
POACEAE	<i>Poaceae sp. 3</i>	8	11
POACEAE	<i>Sporobolus indicus</i>	0	8
POLYGALACEAE	<i>Monnina amarella</i>	2	4
PTERIDACEAE	<i>Adiantum sp.</i>	1	0
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	16	7
RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	2	0
RUBIACEAE	Rubiaceae sp.	5	7
SCROPHULARIACEAE	<i>Alonsoa acutifolia</i>	1	0
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i>	1	0
Total		309	291

ANEXO 12
FAMILIA, ESPECIES, ABUNDANCIA DEL MIRADOR DE HUAYLLAPAMPA

Lugar: Mirador de Huayllapampa			
Año del incendio 2017			
Registro después de 5 años del incendio forestal			
Familia	Especie	Abundancia	
		No Incendiada	Incendiada
APOCYNACEAE	<i>Cynanchum sp.</i>	1	1
ASPARAGACEAE	<i>Anthericum sp.</i>	0	5
ASTERACEAE	<i>Achyrocline ramosissima</i>	8	11
ASTERACEAE	<i>Achyrocline alata</i>	1	2
ASTERACEAE	<i>Ageratina sternbergiana</i>	12	4
ASTERACEAE	<i>Ageratina pentlandiana</i>	2	1
ASTERACEAE	<i>Aldama helianthoides</i>	4	12
ASTERACEAE	<i>Aristeguietia discolor</i>	6	1
ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i>	5	2
ASTERACEAE	<i>Barnadesia horrida</i>	3	2
ASTERACEAE	<i>Bidens triplinervia</i>	2	1
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	0	3
ASTERACEAE	<i>Cronquistianthus volkensis</i>	4	0
ASTERACEAE	<i>Erigeron bonariensis</i>	2	1
ASTERACEAE	<i>Galinsoga sp.</i>	0	1
ASTERACEAE	<i>Gamochaeta sp.</i>	1	0
ASTERACEAE	<i>Grindelia boliviana</i>	0	3
ASTERACEAE	<i>Hieracium sp.</i>	5	1
ASTERACEAE	<i>Stevia cuzcoensis</i>	29	19
ASTERACEAE	<i>Tagetes multiflora</i>	0	3
ASTERACEAE	<i>Tagetes aff. minuta</i>	0	1
ASTERACEAE	<i>Villanova sp.</i>	0	1
BERBERIDACEAE	<i>Berberis sp.</i>	3	3

CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria myriophylla</i>	1	0
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria rugulosa</i>	4	2
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria lanuginosa</i>	6	1
CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra microcalyx</i>	1	0
CRASSULACEAE	<i>Sedum sp.</i>	1	0
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia resinosa</i>	12	2
FABACEAE	<i>Dalea exilis</i>	1	5
FABACEAE	<i>Genista monspessulana</i>	0	5
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>	1	0
FABACEAE	<i>Trifolium amabile</i>	2	0
FABACEAE	<i>Trifolium sp.</i>	2	0
IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium chilense</i>	0	2
LAMIACEAE	<i>Minthostachys spicata</i>	7	0
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	19	4
ORCHIDACEAE	<i>Altensteinia fimbriata</i>	1	0
OXALIDACEAE	<i>Oxalis peduncularis</i>	1	0
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago aff. linearis</i>	0	1
POACEAE	<i>Aristida adscensionis</i>	0	3
POACEAE	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	0	8
POACEAE	<i>Brachypodium mexicanum</i>	15	0
POACEAE	<i>Cinnagrostis aff. trichophylla</i>	11	2
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 1</i>	0	2
POACEAE	<i>Cinnagrostis sp. 2</i>	0	1
POACEAE	<i>Eragrostis nigricans</i>	4	10
POACEAE	<i>Festuca aff. dolichophylla</i>	41	7
POACEAE	<i>Festuca fiebrigii</i>	0	4
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	40	5
POACEAE	<i>Melica scabra</i>	1	0

POACEAE	<i>Muhlenbergia rigida</i>	30	34
POACEAE	<i>Muhlenbergia cenchroides</i>	1	1
POACEAE	<i>Nassella pubiflora</i>	3	1
POACEAE	<i>Nassella aff. mucronata</i>	5	0
POACEAE	<i>Piptochaetium panicoides</i>	0	2
POACEAE	<i>Poaceae sp. 1</i>	0	1
POACEAE	<i>Poaceae sp. 2</i>	0	7
POACEAE	<i>Poaceae sp. 3</i>	0	7
POACEAE	<i>Sporobolus indicus</i>	1	2
POACEAE	<i>Sporobolus lasiophyllus</i>	0	1
POLYGALACEAE	<i>Monnina salicifolia</i>	13	3
PTERIDACEAE	<i>Hemionitis scariosa</i>	2	0
RANUNCULACEAE	<i>Anemone sp.</i>	1	0
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	53	6
ROSACEAE	<i>Alchemilla vulcanica</i>	1	0
ROSACEAE	<i>Kageneckia lanceolata</i>	5	0
RUBIACEAE	<i>Galium corymbosum</i>	1	0
RUBIACEAE	<i>Rubiaceae sp.</i>	1	1
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i>	0	2
Total		376	211

ANEXO 13

Datos del NDVI para las 6 áreas de estudio

NDVI de Wayna Tawqaray		NDVI del Cerro de Chocco		NDVI de Tambomachay	
No incendiada	Incendiada	No Incendiada	Incendiada	No Incendiada	Incendiada
0.47	0.53	0.59	0.59	0.58	0.55
0.55	0.70	0.54	0.54	0.21	0.20
0.65	0.60	0.27	0.35	0.31	0.08
0.49	0.56	0.59	0.55	0.36	0.45
0.56	0.61	0.58	0.55	0.19	0.11
0.58	0.59	0.31	0.27	0.34	0.11
0.55	0.57	0.60	0.55	0.63	0.56
0.49	0.54	0.50	0.51	0.62	0.58
0.42	0.45	0.50	0.48	0.52	0.52
0.37	0.39	0.52	0.42	0.44	0.48
0.40	0.44	0.46	0.44	0.41	0.41
0.36	0.38	0.41	0.39	0.39	0.42
0.29	0.34	0.36	0.36	0.34	0.38
0.30	0.30	0.33	0.33	0.34	0.38
0.32	0.24	0.33	0.35	0.27	0.31
0.26	0.27	0.30	0.31	0.29	0.33
0.30	0.30	0.31	0.31	0.30	0.32
0.26	0.26	0.30	0.29	0.28	0.28
0.22	0.25	0.30	0.30	0.27	0.33
0.20	0.25	0.30	0.28	0.33	0.35
0.29	0.26	0.13	0.11	0.31	0.32
0.24	0.28	0.47	0.38	0.49	0.33
0.33	0.35	0.47	0.38	0.53	0.20
0.35	0.34	0.46	0.46	0.06	0.03
0.38	0.40	0.33	0.33	0.58	0.29
0.44	0.45	0.59	0.59	0.38	0.05
0.37	0.44	0.55	0.48	0.63	0.57
0.47	0.50	0.53	0.53	0.26	0.23
0.47	0.44	0.55	0.54	0.64	0.21
0.46	0.48	0.57	0.56	0.65	0.63
0.45	0.48	0.45	0.45	0.61	0.59
0.46	0.47	0.42	0.44	0.57	0.59
0.43	0.45	0.42	0.42	0.55	0.55
0.30	0.43	0.37	0.35	0.53	0.49
0.29	0.33	0.32	0.31	0.41	0.44
0.28	0.32	0.35	0.32	0.36	0.41
0.28	0.32	0.30	0.29	0.33	0.35
0.29	0.30	0.30	0.27	0.33	0.35
0.27	0.30	0.33	0.30	0.30	0.36
0.26	0.28	0.33	0.36	0.20	0.12
		0.33	0.30	0.32	0.39
		0.36	0.33	0.32	0.34
		0.27	0.27	0.43	0.50
		0.28	0.28	0.09	0.10

0.28	0.35	0.29	0.12
0.34	0.32	0.48	0.57
0.38	0.36	0.53	0.57
0.37	0.37	0.40	0.10
0.34	0.30	0.64	0.67
0.46	0.45	0.56	0.53
0.52	0.52	0.51	0.19
0.52	0.51	0.29	0.17
0.48	0.44	0.58	0.54
0.46	0.46	0.55	0.54
0.46	0.42	0.51	0.48
0.44	0.41	0.43	0.44
0.46	0.45	0.39	0.38
0.34	0.32	0.35	0.39
0.36	0.36	0.33	0.38
0.32	0.35	0.30	0.33
0.32	0.27	0.32	0.34
0.30	0.29	0.30	0.32
0.33	0.30	0.29	0.33
		0.28	0.29
		0.26	0.31
		0.27	0.29
		0.25	0.28
		0.18	0.25
		0.36	0.38
		0.35	0.37
		0.43	0.36
		0.56	0.30
		0.50	0.48
		0.69	0.19
		0.11	0.18
		0.58	0.55
		0.57	0.54
		0.58	0.55
		0.54	0.51
		0.44	0.44
		0.40	0.42
		0.37	0.38
		0.35	0.37
		0.32	0.34
		0.32	0.32
		0.26	0.30

NDVI del Cerro Picol		NDVI de Qontay Mocco		NDVI del Mirador de Huayllapampa	
No Incendiada	Incendiada	No Incendiada	Incendiada	No Incendiada	Incendiada
0.24	0.33	0.58	0.66	0.20	0.19
0.07	0.41	0.68	0.68	0.62	0.61
0.07	0.10	0.50	0.43	0.28	0.25
0.31	0.27	0.28	0.19	0.79	0.72
0.17	0.10	0.59	0.74	0.68	0.68
0.36	0.33	0.62	0.72	0.09	0.61
0.60	0.54	0.56	0.57	0.73	0.70
0.63	0.18	0.49	0.60	0.78	0.73
0.56	0.45	0.48	0.52	0.74	0.74
0.47	0.43	0.40	0.50	0.66	0.74
0.45	0.36	0.35	0.45	0.63	0.66
0.40	0.30	0.38	0.46	0.71	0.64
0.46	0.30	0.39	0.45	0.69	0.61
0.34	0.24	0.38	0.45	0.64	0.60
0.28	0.23	0.36	0.43	0.66	0.63
0.28	0.22	0.31	0.43	0.57	0.55
0.41	0.26	0.32	0.41	0.56	0.48
0.35	0.26	0.32	0.39	0.56	0.55
0.31	0.35	0.39	0.49	0.48	0.48
0.04	0.08	0.38	0.49	0.57	0.60
0.50	0.41	0.63	0.45	0.57	0.43
0.13	0.11	0.44	0.50	0.31	0.30
0.63	0.23	0.45	0.54	0.68	0.68
0.55	0.25	0.55	0.69	0.79	0.59
0.48	0.42	0.49	0.69	0.76	0.78
0.31	0.23	0.40	0.38	0.62	0.61
0.45	0.42	0.48	0.59	0.16	0.21
0.19	0.10	0.37	0.37	0.75	0.75
0.21	0.11	0.47	0.55	0.76	0.76
0.63	0.59	0.56	0.68	0.75	0.74
0.58	0.56	0.45	0.57	0.74	0.73
0.52	0.52	0.50	0.61	0.67	0.70
0.44	0.46	0.44	0.54	0.70	0.58
0.34	0.37	0.35	0.47	0.66	0.64
0.56	0.33	0.35	0.45	0.63	0.62
0.46	0.32	0.40	0.45	0.58	0.66
0.49	0.29	0.35	0.42	0.55	0.64
0.28	0.27	0.31	0.40	0.51	0.57
0.25	0.26	0.33	0.41	0.50	0.44
0.26	0.28	0.32	0.35	0.42	0.47
0.20	0.27	0.31	0.36	0.46	0.46
0.24	0.25	0.36	0.44	0.55	0.38
0.26	0.24	0.37	0.51	0.47	0.35
0.40	0.24	0.53	0.62	0.57	0.65
0.46	0.17	0.51	0.61	0.48	0.59
0.08	0.09	0.53	0.76	0.63	0.52
0.08	0.10	0.52	0.71	0.63	0.63
0.31	0.19	0.54	0.63	0.28	0.21
0.47	0.10	0.55	0.63	0.66	0.46
0.35	0.30	0.67	0.70	0.40	0.40
0.53	0.31	0.58	0.72	0.16	0.31
0.36	0.46	0.60	0.73	0.60	0.55
0.64	0.60	0.58	0.67	0.69	0.69
0.54	0.46	0.55	0.64	0.51	0.65

0.63	0.50	0.53	0.61	0.70	0.62
0.46	0.49	0.45	0.54	0.66	0.66
0.41	0.46	0.39	0.51	0.64	0.52
0.39	0.37	0.36	0.44	0.57	0.47
0.31	0.31	0.37	0.44	0.58	0.57
0.32	0.27	0.33	0.48	0.53	0.44
0.34	0.28	0.31	0.37	0.50	0.50
0.27	0.25	0.32	0.42	0.48	0.42
0.47	0.27	0.31	0.38	0.42	0.48
0.28	0.28	0.29	0.36	0.40	0.30
0.41	0.28	0.29	0.34	0.38	0.43
0.26	0.09	0.31	0.39	0.60	0.58
0.32	0.13	0.31	0.40	0.56	0.44
0.11	0.11	0.38	0.54	0.66	0.66
0.59	0.47	0.45	0.55	0.62	0.47
0.59	0.47	0.60	0.60	0.69	0.56
0.25	0.14	0.61	0.71	0.50	0.66
0.56	0.11	0.70	0.73	0.71	0.66
0.17	0.23	0.64	0.67	0.45	0.64
0.46	0.27	0.71	0.66	0.76	0.73
0.39	0.35	0.69	0.63	0.48	0.48
0.53	0.50	0.57	0.66	0.74	0.68
0.62	0.53	0.55	0.60	0.71	0.65
0.44	0.40	0.49	0.60	0.67	0.61
0.39	0.35	0.45	0.60	0.65	0.60
0.54	0.34	0.39	0.54	0.61	0.61
0.30	0.28	0.32	0.44	0.58	0.59
0.35	0.25	0.35	0.50	0.62	0.50
0.25	0.24	0.37	0.44	0.56	0.41
0.38	0.25	0.39	0.43	0.51	0.38
0.40	0.25	0.33	0.43	0.48	0.49
0.45	0.26	0.35	0.39	0.47	0.43
0.37	0.25	0.34	0.44	0.46	0.46
0.27	0.25	0.28	0.39	0.38	0.38
0.31	0.25	0.32	0.45	0.44	0.42
0.36	0.25	0.35	0.46	0.41	0.41
0.22	0.12	0.51	0.61	0.48	0.49
0.42	0.22	0.66	0.72	0.46	0.46
0.37	0.30	0.66	0.72	0.15	0.49
0.37	0.31	0.58	0.61	0.74	0.50
0.24	0.26	0.58	0.70	0.65	0.65
0.28	0.14	0.59	0.68	0.11	0.13
0.41	0.13	0.58	0.59	0.47	0.23
0.22	0.26	0.65	0.71	0.46	0.70
0.52	0.49	0.59	0.72	0.65	0.66
0.64	0.51	0.55	0.65	0.64	0.51
0.63	0.49	0.48	0.54	0.68	0.66
0.60	0.47	0.46	0.55	0.64	0.64
0.48	0.37	0.43	0.49	0.65	0.56
0.43	0.32	0.44	0.50	0.58	0.57
0.31	0.28	0.34	0.43	0.53	0.52
0.46	0.28	0.36	0.39	0.53	0.48
0.43	0.26	0.32	0.38	0.49	0.44
0.27	0.16	0.32	0.43	0.49	0.48
0.39	0.29	0.35	0.45	0.45	0.45
		0.32	0.38	0.51	0.39

0.29	0.32	0.48	0.48
0.31	0.34	0.46	0.43
0.33	0.41	0.37	0.34
0.32	0.41	0.58	0.48
0.40	0.45	0.72	0.64
0.49	0.49	0.72	0.64
0.41	0.53	0.52	0.52
0.53	0.51	0.72	0.65
0.50	0.64	0.69	0.71
0.48	0.71	0.71	0.61
0.53	0.66	0.46	0.66
0.52	0.65	0.70	0.72
0.57	0.61	0.68	0.61
0.57	0.64	0.65	0.65
0.48	0.61	0.61	0.58
0.43	0.55	0.63	0.50
0.34	0.42	0.53	0.58
0.37	0.44	0.54	0.49
0.35	0.43	0.49	0.42
0.36	0.45	0.49	0.50
0.31	0.39	0.52	0.42
0.31	0.39	0.57	0.57
		0.48	0.42
		0.42	0.36
		0.45	0.34
		0.45	0.43
		0.54	0.48
		0.61	0.50
		0.61	0.44
		0.54	0.54
		0.68	0.58
		0.59	0.53
		0.73	0.52
		0.65	0.66
		0.63	0.43
		0.66	0.66
		0.68	0.55
		0.64	0.47
		0.59	0.51
		0.53	0.42
		0.50	0.50
		0.54	0.47
		0.51	0.41
		0.55	0.43
		0.52	0.34

ANEXO 14

Prueba de Kruskal – Wallis para Muestras Independientes

Para saber si existe o no diferencia significativa entre el área incendiada en la Cuenca del Huatanay a través de los años, podemos plantearnos las siguientes hipótesis:

H0: No hay diferencia significativa entre el área (ha) incendiada, entre los diferentes años

HA: Hay diferencia significativa entre el área (ha) incendiada, entre los diferentes años

Tabla 20

Prueba de hipótesis de Kruskal-Wallis de las áreas incendiadas con respecto a los años 2017 al 2022

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Área (ha) es la misma entre las categorías de Año.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.			

Se puede observar que el valor de significancia, ha sido inferior a 0,05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la alterna; y podemos afirmar que existe diferencia estadística significativa entre los diferentes años, en relación al área incendiada como se observa en la siguiente figura, donde los años 2020 y 2021 fueron las que tuvieron hectáreas incendiadas de mayor cobertura, a diferencia del año 2017 fueron menores las hectáreas perturbadas por los incendios forestales.

Análisis descriptivos del tamaño de las plantas

Se obtuvo los tamaños promedio de las plantas en los 6 lugares de estudio de la flora, en la cuenca del río Huatanay, en las áreas no incendiadas e incendiadas, Registrados junto con la flora en el transecto por toque de intercepción, ver datos en el anexo N°06.

Tabla 21

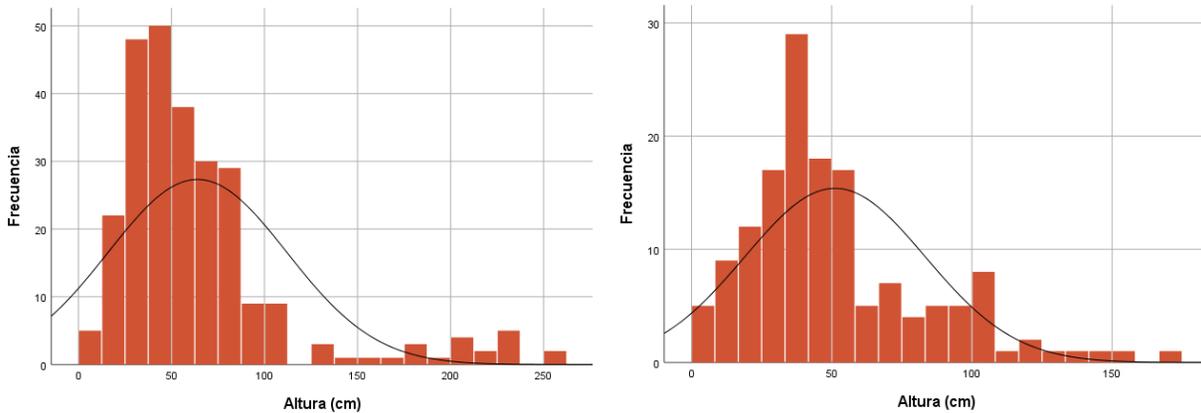
Estadísticos descriptivos del tamaño de las plantas de Wayna Tawqaray del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no Incendiado	Valor Incendiada
Media	63.95	51.17
Mediana	51.00	44.00
Varianza	2303.75	1037.06
Desviación	47.99	32.20
Mínimo	8	6
Máximo	260	170
Rango	252	164

El registro de la flora y su tamaño, se realizó después de meses del suceso del incendio forestal. Se observa en la tabla que el promedio del tamaño de las plantas en el área no incendiada e incendiada son de valores de 63.95 cm y 51.17 cm, respectivamente, respecto a la varianza y desviación se observa que ambas áreas el tamaño tiene una distribución muy dispersa o muy separados respecto a la media con un valor mínimo de 6 cm a 8 cm como la especie *Lupinus aridulus* (en crecimiento) y máximo de 1 metro con 70 cm y 2 metros con 60 cm como las especies *Barnadesia horrida*, *Puya ferrugínea*, se aprecia que no hay una diferencia significativa en el promedio del tamaño de las plantas, esto se debería que mayormente en las especies herbáceas, los primeros meses después del incendio, el recubrimiento de suelos desnudos y su crecimiento es rápido según De las Heras et al. (2008), se observa también que el tamaño máximo en el área incendiada es menor casi por un metro al del área no incendiada, aunque la diferencia del tamaño no es tan significativo, porque se encuentran en crecimiento sobre la planta ya existente, esto se debería a que el incendio fue superficial.

Figura 50

Histograma de la Frecuencia del tamaño de las Plantas de Wayna Tawqaray del Área no incendiada e Incendiada



Se observa en la figura N°50, que en el área no incendiada, la mayor frecuencia con la que aparecen las plantas son de tamaño de 40 a 50 cm y con menor frecuencia las que presentan tamaño de 150 a 200 cm, a comparación con el área incendiada las plantas mas frecuentes son del tamaño de 40 cm y menor frecuencia las plantas con tamaño de 150 cm. Se aprecia que en ambas áreas presentan plantas con mayor frecuencia, las que tienen tamaño correspondientes a herbáceas y las que se encuentran en crecimiento.

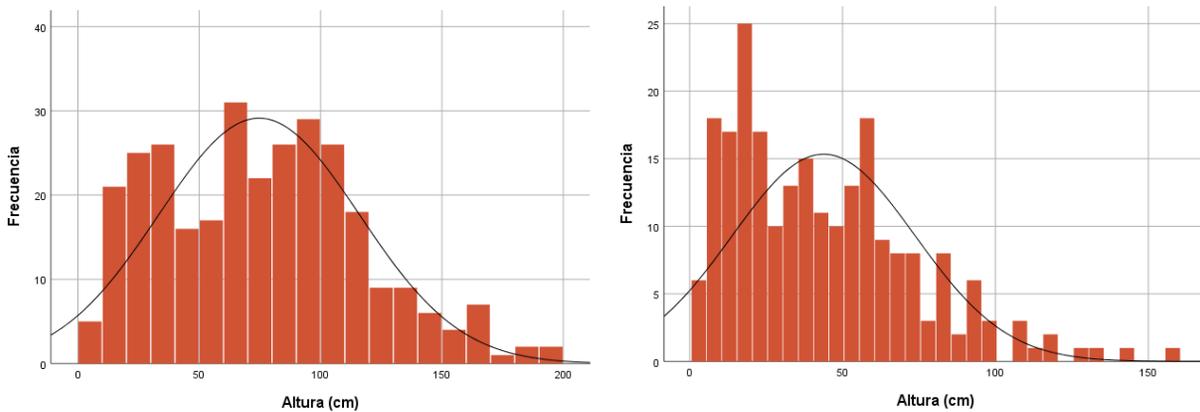
Tabla 22

Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas del cerro de Chocco del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	74.66	43.81
Mediana	74.00	39.50
Varianza	1711.75	894.89
Desviación	41.37	29.92
Mínimo	7	3
Máximo	190	160
Rango	183	157

Figura 51

Histograma de la Frecuencia de la Altura de las Plantas del Cerro Chocco del Área no incendiada e Incendiada



El registro de la flora y su tamaño, se realizó después de 1 año del suceso del incendio forestal. Se observa en la tabla N°22 que el promedio del tamaño de las plantas en el área no incendiada e incendiada es de 74.66 cm y 43.81 cm, respectivamente, en la que hay una diferencia de por lo menos 40 cm, respecto a la varianza y desviación se observa que ambas áreas el tamaño tiene una distribución muy dispersa o muy separados respecto a la media con un valor mínimo de 3 cm como las especies *Dichondra microcalix*, *Salvia oppositiflora* (en crecimiento) y máximo de 1 metro con 60 y 90 cm como *Colletia spinosissima* y *Eucalytus globulus*, se observa que hay una diferencia en el tamaño promedio de las plantas, el área incendiada registra plantas con tamaño menor a comparación del área no incendiada, la mayoría de las plantas son herbáceas y pocos arbustos teniendo un crecimiento sobre la base de la planta quemada, a comparación del área no incendiada que presenta más arbustos y árboles como *Eucalytus globulus*, que en esta área presenta mayor cantidad de esta especie a diferencia del área incendiada.

Se observa en la figura N°51, la frecuencia del tamaño de las plantas en el área control e incendiada del Cerro Chocco, donde en el área no incendiada la mayor frecuencia del tamaño, se encuentra entre 70 y 100 cm y una minima cantidad, entre 180 cm y 200 cm y en el área

incendiada la mayor frecuencia de tamaño es de 20 cm y menor frecuencia de 150 cm, en la cual el área no incendiada tiene especies con frecuencia alta y baja de mayor tamaño que el área incendiada.

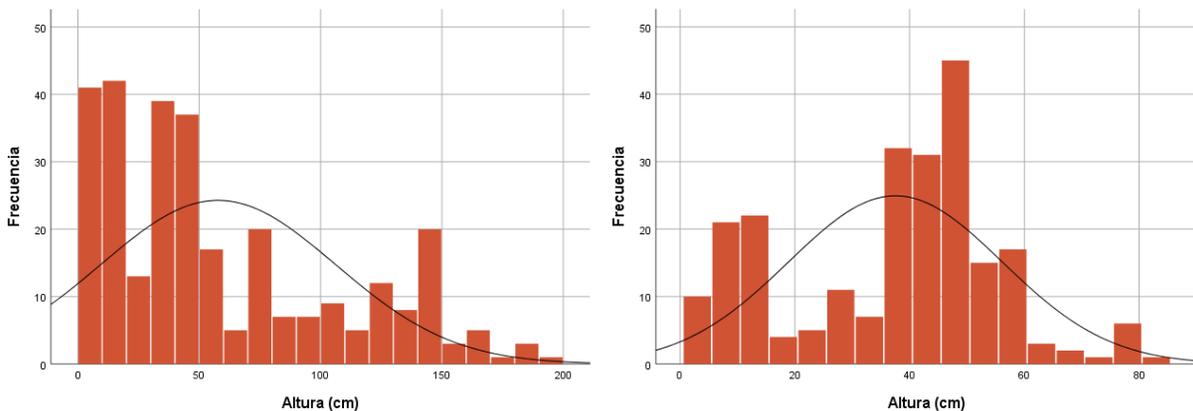
Tabla 23

Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas de Tambomachay del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	57.78	37.52
Mediana	43.00	42.00
Varianza	2349.92	347.42
Desviación	48.48	18.64
Mínimo	1	3
Máximo	190	85
Rango	190	82

Figura 52

Histograma de la frecuencia de la altura de las plantas de Tambomachay del área no incendiada e incendiada



El registro de la flora y su tamaño, se realizó después de 2 años del suceso del incendio forestal. Se observa en la tabla N°23 que el promedio del tamaño de las plantas en el área no incendiada

e incendiada son de valores de 57.78 cm y 37.52 cm, respectivamente, respecto a la varianza y desviación se observa que ambas áreas el tamaño tiene una distribución muy dispersa o muy separados respecto a la media con un valor mínimo de 1 a 3 cm como la especie *Dichondra microcalyx*, *Alchemilla pinnata* y máximo de 85 cm y 1 metro con 90 cm como las especies *Baccharis odorata*, *Barnadesia horrida*, *Bomarea involucrosa*, se ve que el área no incendiada es superior en promedio del tamaño de las plantas que del área incendiada, en campo se vio que las especies en esta área son mayormente herbáceas, con pocos arbustos de tamaño pequeño, que aún se puede ver las cicatrices del incendio en la base, y que esta área pertenece al ecosistema pajonal, a diferencia del área no incendiada que se encuentran las especies en las faldas de los cerros, con ecosistemas matorral, bofedal, pajonal, presenciándose mayor tamaño de las plantas.

Se observa en la figura N°52, que la mayor frecuencia del tamaño de las especies de flora en el área no incendiada se encuentran entre 10 y 50 cm, con menor frecuencia de 200 cm, en el área incendiada la mayor frecuencia de tamaño de las plantas es de 50 cm y menor frecuencia de 75 y 85 cm, en ambas áreas la mayor frecuencia de tamaño de las especies corresponden a herbáceas y plantas en crecimiento.

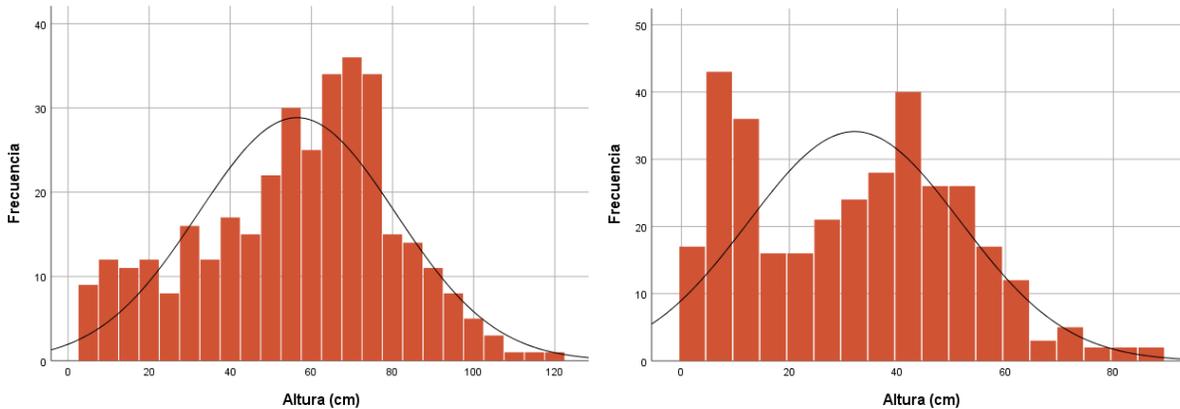
Tabla 24

Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas del Cerro Pícol del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no incendiado	Valor Incendiada
Media	56.45	32.07
Mediana	60.00	33.00
Varianza	592.53	386.25
Desviación	24.34	19.65
Mínimo	5	2
Máximo	118	87
Rango	113	85

Figura 53

Histograma de la frecuencia de la altura de las plantas del Cerro Pícol del área no incendiada e incendiada



El registro de la flora y su tamaño, se realizó después de 3 años del suceso del incendio forestal. Se observa en la tabla N°24, que el promedio del tamaño de las plantas en el área no incendiada e incendiada son de valores 56.45 cm y 32.07, respectivamente, respecto a la varianza y desviación se observa que ambas áreas el tamaño tiene una distribución muy dispersa o muy separados respecto a la media con un valor mínimo de 2 cm a 5 cm como las especies *Chaerophyllum andicola*, *Mniodes longifolia*, *Muhlenbergia peruviana*, *Acaulimalva engleriana* y máximo de 87 cm y 1 metro con 18 cm como las especies *Cinnagrostis filifolia*, *Festuca aff. dolichophylla*, hay una diferencia del promedio del tamaño de las plantas, en la que el área no incendiada es superior, respecto a la incendiada, en campo efectivamente se vio que esta área, la vegetación en especial las poaceas no son tan tupidas y mayor tamaño que la del área incendiada que presenta zonas con poca cobertura de esta familia, donde se aprecia especies de otras familias de tamaños muy reducidos, un ejemplo es la especie *Rockhausenia nubigena*.

En la figura N°53, muestra que la mayor frecuencia del tamaño de las plantas en el área no incendiada del cerro Pícol, son de 65 a 75 cm y la menor frecuencia del tamaño de plantas son de 110 a 120 cm, en el área incendiada la mayor frecuencia del tamaño de las plantas se encuentra entre 10 y 45 cm y la menor frecuencia entre 80 cm a 90 cm. La mayor frecuencia del

tamaño de las especies en ambas áreas son de herbáceas y de plantas en crecimiento, en este lugar de estudio se vio en campo que hay mayor cobertura de poáceas y presencia de arbustos en menor cantidad como del género *Lupinus* que no sobrepasan de 1 metro con 20 cm

Tabla 25

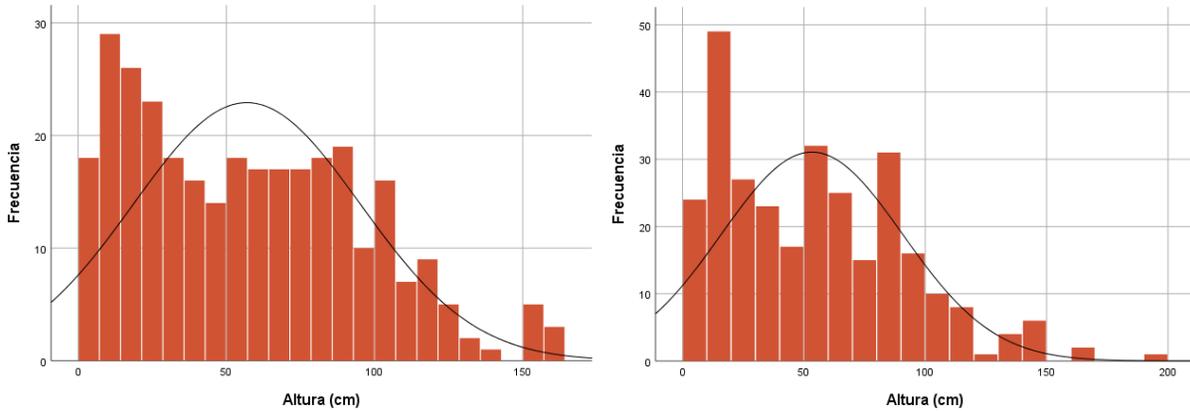
Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas de Qontay Mocco del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no Incendiado	Valor Incendiada
Media	56.91	53.31
Mediana	54.50	51.00
Varianza	1467.35	1396.66
Desviación	38.31	37.37
Mínimo	2	2
Máximo	160	190
Rango	159	188

El registro de la flora y su tamaño, se realizó después de 4 años del suceso del incendio forestal. Se observa en la tabla N°25, que el promedio del tamaño de las plantas en el área no incendiada e incendiada son de valores 56.91 cm y 53.31 cm, respectivamente, respecto a la varianza y desviación se observa que ambas áreas el tamaño tiene una distribución muy dispersa o muy separados respecto a la media con un valor mínimo de 2 cm a 4 cm como las especies *Dichondra microcalyx*, *Stenandrium dulce*, *Dalea exilis* y máximo de 1 metro con 60 cm y 90 cm como las especies *Pinus radiata*, *Colletia spinosissima*, *Spartium junceum*. El tamaño promedio de las plantas en ambas áreas no es significativamente diferente.

Figura 54

Histograma de la frecuencia de la altura de las plantas de Qontay Mocco del área no incendiada e incendiada



La figura N°54, muestra la mayor frecuencia del tamaño de las plantas en el área no incendiada de Qontay Mocco que se encuentran entre valores de 14 y 28 cm y la menor frecuencia del tamaño son de 142 cm, en el área incendiada la mayor frecuencia de tamaño de las plantas son de 20 cm y la menor frecuencia de tamaños de esta área están entre 130 y 190 cm. El lugar de estudio presenta la mayor frecuencia de tamaños de plantas de herbáceas y las que se encuentran en crecimiento, en campo se vio que tienen mayor cobertura que los arbustos, que tienen un tamaño aproximado hasta 190 cm, fuera de estas especies hay árboles de la especie *Eucalyptus globulus* y del género *Pinus*, en crecimiento, que en caso del *Eucalyptus* sobrepasan los 5 metros, en este caso los transectos se ubicaron donde aún hay una mínima plantación de esta especie (1 o 2 árboles).

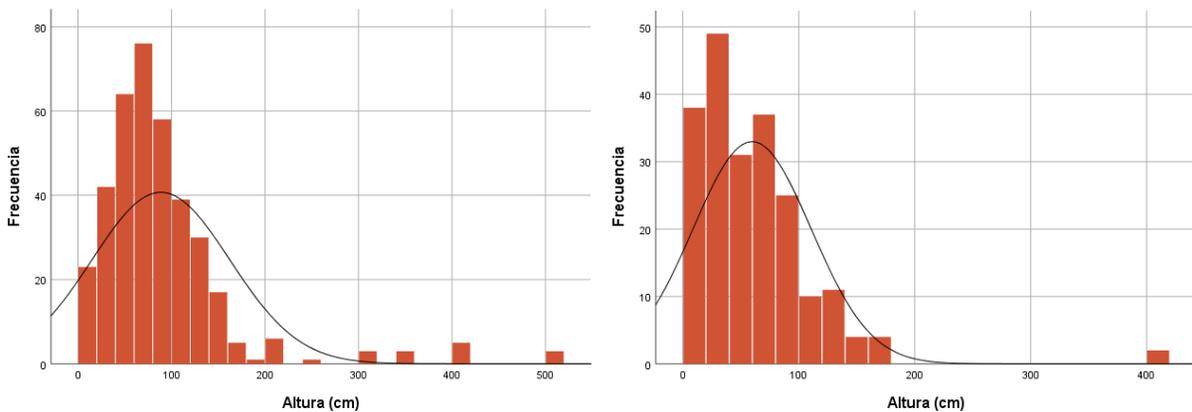
Tabla 26

Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas del mirador de Huayllapampa del área no incendiada e incendiada

Estadísticos	Valor no Incendiado	Valor Incendiada
Media	88.60	59.72
Mediana	73.00	50.00
Varianza	5431.82	2606.99
Desviación	73.70	51.06
Mínimo	2	2
Máximo	500	400
Rango	498	398

Figura 55

Histograma de la frecuencia de la altura de las plantas del mirador de Huayllapampa del área no incendiada e incendiada



El registro de la flora y su tamaño, se realizó después de 5 años del suceso del incendio forestal. Se observa en la tabla N°26, que el promedio del tamaño de las plantas en el área no incendiada e incendiada presentan valores de 88.60 cm y 59.72 cm, respectivamente, respecto a la varianza y desviación se observa que ambas áreas el tamaño tiene una distribución muy dispersa o muy separados respecto a la media con un valor mínimo de 2 cm como las especies *Dichondra microcalyx*, *Trifolium amabile*, *Dalea exilis* y máximo de 5 metros como *Eucalyptus globulus*. Se ve que el área no incendiada el promedio del tamaño de las plantas es mayor al del área

incendiada, diferencias no tan significativas, se vio en campo que la vegetación de ambas áreas respecto a la cobertura y tamaño son similares, aunque el área incendiada se encuentra con facilidad de acceso que, del área no incendiada, por lo que también, hay mayor erosión y zonas desnudas de vegetación.

La figura N°55 muestra la mayor frecuencia del tamaño de las plantas del Mirador de Huayllapampa, en el área no incendiada de valores de 60 a 80 cm y la menor frecuencia se encuentra entre 2 a 5 m, en el área incendiada la mayor frecuencia del tamaño de las plantas es de 40 cm y plantas con menor frecuencia del tamaño son de 4 m. La mayor frecuencia del tamaño de las especies son de herbáceas, y plantas en crecimiento como los arbustos, que en esta área hubo un poco mas cobertura de estas plantas, a diferencia de otros lugares de estudio. No obstante se ve valores de tamaños atipicos, como de 4 a 5 m, correspondientes a *Eucalyptus globulus*, que gran parte de este lugar de estudio presentan esta especie

Se observa que el tamaño promedio de las especies de acuerdo a las áreas no incendiadas e incendiadas, se muestra que hay diferencias pequeñas, de 10 cm a 30 cm, por lo que no difieren significativamente en ninguna de los lugares estudiados, que se realizó el registro del tamaño de la flora después de meses a 5 años del suceso de los incendios forestales, en el caso de Wayna Tawqaray, en la cual el registro de tamaño de las plantas fue de meses después del incendio, los valores comparativamente son similares en ambas áreas, como dice De las Heras et al. (2008) que los primeros meses después del incendio, el recubrimiento de suelos desnudos y el crecimiento de la flora es rápida, esto se da especialmente en las especies herbáceas, como se ha visto en campo y registrado, hay mayor cobertura de este tipo de plantas junto a las especies arbustivas en las áreas estudiadas, estas plantas son de ecosistemas pajonal, matorral y bofedal, pero también hay presencia de valores de tamaños atípicos al tipo de flora que hay en esos ecosistemas como el caso de la especie *Eucalyptus globulus*, que sobrepasan los 4 m, que la mayoría de los lugares estudiados tienen esta especie, ya sea en

menor o mayor cobertura, a diferencia del cerro Pícol y Tambomachay de la parte alta no hay presencia de la especie. Es importante mencionar que las áreas incendiadas, las de meses a dos años después del incendio, respecto a la flora arbustiva, aun se ve la base de estas especies quemadas, y que muchos de ellos crecen sobre eso, por lo que se podría deducir que fueron incendios superficiales.

ANEXO 15

Registro fotográfico

Trabajo de campo



Camino al Cerro Pícol



Posición de transecto de 50 metros
en Tambomachay



Posición de transecto de 50 metros
en Cerro Pícol



Colecta de flora en el Cerro Pícol



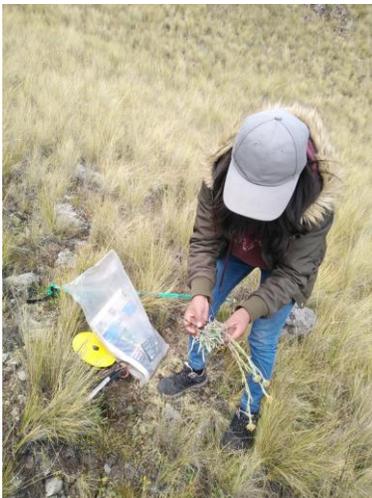
Medición de flora en Wayna Tawqaray



Fotografía de la flora



Posición de la vara cada 50 cm



Colecta de flora Flora



prensado y etiquetado



Registro de flora en Mirador de Huayllapampa

Secado de plantas



Flora de la cuenca del río Huatanay



Achyrocline alata

Asteraceae



Achyrocline ramosissima

Asteraceae



Ageratina Sternbergiana

Asteraceae



Aristeguietia discolor

Asteraceae



Baccharis caespitosa

Asteraceae



Baccharis latifolia

Asteraceae



Baccharis odorata

Asteraceae



Baccharis racemosa

Asteraceae



Baccharis tricuneata

Asteraceae



Barnadesia horrida
Asteraceae



Belloa erythraetis
Asteraceae



Belloa sp.
Asteraceae



Bidens andicola
Asteraceae



Bidens pilosa
Asteraceae



Bidens triplinervia
Asteraceae



Chersodoma jodopappa
Asteraceae



Cronquistianthus volkensii
Asteraceae



Erigeron bonariensis
Asteraceae



Galinsoga sp.

Asteraceae



Gamochaeta sp.

Asteraceae



Grindelia boliviana

Asteraceae



Hieracium sp.

Asteraceae



Hypochaeris sp.

Asteraceae



Hypochaeris taraxacoides

Asteraceae



Mniodes longifolia

Asteraceae



Mniodes sp.

Asteraceae



Mniodes subspicata

Asteraceae



Mutisia acuminata

Asteraceae



Mutisia cochabambensis

Asteraceae



Ophryosporus heptanthus

Asteraceae



Oritrophium sp.

Asteraceae



Pseudognaphalium dysodes

Asteraceae



Rockhausenia nubigena

Asteraceae



Senecio sp.

Asteraceae



Stevia cuzcoensis

Asteraceae



Tagetes multiflora

Asteraceae



Tagetes praetermissa

Asteraceae



Viguiera procumbens

Asteraceae



Werneria pygmaea

Asteraceae



Bomarea dulcis

Alstroemeriaceae



Bomarea involucrosa

Alstroemeriaceae



Chaerophyllum andicola

Apiaceae



Daucus montanus

Apiaceae



Eryngium humile

Apiaceae



Nothoscordum andicola

Amaryllidaceae



Sarcostemma sp.
Apocynaceae



Schinus molle
Anacardiaceae



Stenandrium dulce
Acanthaceae



Berberis boliviana
Berberidaceae



Berberis sp.
Berberidaceae



Puya cochabambensis
Bromeliaceae



Puya ferrugínea
Bromeliaceae



Austrocylindropuntia subulata
Cactaceae



Austrocylindropuntia floccosa
Cactaceae



Acicarpa tribuloides
Calyceraceae



Arenaria lanuginosa
Caryophyllaceae



Arenaria sp.
Caryophyllaceae



Calceolaria engleriana
Calceolariaceae



Calceolaria myriophylla
Claceolariaceae



Calceolaria rugulosa
Calceolariaceae



Sp.
Caprifoliaceae



Convolvulus sp.
Convolvulaceae



Dichondra microcalyx
Convolvulaceae



Hypericum silenoides
Clusiaceae



Sedum sp.
Crassulaceae



Valeriana bracteata
Caprifoliaceae



Valeriana micropterina
Caprifoliaceae



Escallonia resinosa
Escalloniaceae



Astragalus garbancilo
Fabaceae



Dalea exilis
Fabaceae



Genista monspessulana
Fabaceae



Lupinus aff. weberbauri
Fabaceae



Lupinus aridulus

Fabaceae



Lupinus microphyllus

Fabaceae



Medicago polymorpha

Fabaceae



Spartium junceum

Fabaceae



Trifolium amabile

Fabaceae



Erodium cicutarium

Geraniaceae



Gentiana sedifolia

Gentianaceae



Gentianella dolichopoda

Gentianaceae



Gentianella sp.

Gentianaceae



Halenia sp.
Gentianaceae



Hesperoxiphion herrerae
Iridaceae



Sisyrinchium chilense
Iridaceae



Sisyrinchium sp.
Iridaceae



Krameria lappacea
Krameriaceae



Hedeoma mandoniana
Lamiaceae



Lepechinia meyenii
Lamiaceae



Minthostachys spicata
Lamiaceae



Salvia oppositiflora
Lamiaceae



Linum prostratum

Linaceae



Acaulimalva engleriana

Malvaceae



Aa sp. 1

Orchidaceae



Aa sp. 2

Orchidaceae



Altensteinia fimbriata

Orchidaceae



Bartsia camporum

Orobanchaceae



Neobartsia aff. fiebrigii

Orobanchaceae



Neobartsia sp. 1

Orobanchaceae



Neobartsia sp. 2

Orobanchaceae



Neobartsia sp. 3
Orobanchaceae



Neobartsia sp. 4
Orobanchaceae



Neobartsia sp. 5
Orobanchaceae



Castilleja sp.
Orobanchaceae



Orobanche sp.
Orobanchaceae



Oxalis peduncularis
Oxalidaceae



Hemionitis scariosa
Pteridaceae



Monnina amarella
Polygalaceae



Monnina salicifolia
Polygalaceae



Muehlenbeckia volcánica
Polygonaceae



Pinus radiata
Pinaceae



Plantago aff. linearis
Plantaginaceae



Plantago australis
Plantaginaceae



Plantago serícea
Plantaginaceae



Aciachne pulvinata
Poaceae



Muhlenbergia cenchroides
Poaceae



Muhlenbergia peruviana
Poaceae



Paspalum ceresia
Poaceae



Muhlenbergia rigida

Poaceae



Melica scabra

Poaceae



Sporobolus lasiophyllus

Poaceae



Alchemilla pinnata

Rosaceae



Alchemilla vulcanica

Rosaceae



Kageneckia lanceolata

Rosaceae



Tetraglochin cristata

Rosaceae



Arcytophyllum thymifolium

Rubiaceae



Galium aparine

Rubiaceae



Galium corymbosum
Rubiaceae



Ranunculus sp.
Ranunculaceae



Colletia spnosissima
Rhamnaceae



Alonsoa acutifolia
Scrophulariaceae



Quinchamalium chilense
Schoepfiaceae



sp.
Scrophulariaceae



Veronica persica
Scrophulariaceae



Solanum Nitidum
Solanaceae



Verbena litoralis
Verbenaceae