

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



**Propiedades fisicoquímicas del suelo y características del estrato arbóreo de una
plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham post incendio, La Rinconada,
Chota.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTOR

Bach. Blanca Yuleize Mejía Cieza

ASESOR:

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Denisse", escrita sobre una línea horizontal punteada.

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

CIP 163858
Docente UNACH
Código: 002-2021

FEBRERO, 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 013-2023/EPIFA - FCA/UNACH


Siendo las **17:05** horas, del día 17 de **febrero** de **2023**, en video conferencia del aplicativo Google Meet, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “**Propiedades fisicoquímicas del suelo y características del estrato arbóreo de una plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltl. et Cham post incendio, La Rinconada, Chota**”, integrado por:

- | | |
|--|------------|
| 1. Dr. Héctor Orlando Chávez Angulo | Presidente |
| 2. M.Sc. Alex Wilfredo Huatay Saldaña | Secretario |
| 3. M.Sc. Miriam Marleni Rosales Cuentas | Vocal |

Sustentado por la **Bach. Blanca Yuleize Mejía Cieza**, con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ingeniería Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerdan **aprobar** la tesis, calificándola con la nota de **16 (dieciséis)**, se eleva la presente acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Chota, 17 de febrero del 2023.


.....
Dr. Héctor Orlando Chávez Angulo
Presidente


.....
M.Sc. Alex Wilfredo Huatay Saldaña
Secretario


.....
M.Sc. Miriam Marleni Rosales Cuentas
Vocal

DEDICATORIA

A mi familia, por ser de gran ayuda, por confiar en mí, por darme el ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome el valor de cada cosa que uno obtiene.

A mis profesores por sus enseñanzas durante los cinco años de vida universitaria, a mis, compañeros, amigos y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron para llegar a cumplir unos de mis grandes anhelos.

Blanca Yuleize Mejía Cieza

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi más grande fortaleza, gracias a él tengo vida y salud.

A mi familia, principalmente a mi madre María Dilma Cieza Mejía y a mi hermano Rosmel Irigoín Cieza por compartir mis anhelos, deseando lo mejor para mi vida.

A la ingeniera Milagros Denisse Alva Mendoza, expreso mi profundo agradecimiento por su apoyo, enseñanzas, consejos, orientaciones e indicaciones para terminar exitosamente mi trabajo de investigación.

A la Municipalidad Distrital de Conchán, al señor Héctor Irigoín y a mis amigos que estuvieron presentes que gracias a su colaboración y conocimientos se pudieron lograr los objetivos trazados en la presente investigación.

A todos ellos gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1. Planteamiento del problema	16
2. Formulación del problema	19
3. Justificación.....	19
4. Objetivos	21
4.1. Objetivo General	21
4.2. Objetivos Específicos.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes.....	22
2.2. Bases teórico - científicas.....	29
2.2.1. El suelo.....	29
2.2.2. Efectos del incendio forestal sobre el suelo	30
2.2.3. Efecto del incendio forestal en las propiedades químicas del suelo	30
2.2.4. Efecto del incendio forestal en las propiedades físicas del suelo.....	31
2.2.5. Estrato arbóreo	32
2.2.6. Efectos en las características del estrato arbóreo	32
2.2.7. Incendios en las plantaciones forestales.....	33
2.2.8. <i>Pinus patula</i>	33
2.2.9. Descripción botánica	34

2.3. Marco conceptual	36
2.3.1. Calidad de la plantación.....	36
2.3.2. Severidad	36
2.3.3. Estrato arbóreo.....	36
2.3.4. Incendio forestal	36
2.3.5. Plantación forestal.....	37
2.3.6. Propiedades físicas.....	37
2.3.7. Propiedades químicas	37
2.3.8. Suelo	37
2.4. Hipótesis.....	37
2.4.1. Hipótesis alternativa.....	37
2.4.2. Hipótesis nula.....	38
2.5. Operacionalización de variables.....	39
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	41
3.1 Tipo y nivel de investigación	41
3.2. Diseño de investigación.....	41
Supervivencia.....	43
Calidad.....	44
Anomalías de crecimiento.....	44
Vigor de copa.....	45
Daños mecánicos	46
Sanidad.....	46

Severidad.....	46
3.3. Métodos de investigación.....	48
3.4. Población, muestra y muestreo.....	48
3.4.1. Población.....	48
3.4.2. Muestra.....	48
3.4.3. Muestreo.....	48
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.5.1. Equipos y materiales	50
3.5.2. Flujograma de investigación	51
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	52
3.7. Aspectos éticos	52
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1. Descripción de resultados.....	53
4.1.1. Prueba de normalidad.....	53
4.1.2. Prueba ANOVA	54
4.1.3. Propiedades físico – químicas del suelo.....	55
4.1.3.1. Textura del suelo	55
4.1.3.2. pH y C.E.....	56
4.1.3.3. CIC	57
4.1.3.4. Materia orgánica y nitrógeno	58

4.1.3.5. Fósforo y potasio.....	59
4.1.4. Variables dasométricas.....	60
4.1.4.1. Supervivencia de árboles.....	60
4.1.4.2. Calidad de la plantación	61
4.1.4.3. Severidad del incendio	68
4.2. Contrastación de Hipótesis	69
4.3. Discusión de resultados	70
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	81
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	39
Tabla 2 Tipificación de la investigación según los criterios más importantes.	41
Tabla 3 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.	53
Tabla 4 Prueba Anova.....	54
Tabla 5 Variables de calidad de la plantación evaluadas en una plantación de <i>P. patula</i> afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo.	62
Tabla 6 Calidad de una plantación de <i>P. patula</i> después de cuatro años de afectado por el fuego y calidad de la plantación testigo.	64
Tabla 7 Variables de calidad de la plantación evaluadas en una plantación de <i>P. patula</i> afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo.	65
Tabla 8 Datos obtenidos en parcela 1 del área testigo	95
Tabla 9 Datos obtenidos en parcela 2 del área testigo	102
Tabla 10 Datos obtenidos en la parcela del área testigo	109
Tabla 11 Datos obtenidos en la parcela 1 del área incendiada.....	115
Tabla 12 Datos obtenidos en la parcela 2 del área incendiada.....	122
Tabla 13 Datos obtenidos en la parcela 3 del área incendiada.....	127
Tabla 14 Resumen de la prueba de hipótesis - N.....	132
Tabla 15 Resumen de la hipótesis - M.O.....	132
Tabla 16 Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.....	134
Tabla 17 Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativa evaluadas post incendio	135

Tabla 18 Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.....	136
Tabla 19 Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.....	137
Tabla 20 Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.....	138
Tabla 21 Resultado de laboratorio de la muestra AT:P1:M1	140
Tabla 22 Resultado de laboratorio de la muestra AT:P2:M2.....	141
Tabla 23 Resultado de laboratorio de la muestra AT:P3:M3.....	142
Tabla 24 Resultado de laboratorio de la muestra AI:P1:M1	143
Tabla 25 Resultado de laboratorio de la muestra AI:P2:M2	144
Tabla 26 Resultado de laboratorio de la muestra AI:P3:M3	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clases de copa	45
Figura 2 Flujograma del proyecto de investigación.....	51
Figura 3 Comparación de resultados de la textura del suelo en el área de investigación	55
Figura 4 Comparación de resultados de pH y CE (dS/m) en en el área de investigación	56
Figura 5 Comparación de resultados de M.O (%) y N (%) en el área de investigación ...	58
Figura 6 Comparación de resultados de P (ppm) y K (ppm) en el área de investigación.	59
Figura 7 Supervivencia de una plantación de <i>P. patula</i> en el área de investigación.....	60
Figura 8 Variables de calidad de la plantación evaluadas en una plantación de <i>P. patula</i> afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo.	62
Figura 9 Calidad de la plantación evaluadas en una plantación de <i>P. patula</i> afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo	64
Figura 10 Número de individuos con anomalías de crecimiento en la plantación de <i>P. patula</i> del área incendiada y el área testigo.	66
Figura 11 Vigor de copa de una plantación de <i>P. patula</i> en el área de investigación	67
Figura 12 Daños mecánicos de una plantación de <i>P. patula</i> en el área incendiada y el área testigo	67
Figura 13 Sanidad de una plantación de <i>P. patula</i> en el área incendiada y área testigo ..	68
Figura 14 Severidad del incendio forestal en la plantación de <i>P. patula</i> en el área incendiada y el área testigo	69
Figura 15 Georreferenciación de la plantación de <i>P. patula</i> en el área de investigación	146
Figura 16 Delimitación de parcelas en el área de investigación.....	147
Figura 17 Extracción de sub muestras a 10 cm de profundidad	148

Figura 18 Homogenización de muestras.....	148
Figura 19 Recolección de muestras en bolsa ziploc	149
Figura 20 Identificación del 100% de árboles dentro de cada parcela a evaluar.....	149
Figura 21 Evaluación de variables del estrato arbóreo	150

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio, en La Rinconada, Chota, cuatro años después de ocurrido el incendio forestal. La evaluación se realizó en seis parcelas de 1000 m² cada una a una profundidad de 0-10 cm, tres establecidas en el área incendiada y tres en el área testigo.

Las propiedades físicas y químicas presentaron variaciones en textura, la cantidad de arena aumentó en 5,33%; limo y arcilla hubo un descenso de 3,33% y 2% respectivamente. Se observó un pequeño aumento en el pH de 0,08 unidades y una pequeña disminución de 0,01 dS/m en la Conductividad eléctrica (CE). El contenido de fósforo en el suelo aumentó en 12,70 ppm de la misma manera que el potasio también aumentó en 9,53 ppm. En la materia orgánica y el nitrógeno se observó un ligero aumento de 1,16% y 0,06 % respectivamente y en la Capacidad de intercambio catiónico (CIC) hubo un descenso de 1,07 meq/100 g. Para estas variables cuantitativas se utilizó ANOVA y test de Kruskal – Wallis de las cuales en los análisis estadísticos no se observó diferencias significativas.

La supervivencia de los árboles en el área afectada post incendio es del 12.12%, este resultado se debería a que la especie de *P. patula* no tiene la capacidad de rebrote. En la calidad de plantación se obtuvo como resultado según sus categorías, el 62,24% de mala calidad, 16,05% aceptable y el 21,72% de excelente calidad y el nivel severidad 4,18. Para estas variables cualitativas se utilizó la prueba de independencia de chi-cuadrado ($p=0,05$), de la cual se obtuvo como resultado que el efecto en estas variables si tienen relación con el incendio forestal.

Palabras claves: incendio forestal, suelo, propiedades fisicoquímicas, estrato arbóreo.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the physicochemical properties of the soil and the characteristics of the tree layer of a post-fire *P. patula* plantation, in La Rinconada, Chota, four years after the forest fire occurred. The evaluation was carried out in six plots of 1000 m² each at a depth of 0-10 cm, three established in the burned area and three in the control area.

The physical and chemical properties presented variations in texture, the amount of sand increased by 5.33%; silt and clay there was a decrease of 3.33% and 2% respectively. A small increase in pH of 0.08 units and a small decrease of 0.01 dS/m in Electrical Conductivity (EC) was observed. The phosphorus content in the soil increased by 12.70 ppm in the same way that potassium also increased by 9.53 ppm. In organic matter and nitrogen a slight increase of 1.16% and 0.06% respectively was observed; however, the cation exchange capacity (CEC) there was a decrease of 1.07 meq/100 g. For these quantitative variables, ANOVA and the Kruskal-Wallis test were used, of which no significant differences were observed in the statistical analysis.

The survival of the trees in the affected area after the fire is 12.12%, this result is due to the fact that the *P. patula* species does not have the ability to regrowth. In the plantation quality, the result was obtained according to their categories: 62.24% of poor quality, 16.05% acceptable and 21.72% of excellent quality and the severity level 4.18. For these qualitative variables, the chi-square test of independence ($p=0.05$) was used, from which the effect on these variables was obtained if they were related to the forest fire.

Keywords: forest fire, soil, physicochemical properties, tree layer.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la región Cajamarca, *P. patula* es la especie forestal de mayor uso en la forestación y reforestación por tener las características de rápido crecimiento, gran porte, de amplia adaptabilidad a variedades de tipos de suelos.

El *P. patula* tiene como características en su tamaño que varía de mediano a grande, en árboles añosos pueden llegar a tener 40 m de altura y 120 cm de diámetro; en la primera parte es de forma cilíndrica, pero en casi toda su longitud es de forma cónica; las ramas presentan un color rojizo, escamosas, su distribución no es uniforme, generalmente verticiladas; las acículas tienen color cenizo, resistentes con medidas entre 17 - 24 cm de largo x 1mm de ancho; yemas terminales largas, de color amarillentos y erguidas; las estructuras reproductivas son estróbilos unisexuales sobre el árbol mismo donde se crean androstróbilos o amentos, estos están ubicados en la para final de las ramas, con un diámetro de hasta 1 cm, poseen un color cuando son jóvenes y al madurar ya son de color amarillo, se agrupan en torno al nuevo brote y salen con las nuevas hojas (Ospina et al. 2017). La madera de esta especie es de fácil aserrado, cepillado y pulido utilizando herramientas manuales o mecánicas (Vallejo y Zapata, 2018); son utilizados en diferentes actividades como construcciones, postes, armaduras, fabricación de cajas de empaque, acabados tanto en interiores como exteriores; así como también es muy importante en la fabricación de papel debido a la amplitud de sus fibras (CONAFOR 2001).

A nivel mundial los incendios forestales se han incrementado como consecuencia de los cambios, sociales, ambientales y también culturales, por ello a causa de estos siniestros se observa múltiples variaciones en las propiedades fisicoquímicas del suelo como la textura, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico y en las características del estrato arbóreo como la supervivencia, calidad y severidad.

En el distrito de Conchán ha sucedido varios incendios forestales en los últimos años, de los cuales se observa la poca importancia que les dan a estos efectos; por lo tanto, se hace necesario conocer el efecto en las propiedades fisicoquímicas del suelo y características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio , La Rinconada. Se plantearon como objetivos evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio. Y como hipótesis se estableció, que existe diferencia estadística significativa en las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio y áreas aledañas en La Rinconada, Chota.

1. Planteamiento del problema

Los incendios forestales se encuentran presentes de forma natural en el medio ambiente, en algunos ecosistemas determinan su desarrollo, y son considerados como uno de los factores principales para el correcto funcionamiento de los ecosistemas (Hernández, 2019) y su regeneración (Capulín et., 2010). No obstante, en los últimos años, el uso del fuego sin control ha contribuido de manera considerable al calentamiento global, generando impactos negativos (Hernández, 2019) alterando un amplio rango de ecosistemas en todo el mundo (Pacheco, 2019).

Uno de los problemas ambientales por los que se ven afectados nuestros bosques con mayor frecuencia, son los incendios forestales, en los últimos tiempos se ha observado diversos impactos relacionados (Herrero y Zavala, 2015). Existe, por otro lado, el desconocimiento de los efectos, causas, control de incendios forestales, así como también personal capacitado para afrontar las responsabilidades que requieren las actividades de prevenir, controlar y restaurar las áreas incendiadas, causas por las cuales sitúan a Perú en el tercer lugar dentro de los diez países más sensibles al cambio climático.

Los bosques se encuentran sujetos a varias perturbaciones influenciados por el clima (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016), las sequías, incendios forestales, introducción de especies, brotes de enfermedades, fenómenos meteorológicos como huracanes, tormentas, vendavales e inundaciones interfieren en su estructura, composición y procesos funcionales (Jiménez et., 2016).

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], (2018) afirma que, en Perú, el 99 % de los incendios forestales son de origen antrópico, ya sea por causas accidentales, negligencia o intencionales ocasionadas por actividades agropecuarias y/o urbanización.

Los incendios causan erosión del suelo, pérdida del hábitat de la fauna silvestre, alteración en la cadena alimenticia, modificación del paisaje (Capulín et al., 2010) variaciones en las propiedades fisicoquímicas del suelo (Rosero y Osorio, 2013), producción y liberación del dióxido de carbono como resultado de la incineración de la biomasa resultante de los bosques, tierras y praderas, estos gases favorecen al calentamiento global, desencadenando en forma gradual un cambio climático a nivel universal, motivos por el cual la concentración de dióxido de carbono va en aumento a una tasa anual de 0.5 % promedio (Castillo et al., 2003), efectos sobre el cambio climático, emisión de gases químicamente activos, como, monóxido de carbono, metano, óxido nítrico y partículas de menor tamaño, que al ser emitidas en grandes cantidades son nocivos para el medio ambiente causando el incremento del efecto invernadero (Huerta y Ibarra, 2014), a esto llamamos impacto en el medio ambiente donde millones de hectáreas son afectadas cada año causando cambios en el ámbito, social, económico, ecológico y humano (Oña, 2015).

La pérdida de cubierta vegetal por un incendio forestal deja un suelo susceptible y expuesto a la erosión, causando alteraciones en los procesos ecológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, y biogeoquímicos a corto, mediano o largo plazo de manera directa e indirecta (Bodí et al. 2012).

Los incendios forestales tienen muchas secuelas sobre la diversidad biológica, son la causa principal de la pérdida de suelos fértiles y de la reducción de los bosques (Nasi et al., 2001). A escala mundial estos desastres son una gran fuente de emisión de carbono y otras partículas, los incendios aumentan la disponibilidad de algunos elementos en el suelo y provocan el descenso de otros en forma gaseosa, generando la variación de la dinámica normal de la vegetación contribuyendo ampliamente al calentamiento global, el humo causa una reducción de la actividad de fotosíntesis de los árboles y altera negativamente la salud de las personas y de los animales. Los efectos y respuestas del ecosistema forestal están directamente en relación con la dinámica que presente el incendio; entonces, las alteraciones químicas, físicas y biológicas de los suelos (Corporación Nacional Forestal [CONAF], 2011) y las características del estrato arbóreo van a depender de la intensidad del fuego, tipo de incendio, humedad, cobertura vegetal, época del año y de las condiciones propias del suelo.

El *P. patula*, como plantación forestal proporciona múltiples beneficios como, papel, madera, oxígeno, refugio para la fauna, cercos vivos y sumideros de carbono (Cabrera, 2003). Burgos et al (2012) indica que en las zonas altoandinas las plantaciones de *P. patula* favorecen a la recuperación suelos erosionados y degradados a través de la incorporación de materia orgánica por la caída de acículas y ramas adicionalmente; el investigador Sotelo et al., (2017) afirma que las plantaciones forestales intervienen en la reducción y atenuación del cambio climático por medio de la captura de carbono.

Para proyectos de forestación y reforestación, esta especie genera grandes ingresos económicos ya sea a corto, mediano o largo plazo siendo una muy buena opción económica en las comunidades rurales (MINAG, 2005)

En los últimos tiempos hemos sido testigos como los incendios forestales han modificado el relieve natural de la sierra peruana (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2018). Cajamarca ha presentado 75 emergencias por incendios forestales desde el 2003 hasta el 2020 (Bautista, 2020) no habiéndose encontrado información específica del área afectada de plantaciones forestales por incendios.

La Rinconada está ubicado en el distrito de Conchán, provincia de Chota, esta comunidad no ha sido la excepción respecto a la ocurrencia de incendios. El 3 de setiembre del 2018 se registró un incendio forestal afectando a 38 hectáreas de plantación forestal de *P. patula*, iniciado por quema de restos agrícolas.

Los impactos causados por los incendios forestales en las propiedades fisicoquímicas del suelo y en las características del estrato arbóreo en los ecosistemas montanos ocupados por plantaciones de *P. patula* son poco conocidos en La Rinconada, Chota y su evolución post incendio, siendo indispensable su evaluación.

2. Formulación del problema

¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo en una plantación de *P. patula* post incendio, en La Rinconada, Chota?

3. Justificación

Los incendios forestales son severas perturbaciones antrópicas en la región, que conlleva a pérdidas de vidas humanas, pérdida de vegetación, degradación de suelos, alteración en las propiedades fisicoquímicas del suelo, efectos en la calidad de agua y aire, estos van a depender de la duración, intensidad y recurrencia del incendio (Orozco et al., 2011).

Los ecosistemas tienen diversos grados de resiliencia que permiten tolerar las alteraciones o recuperar sus características en un periodo de tiempo determinado. Diversas investigaciones han reportado recuperación de ecosistemas post incendio y otras la degradación de sus características edáficas, lo cual varía según el tipo de ecosistema y severidad del incendio.

En las formaciones forestales de la provincia de Chota, a lo largo de los años, se ha registrado múltiples incendios forestales, desconociéndose sus efectos en el suelo y su evolución post incendio. En la comunidad de La Rinconada, distrito de Conchán, el 3 de septiembre de 2018 se reportó un incendio forestal que se extendió por 38 ha de plantaciones de *P. patula*, actualmente se desconoce los efectos en el suelo que este evento causó, siendo indispensable realizar estudios de las propiedades fisicoquímicas del suelo y evaluar las características de la vegetación pues generará información científica local para este tipo de ecosistemas.

La información generada en la presente investigación servirá como base para conocer la evolución de las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo post incendio a cuatro años. Esta información es indispensable para aplicar tratamientos de manejo de suelos para mejorar la calidad y productividad de la plantación. Asimismo, servirá de base para futuras investigaciones.

En un ámbito social, la investigación contribuirá con información que permitirá sensibilizar a la población para el responsable manejo del fuego en las prácticas agrícolas.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio, en La Rinconada, Chota.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el efecto del incendio forestal en las propiedades físicas del suelo.
- ✓ Evaluar el efecto del fuego en las propiedades químicas del suelo.
- ✓ Estimar la supervivencia de *P. patula* en la plantación forestal post incendio
- ✓ Evaluar el efecto del incendio en la calidad del estrato arbóreo de la plantación forestal.
- ✓ Evaluar la severidad del incendio en la plantación forestal.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Afif y Oliveira (2006) evaluaron las propiedades del suelo en un segmento de pendiente de 2,68 ha del monte Tuña, Asturias, España. Para realizar la evaluación de los efectos causados, se recolectaron muestras a profundidades de 0-2 cm, 5 cm y 5- 10 cm instantáneamente en el momento que ha sido generado al fuego y a los 7, 30 y 90 días respectivamente. Registraron incremento en la concentración de C, N, K, Ca, Mg y P, generando temporalmente mayor fertilidad en el recurso suelo. Adicionalmente también se observó efectos en la textura del suelo (arena, limo y arcilla), generando un descenso en la fracción de arcilla y un aumento en la fracción de arena; sin embargo, en el día 7 y 30 después de haber sucedido el incendio los resultados fueron a la inversa.

Temporetti (2006) evaluó el impacto en la calidad del agua causado por los incendios forestales en el Lago Nahuel Huapi en dos arroyos de montaña, Argentina. Para determinar el efecto de los incendios forestales se tuvo en cuenta las concentraciones de nitrógeno como el indicador más adecuado. Como resultado obtuvieron un desmerecimiento en la concentración de los elementos de fósforo total, nitritos y amonio, caso contrario pasó con los nitratos que sus concentraciones aumentaron, por lo cual la calidad del agua se vio afectada.

López et al. (2007) compararon la estructura florística y horizontal del estrato arbóreo de dos lugares aledaños, un área afectada por el fuego y un área como testigo con el objetivo de determinar la recuperación ecológica de un ecosistema forestal de alta montaña, obteniendo como resultados que las especies con mayor representatividad en el área incendiada fueron *Pinus pseudostrabus* y *Abies vejarii*; estas dos especies se encontraron dentro de categorías jóvenes que

llegaron a formar parte de la regeneración natural y que no tuvieron competencia por parte del arbolado adulto y las especies latifoliadas que se encontraban previas al incendio. A nivel comunidad, la vegetación arbórea incendiada aparentemente presentó una recuperación en riqueza y diversidad de especies; de modo que, concluyeron que el estrato arbóreo presenta una recuperación parcial después de 19 años de la ocurrencia del incendio.

Mataix y Guerrero (2007) indican que los factores importantes que interactúan en un incendio forestal al momento de identificar los efectos causados por éste son biomasa vegetal, materia orgánica, humedad del suelo, velocidad de propagación, tiempo de residencia de llamas llegando así a la conclusión que los efectos causados en incendios forestales intensos afectan negativamente la materia orgánica, alteran la textura, color del suelo, desgaste de cubierta vegetal, aporte de cenizas al suelo causando efectos erosivos.

Capulín et al. (2010) investigó el efecto de un incendio forestal natural, moderado y superficial sobre el suelo y la vegetación en México. Para el desarrollo de su investigación establecieron cinco parcelas con un área de 25 m², de estas parcelas tres fueron establecidas en la zona incendiada y dos en la zona testigo. Para determinar el efecto en el suelo, se recolectaron cuatro submuestras a profundidades de 0 - 5 cm y de 5 - 30 cm a los 15, 180, 365 y 540 días de haber sucedido el incendio, para así conformar la muestra compuesta. De los resultados obtuvieron que el mayor efecto se encuentra en los primeros 0 – 5 cm del suelo, así como también el incremento del pH del suelo por ser un incendio forestal moderado, disminución del carbono orgánico, materia orgánica y nitrógeno total, sin embargo, hubo un aumento de fósforo, arena en detrimento de arcilla, flora y fauna en el área afectada.

Florencia (2010) afirma que “el fuego es el factor principal en generar disturbios de la dinámica de los bosques”. En su investigación recolectaron muestras a 10 cm de profundidad para

evaluar las alteraciones causadas en las propiedades fisicoquímicas del suelo. Los resultados obtenidos en las zonas evaluadas, indican que existe el aumento de conductividad eléctrica y pH y una disminución de calcio, nitrógeno, magnesio por lo que se podría deducir que existe una relación con la incineración de la materia orgánica.

Pascual (2011) llevó a cabo una investigación de los efectos de los incendios forestales a corto y largo plazo en la estabilidad estructural y la repelencia al agua, acidez, el contenido en materia orgánica y la textura, la aparición de vías de flujo preferencial, los cambios en las tasas de escorrentía e infiltración o el incremento del riesgo de erosión; en su metodología ha establecido estudios que se desarrollarán en laboratorio así como también en campo. El incendio experimental se realizó a cabo por medio de cuatro intensidades diferentes de fuego con la adición de diferentes cantidades de carga de combustible: 0 kg/m² (control), 2 kg/m² (intensidad baja), 4 kg/m² (intensidad moderada) y 8 kg/m² (intensidad alta). Consecutivamente se realizó un estudio de los cambios producidos en las propiedades del suelo llevándose a cabo un seguimiento mensual por un período de 7 meses. En los resultados encontró que los efectos causados por el fuego en las plantaciones forestales se reflejan en el incremento significativo del promedio de pH con la intensidad del fuego, repelencia al agua en suelos afectados, reducción del grado de hidrofobicidad, disminución del contenido de arcilla y variaciones mínimas en la textura del suelo.

Bodí et al. (2012) presentaron su revisión denominada “Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea”. Esta investigación fue realizada a un año de sucedido el incendio forestal en la Montaña de Xortá, Alicante, España. Evidenciaron que el daño es severo solo en el primer año, pues el suelo es cubierto rápidamente por la cubierta vegetal. Indican que es indispensable un equipo capacitado para desarrollar una adecuada gestión de los

recursos de la zona pues post incendio existirá una variedad de especies que se clasifican según la respuesta al fuego en especies con la capacidad de rebrote y no rebrote.

Fonseca (2013) realizó estudios en un área de regeneración luego de ocurrido un incendio en Hidalgo, México con el objetivo de determinar mediante regresión logística, la colonización de insectos y la mortandad de *P. patula* luego de un incendio en un área de regeneración, para ello se realizó seguimiento durante 1 año y 4 meses. En sus resultados muestran que un 99 % los descortezadores secundarios *Ips integer*, *I. bonansea*, *I. cribricollis*, *Pseudips mexicanus* y *Pityophthorus sp.* y un barrenador ambrosial, *Gnathotrichus sp.* habitaron los árboles muertos por el incendio, los efectos repercuten principalmente en la composición de la estructura y función del medio y que el grado del daño depende de los factores como pendiente, cantidad de disponibilidad de combustible, intensidad, tiempo, etc.

Samaniego (2013) desarrolló una evaluación después de 48 meses de sucedido un incendio superficial en Huaraz, teniendo como resultados que el efecto en la incidencia fue el 100 %, un 4,2% en el nivel de severidad, supervivencia 77 %, vigor de copa y fuste afectadas negativamente, 50 % de plantación muerta, aumento de pH en el suelo, disminución de materia orgánica, aumento de fósforo, sin embargo, existió una disminución de potasio y en la capacidad de intercambio catiónico.

Domínguez (2016) realizó un trabajo de investigación en un área donde ha ocurrido una combustión de vegetación controlada en el municipio de Cumaribo - Vichada, Colombia. Estudiaron los efectos de las propiedades físicas y químicas del suelo que hayan sido alteradas. En su metodología utilizó un diseño de bloques al azar, teniendo dos momentos para la toma de datos, dos manejos y dos profundidades, estableció seis unidades experimentales en forma de cuadrado de 50 m de cada lado. Concluye que el fuego causa efectos positivos y negativos en las propiedades

del suelo, la severidad de estos va a depender de muchos factores, tipo de fuego, humedad del suelo, cantidad de biomasa vegetal, celeridad en su expansión.

Valdes et al. (2016) desarrollaron un estudio en suelos de pinares en Cuba, con el objetivo de determinar los efectos que causa el fuego a 4 años de ocurrido el incendio. Establecieron un muestreo en los rodales afectados y en los no afectados, los parámetros evaluados fueron, alcalinidad o acidez, materia orgánica, pentóxido de difósforo y óxido de potasio, densidad aparente, densidad real y porosidad. El muestreo lo llevaron a cabo a profundidades, de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm concluyendo que si existen diferencias significativas entre el área afectada y la no afectada principalmente en valores en algunas de las propiedades físicas y propiedades químicas del suelo (materia orgánica, fósforo y potasio) y propiedades físicas por lo contrario el pH no mostró alteraciones significativas.

Bellido (2017) presentó su tesis en la cual evaluó la atipicidad de la combustión de bosques culposa y el deterioro al medio ambiente en Cusco, obteniendo como resultados la afectación en gran parte de la vegetación presente en el bosque, especies afectadas de acuerdo a su tipo, ya que en todo bosque existe gran biodiversidad, por ello las especies más afectadas son las de menos movilidad. Dentro de estos factores también tenemos al suelo, que, con la ocurrencia de los incendios forestales, el manto vegetal desaparece también llamado “desertificación del paisaje”, el efecto en el recurso suelo se ve reflejado en los 5 cm primeros de la capa superficial teniendo como resultado la variación de las propiedades biológicas, químicas y físicas.

Rodríguez et al. (2019) realizaron estudios en un bosque tropical de pino en Chiapas, México. Plantearon como objetivos, modelar la posibilidad de mortandad y de rebrotación de *Pinus oocarpa Schiede* y estudiar la supervivencia, composición y adaptaciones al fuego de caducifolia después de 6 a 18 meses respectivamente de haber ocurrido el incendio en la selva

baja. De acuerdo a los resultados obtenidos: las características influyen de manera significativa en el efecto que pueda generar el incendio forestal, en árboles con características de una altura representativa sus copas, se mantienen fuera del alcance del fuego, las yemas apicales y ramas estarán más elevadas. Otro aspecto muy importante es el diámetro del árbol ya que, a mayor diámetro, más gruesa será su corteza que servirá de protección para el cambium vascular, caso contrario el porcentaje de probabilidad de mortalidad se elevará, sin embargo también se puede ver que hay ventajas en otros indicadores, a más elevado nivel de perturbación de la copa, los árboles supervivientes tenderán a rebrotar mejor por lo que el fuego elimina a las auxinas en yemas apicales y follaje próximo junto con parte de la copa.

Alva y Manosalva (2019) analizaron las alteraciones generadas en las propiedades químicas del suelo después de tres meses de ocurrido el incendio en el Cañón de Sangal, Cajamarca. Establecieron seis parcelas de evaluación en el área afectada, parcialmente afectada y totalmente afectada, el muestreo lo realizaron de 0 - 10 cm y de 10 - 20 cm de profundidad. Encontraron que el mayor efecto se evidencia en los diez primeros centímetros de la capa superficial del suelo, generando un incremento significativo en la conductividad eléctrica, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y nitrógeno total en las parcelas parcialmente quemadas.

Manríquez (2019) realizó una investigación en el departamento de Amazonas, evaluando las especies forestales afectadas en los incendios sucedidos: Un análisis de la información fiscal de los casos de Chachapoyas y Luya. Su objetivo fue identificar las especies forestales afectadas en los incendios forestales teniendo como resultados que, de todas las especies evaluadas, el *P. patula* viene a ser la especie más susceptible a los daños causado por estos siniestros. Como

resultados existe pérdida de especies forestales nativas y propias del lugar, así mismo en la ecología y economía de las personas.

Casas (2019) determinó los impactos del incendio forestal en las propiedades físicas y propiedades químicas del suelo en Huacraruco perteneciente al departamento de Cajamarca. Las muestras fueron recolectadas al azar de 0- 10 cm y 10- 20 cm de profundidad. en sus resultados obtuvieron en el suelo quemado las propiedades físicas que fueron afectadas son la densidad aparente aumentó en un $0,125 \text{ g cm}^3$; sin embargo, el color y textura del suelo el efecto ha sido nulo. Con respecto a las propiedades químicas del suelo afectado por el incendio, la materia orgánica ha aumentado en 1,055 %, nitrógeno en 0,080 %, fósforo y potasio disponible (0,250 ppm y 61 ppm respectivamente) y capacidad de intercambio catiónico ($4,225 \text{ meq}/100 \text{ g}$); sin embargo, el pH del suelo del área afectada disminuyó en 0,460 unidades.

Hermitaño y Crisóstomo (2020) determinaron el efecto en pastizales en las propiedades de los suelos post incendio en Huamancaca Chico, Huancayo durante el año 2020. En su metodología utilizaron un diseño experimental con dos repeticiones de bloques completos al azar en arreglo factorial 2×2 , recolectaron tres muestras de suelo antes del incendio, cinco muestras post incendio, de cada área experimental, en diferentes profundidades(0 - 3 cm y 3 - 5 cm). Como resultados descubrieron que el porcentaje de arcilla, el calcio cambiante y la densidad aparente disminuyeron considerablemente, y el limo, materia orgánica, pH, potasio (K) disponible, el fósforo (P) disponible, sodio (Na), cambiante y el magnesio (Mg) cambiante se incrementaron significativamente. No existió variación en la porosidad total, en el porcentaje de arena, capacidad de intercambio catiónico (CIC), capacidad de campo y el contenido de carbonato de Calcio (CaCO_3).

Rico (2020) determinó el estado del suelo afectado por incendio en la rivera de la quebrada la Candelaria, corregimiento de Pance municipio de Santiago de Cali, Colombia; identificar el cambio en la composición fisicoquímica del suelo afectado por el incendio e identificar las primeras familias de plantas que emergen en el post incendio. Su metodología utilizada está basada en un estudio analítico, elaboró un diagnóstico preliminar, identificaron fauna y flora colindante y posteriormente la flora emergente en el área afectada. Los datos muestran una disminución de fósforo, azufre, zinc, boro, hierro, manganeso y cobre. El impacto es negativo directamente sobre el ecosistema en su totalidad, incluyendo, paisaje, aire, suelo, flora, fauna agua, sectores colindantes no incendiados, provocando una alteración relevante y produciendo efectos sobre la superficie como la erosión y desertificación.

Salcedo (2021) afirma que el tiempo de recuperación de la vegetación herbácea en el cañón del río Chonta (Sangal) en el departamento de Cajamarca fue gradual, registrándose cero especies en el mes de noviembre, diciembre existió 16 especies, en enero 28 especies, en febrero 43 especies, en marzo 49 especies y en abril 50 especies. Finalmente concluye que después de los seis meses de sucedido el incendio, la capacidad de regeneración herbácea fue más del cincuenta por ciento, respecto a las condiciones iniciales.

2.2. Bases teórico - científicas

2.2.1. *El suelo*

Componente fundamental de la tierra y ecosistemas, tiene como características de ser una capa delgada que se ha formado a través de los siglos por la intervención de las diferentes variables como flora, fauna, rocas, materia orgánica, minerales, el ser humano, organismos vegetales, animales, agua, aire, influencia del tiempo y combinado con la topografía, el suelo difiere de su

material parental en su textura, consistencia, estructura, color y propiedades químicas, físicas y biológicas (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2014).

2.2.2. Efectos del incendio forestal sobre el suelo

Rosero y Osorio (2013) consideran que al ocurrir un incendio forestal se genera efectos relevantes en las propiedades físicas (porosidad, estabilidad estructural y pH), químicas (nutrientes) y propiedades biológicas. Adicional a esto también se puede inferir que hay un escaso interés en mejorar la determinación de los efectos causados en el medio ambiente para poder llevar a cabo estrategias puntuales en el restablecimiento de las zonas afectadas.

Los incendios forestales causan alteraciones, afectando así de manera directa como indirectamente las propiedades fisicoquímicas (Minervini et al., 2018), biológicas del suelo (Mataix y Guerrero, 2007).

2.2.3. Efecto del incendio forestal en las propiedades químicas del suelo

La disponibilidad de calcio después de un incendio forestal es reducido, así como también la materia orgánica (Giorgis et al., 2013) para ello es necesario identificar la intensidad con el que este se desarrolla, a menor intensidad la materia orgánica se incrementa por el aporte de material no combustionado completamente (Samaniego, 2013).

Las propiedades de pH y la conductividad eléctrica del suelo aumentan debido a la contribución de aniones con carga positiva como son: calcio, magnesio, potasio, silicio y fósforo (Samaniego, 2013) y cenizas provenientes de la combustión contienen carbonato potásico (CO_3K_2) (Rosero y Osorio, 2013). El pH es una de las propiedades químicas que es más afectada significativamente (Mataix y Guerrero, 2007) por las concentraciones de carbonato potásico (Valdes et al., 2016).

El nitrógeno total disminuye con el incendio en gran parte por volatilización, con un mayor daño en los cinco primeros centímetros de la capa superficial; sin embargo, según estudios, en un incendio moderado en dicha capa superficial existió un aumento en la concentración de fósforo (Capulín et al., 2010), el efecto de disminución de concentración de nitrógeno es menor en áreas con pendiente; este elemento, forma parte de los elementos imprescindibles para la vida por estar presente en todas las proteínas (Rosero y Osorio, 2013). El nitrógeno uno de los principales constituyentes de proteínas, clorofila y pared celular en los vegetales, es absorbido por las plantas en forma de NO_3 y NH_4 (Velásquez, 2003).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) decrece cuando ocurre una quema, debido a la degradación de coloides orgánicos e inorgánicos (Domínguez, 2016).

La materia orgánica es afectada por una alta intensidad, duración y descomposición y su destrucción, por lo que da paso a afectar también a las propiedades biológicas del suelo (Minervini et al., 2018).

2.2.4. Efecto del incendio forestal en las propiedades físicas del suelo

El fuego no tiene efectos significativos en la textura del suelo ya que sus componentes se modifican a altos umbrales de temperatura, a menos que el horizonte sea sometido a altas temperaturas, la arcilla es el componente más sensible de la textura, para su modificación y destrucción completa es necesario $400\text{ }^\circ\text{C}$ y entre 700 y $800\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente, empero para los otros dos componentes se necesitan temperaturas superiores a los $1414\text{ }^\circ\text{C}$. (Rosero y Osorio, 2013). A alta temperatura, se produce destrucción de la estructura del suelo (Minervini et al., 2018). Asimismo, afectan el ciclo del agua (Samaniego, 2013) e infiltración (FAO, 2016)

El color del suelo depende de sus variables que lo componen y cambia de acuerdo con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales. El matiz

oscuro de un suelo en el área afectada por el fuego tiene la capacidad de captar mayor cantidad de rayos solares permitiendo el aumento en la temperatura superficial (Capulín et al., 2010).

2.2.5. Estrato arbóreo

El estrato arbóreo, fundamental en la estructura de una plantación forestal o bosque, proporcionan sombra y hojarasca, generando microclimas que contribuyen al reciclaje de nutrimentos y al mantenimiento de la fertilidad del suelo incrementando la diversidad y abundancia de especies en estratos inferiores (White et al., 2017).

2.2.6. Efectos en las características del estrato arbóreo

En el estrato arbóreo, el efecto varía de acuerdo al tipo de vegetación impactada, altura de los árboles, tipo de hojas, resistencia de la albura y el duramen al calor, diámetro del árbol:

- ✓ La madera es una de las partes más dañadas por el fuego, ya que, al quedar deterioradas, estas quedan libres para dar paso a la invasión de hongos, bacterias o insectos (Samaniego, 2013).
- ✓ Efectos en las copas. Las copas es lo primero que se quema, ya que la intensidad de la corriente del viento es más fuerte que al nivel del suelo (Salom, 2018).
- ✓ Efectos en rama. A medida que la intensidad del viento disminuye, el fuego continuó a través de los combustibles superficiales causando efectos en las ramas (Salom, 2018).

2.2.7. Incendios en las plantaciones forestales.

Es una reacción química producida por la ignición y combustión de materiales, los factores necesarios para que los incendios forestales sucedan se encuentran en la superficie terrestre, oxígeno, el combustible y el calor generado por la combustión (Jiménez, 2016).

Las consecuencias de los incendios forestales son principalmente en la cubierta vegetal, biomasa arbórea, alteración de flora y fauna, degradación del suelo a causa de la erosión, alteración en la calidad de agua y aire, elevación del pH, movilización de nutrientes, pérdidas económicas y pérdidas de vidas humanas (Salom, 2018).

Los incendios forestales producen diferentes alteraciones en los componentes del ecosistema. En el sector económico, las pérdidas generan una baja y mala calidad de materia prima, por tanto, se tendrá la pérdida del costo de los tratamientos silvicultor de su producción desestabilizando el proceso productivo y de inversión. Cabe recalcar que la edad y el tamaño de la plantación son características que influye en el grado de daño que los incendios forestales puedan causar, mayor daño potencial en árboles de menor edad y a mayor edad de la plantación mayor daño actual (Samaniego, 2013).

Las consecuencias que dejan los incendios forestales en las plantaciones dependen de varios factores, tipo de combustible, edad de la plantación, intensidad y duración del fuego, grado de tolerancia al fuego, pendiente, condiciones climáticas en las que ocurre el siniestro (Samaniego, 2013).

2.2.8. *Pinus patula*.

El Pino es una especie nativa de México, puede llegar de 20 a 40 m de altura con distribución limitada, siendo las zonas boscosas una de las características principales de su hábitat,

se desarrolla a altitudes de 1800 a 2700 m s.n. m. (Bobadilla, 2018), en latitudes entre 16°N a 24°N, precipitaciones anuales de 700 a 2800 mm (Vallejo, 2018), proveen múltiples beneficios como madera, oxígeno, cercos vivos y sumideros de carbono. En las zonas altoandinas ayudan a la recuperación de suelos que han sido impactados negativamente, por el cual han quedado erosionados, degradados y permiten la incorporación de materia orgánica a través de la caída acículas y ramas (Burgos et al., 2012 y Sotelo et al. (2017). Las plantaciones contribuyen a reducir y atenuar el cambio climático por medio de la captura de carbono. Son instalados en proyectos de forestación o reforestación, genera grandes ingresos económicos a corto y mediano plazo porque es una especie con características de rápido crecimiento y se adapta a los diferentes tipos de suelos y en diferentes pisos altitudinales (Cabrera, 2003), siendo una muy buena opción lucrativa para las poblaciones de las comunidades rurales.

2.2.9. Descripción botánica

- ✓ Familia: PINACEAE
- ✓ Nombre Científico: *Pinus patula* Schlecht. & Cham.
- ✓ Nombre Común: Pino, Pino patula.

De acuerdo a su distribución natural, se tiene las siguientes denominaciones: pino llorón mexicano, pino chino, *pino pátula*, pino colorado, ocote macho, pino xalocote (Ortega, 2014). Según Ospina et al. (2011), su porte es mediano a grande, en árboles jóvenes en un principio su corteza es lisa y rojiza para luego tornarse marrón, ásperas para luego ser desprendidas en escamas, en ejemplares añosos pueden llegar a medir hasta 40 m de altura y 120 cm de diámetro.

Entre sus características: Según Yacelga (2011) el *P. patula*.

- ✓ Desarrolla una raíz primaria y con raíces laterales bien distribuidas.

- ✓ Sus ramas son desuniformes, verticiladas, pequeñas, escamosas y rojizas.
- ✓ Los rebrotes con algunos nódulos glabros, son verdes pálidos hasta pardo rojizos.
- ✓ Copa extendida con ramas largas y colgantes.
- ✓ Hojas, en sus características constan de tres a cinco acículas por fascículo, con una longitud de 20 cm, de color verde azulado.
- ✓ Vainas de las acículas, 1,5 cm de longitud, color cenizo.
- ✓ Yemas terminales de color amarillento, forma erguida.
- ✓ Flores, son diclinas presentes en el mismo árbol.
- ✓ Inflorescencias femeninas y masculinas. Las femeninas se encuentran principalmente en la lateral de los árboles de color púrpura; las masculinas, se encuentran en la parte final de las ramas, estas inflorescencias son de dos colores de acuerdo a su edad, jóvenes color verde y maduros de color amarillos con un diámetro de un cm.
- ✓ Los frutos, largamente cónicos, con medidas de cuatro a 12 cm de largo, diámetro de 2,5 a 5 cm, agrupados de tres a siete por cada pedúnculo.
- ✓ Los frutos están recubiertos por escamas, sus espinas son gruesas, reducidas, con una longitud de dos cm, ancho de un cm (Ospina et al., 2011).
- ✓ Se desarrollan a 2200 y 3200 m s. n. m., clima variado, secos a húmedos a temperaturas de – 0,1 a 3,1°C (Yacelga, 2011).

Ecología

- ✓ Suelos. Tiene la capacidad de desarrollarse en una amplia variedad de condiciones edáficas; sin embargo, vive bien en zonas con pendiente y de llanura con suelos profundos, fértiles, húmedos con buena capacidad de drenaje, textura franco-arenosas a franco arcillosas (Yacelga, 2011).

- ✓ Clima. La temperatura en la que se desarrolla la especie es de 12 °C, existiendo la ampliación de 10 y 19 °C en el área de distribución (Yacelga, 2011).
- ✓ Intolerante a la sombra y sensible durante los primeros años a la competencia por el agua durante las épocas de estiaje (Ortega, 2014).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Calidad de la plantación

La calidad de plantación determina el éxito de la restauración, ya que las plantas son aquellas que son capaces de alcanzar un desarrollo óptimo en un medio determinado, para ello se tiene en cuenta las características tales como: calidad genética, atributos morfológicos y atributos fisiológicos (Samaniego, 2013).

2.3.2. Severidad

Evalúa el nivel del efecto del incendio forestal en la plantación en sus diferentes categorías (Arguedas et al., 2019).

2.3.3. Estrato arbóreo

Vegetación leñosa, constituido por árboles. Conforman el techo de las formaciones vegetales (Wei y Gutiérrez, 2012).

2.3.4. Incendio forestal

Es el fuego que se desarrolla en terreno con plantaciones forestales o silvestres, afectando a especies vegetales, flora y fauna (Domínguez, 2016) pudiendo ser provocado por el hombre (ya sea intencionalmente o por negligencia), o por causas naturales (rayos) (Vellozas et al., 2010) dejando como consecuencias impactos negativos que provocan la pérdida de miles de hectáreas de bosques dando lugar al cambio climático, entre otros impactos (Manríquez, 2019).

2.3.5. *Plantación forestal*

Cultivo de especies forestales para forestación o reforestación con diferentes objetivos, ya sea ecológicos, sociales y económicos (Torres y Magaña 2001).

2.3.6. *Propiedades físicas*

Características que se pueden ver y medir; la mezcla de materiales de las diferentes fases del recurso suelo presentes en diferentes proporciones (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI], 2017).

2.3.7. *Propiedades químicas*

Son aquellas que pueden observarse y/o evaluarse a partir de alteraciones químicas de los elementos, sustancias que forman parte del suelo (López y Estrada, 2015).

2.3.8. *Suelo*

Capa superior de la tierra, que forma parte del ecosistema forestal (Mataix y Guerrero, 2007), consta de tres fases, sólido, líquido y gaseoso, tiene como funciones, producción de biomasa, reciclaje de nutrientes, soporte y almacenamiento de las sustancias nutritivas (Vellozas et al., 2010)

2.4. Hipótesis

2.4.1. *Hipótesis alternativa*

Existe diferencia estadística significativa en las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio y áreas aledañas en La Rinconada, Chota.

2.4.2. Hipótesis nula

No existe diferencia estadística significativa en las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de una plantación de *P. patula* post incendio y áreas aledañas en La Rinconada, Chota.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables		Definición	Dimensión	Indicador
Variable independiente	Propiedades fisicoquímicas del suelo	Características físicas y químicas de la capa superficial de la corteza terrestre´.	Propiedades físicas del suelo	Textura
			Propiedades químicas el suelo	Materia orgánica
				pH
				Conductividad eléctrica
Variables dependientes	Características del estrato arbóreo	Características del conjunto de árboles de la plantación forestal de P. <i>patula</i> .	Supervivencia	Supervivencia (%)
			Calidad del estrato arbóreo	Anomalías de crecimiento
				Vigor de copa
			Severidad	Daños mecánicos
				Sanidad
				Severidad

	Es todo tipo de fuego sin control originado en lugares cubiertos de vegetación, espacios		
Incendio forestal	boscosos que no estaban destinados para la quema, sino que ocurren de forma natural o antrópica.	Área afectada	Presencia/ausencia de fuego

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación es de tipo cuantitativa pues se analizarán y procesarán datos numéricos.

La presente investigación se tipifica como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2

Tipificación de la investigación según los criterios más importantes.

Criterio	Tipo de investigación
Estrategia	Cualitativa y cuantitativa
Objetivos (alcance)	Descriptiva, correlativa, explicativa
Fuente de datos	Primaria
Control en el diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)

3.2. Diseño de investigación

La investigación tiene diseño no experimental, puesto que para evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo y las características del estrato arbóreo de plantaciones de *P. patula*, post incendio en La Rinconada - Distrito de Conchán, Chota, no se manipularán las variables, evaluando las características tal y como se presentan en la realidad.

En la investigación se consideran las siguientes fases:

a) Fase de campo

Se empezó con la identificación del área de investigación, georreferenciación y zonificación considerando pendiente, edad de la plantación, tipo de suelo e incidencia del fuego.

Para determinar el número de muestras se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{4CV^2}{N}} \quad \text{Ecuación 1}$$

- ✓ n = número de parcelas de muestreo en la plantación forestal
- ✓ t = t de student (parámetro estadístico). En inventario forestal $t=2$ para una probabilidad fiducial que acostumbra a ser del 95%.
- ✓ CV = coeficiente de variación.
- ✓ E = error relativo máximo
- ✓ N = número de parcelas de igual área

Se tiene en cuenta que por ser una plantación forestal es de tipo homogéneo por lo tanto se considera: $CV = 2\%$ y $E = 5\%$

Entonces:

$$n = \frac{2^2(0.02)^2}{(0,05)^2 + \frac{4(0.02)^2}{380}}$$
$$n = 6,7$$

Luego de este procedimiento se instalaron seis parcelas de evaluación de 1000 m^2 cada una, tres en el área incendiada y tres en el área testigo. Se realizó un muestreo al azar representativo. Se tuvo en cuenta el efecto del borde por el cual se dejó un margen de 10 m en el perímetro de la zona evaluada. La evaluación se realizó luego de cuatro años del incendio forestal.

Para la evaluación del efecto en las propiedades fisicoquímicas del suelo en cada parcela se realizó un muestreo compuesto, para lo cual con un barreno se obtuvo 10 submuestras, suelo que se mezcló y dividió hasta obtener una muestra representativa de 1kg. La muestra se colocó en una bolsa ziploc, etiquetada y enviada al laboratorio. El muestreo se realizó de 0 a 10 cm de profundidad.

Para evaluar el efecto en las características del estrato arbóreo se instalaron parcelas de 1000 m², tres en el área incendiada y tres en el área testigo, en las que se determinó la supervivencia, anomalías de crecimiento, severidad, daños mecánicos, sanidad y vigor. Asimismo, se tomaron datos de altura y diámetro del fuste a 1.30 m desde la base.

Características del estrato arbóreo de la plantación de *P. patula* post incendio

Para determinar el efecto del incendio forestal en las características del estrato arbóreo se realizaron los siguientes cálculos.

Supervivencia

La evaluación se realizó en el 100 % de los árboles incluidos en las parcelas de 1000 m². Se contabilizó el número de árboles vivos y muertos en el en el área incendiada y en el área testigo, considerando:

Para el registro de datos se realizó colocando el número 1 al árbol vivo y en número 2 al muerto.

$$\text{supervivencia} = \frac{\text{\# de arboles vivos posincendio}}{\text{\# de árboles vivos antes del incendio}} \times 100$$

(Ecuación 2)

Calidad

Samaniego en el año 2013, desarrolla esta metodología evaluando cada árbol o parte de un árbol, teniendo en cuenta los siguientes indicadores: anomalías de crecimiento, vigor, sanidad y calidad de rebrote, este último no es aplicable a plantaciones de *P. patula*.

Esta variable resulta de los valores asignados a cada una de las variables supervivencia, anomalías de crecimiento, vigor de copa, calidad de rebrotes, sanidad y daños mecánicos.

La calidad de la plantación forestal post incendio se determinó de la siguiente manera:

- ✓ 1= Excelente: Aquellos árboles que cuyas clasificaciones fueron “1” en las variables supervivencia, anomalía de crecimiento, sanidad y daño mecánico, y una calificación mayor o igual a 4 en la variable vigor de copa.
- ✓ 2= Aceptable: Aquellos árboles que tienen una calificación “1” en la supervivencia, anomalía de crecimiento, daño mecánico y “2” en la variable de sanidad y una calificación mayor o igual a 3 en la variable vigor de copa.
- ✓ 3= Mala: Aquellos árboles con calificación “2” en las variables supervivencia, anomalías de crecimiento, daño mecánico; y “3” en la variable sanidad , los que tengan una calificación menor o igual a “2” en la variable vigor de copa.

Anomalías de crecimiento

Se determinó la existencia de las principales anomalías de crecimiento, torcedura basal, bifurcación e inclinación del fuste.

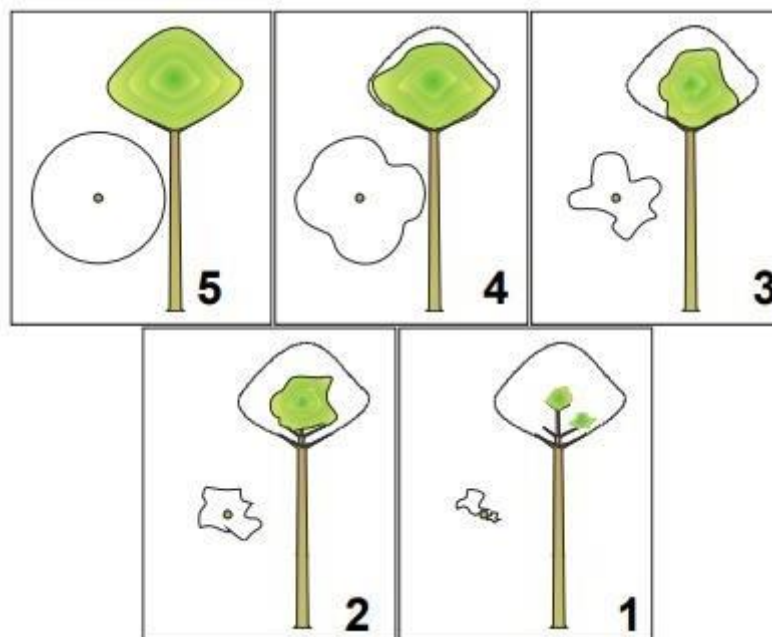
- ✓ 1= no existe la presencia de torcedura basal y/o bifurcación y/o inclinación del fuste
- ✓ 2= existe la presencia de torcedura basal y/o bifurcación y/o inclinación del fuste

Vigor de copa

Es uno de los indicadores que significa el estado de salud de un árbol, indicando si está en óptimas condiciones aptas para vivir o si es necesario algún método silvicultural o sanitario que ayude a la recuperación del vigor, es evaluado de acuerdo a la forma de la copa, para ello usa la clasificación de forma de copa propuesta por Synnott (1979) (figura 3) indica las siguientes clases de copa:

Figura 1

Clases de copa



Nota. Fuente: Samaniego (2013).

- ✓ 1 y 2 significa árboles con pocas posibilidades de crecimiento o resistencia frente a los tratamientos
- ✓ 3, 4 y 5 si pueden responder a los tratamientos aplicados.

Daños mecánicos

Para estimar esta variable se evaluó si los árboles de la plantación presentan daños mecánicos en todo el árbol, parte del árbol (árboles desarmados, árboles sin copa o árboles que presenten rajaduras).

- ✓ 1= No presenta daños visibles
- ✓ 2= Sí presenta algún daño visible

Sanidad

Para evaluar este indicador, se tomó en cuenta las características, daños causados en la copa y fuste con los siguientes valores:

- ✓ 1: sano
- ✓ 2: aceptablemente sano
- ✓ 3: afectado

Severidad

Indica el nivel de daño generado por el fuego en los árboles (Samaniego, 2013), teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ 0: Ningún daño perceptible (0 por ciento)
- ✓ 1: Daño perceptible (1 a 25 por ciento de la parte aérea del latizal)
- ✓ 2: Daños que no afectan gravemente al árbol (26 - 50 % de la parte aérea del árbol).
- ✓ 3: Daños que alteran seriamente al árbol (51 - 75 % de la parte aérea del árbol).

- ✓ 4: Daños muy significativos, parte evaluada ya no sirve (más de 75 por ciento de la parte aérea del árbol).

sanidad5: Árbol muerto

La severidad se calculó con la siguiente fórmula

Donde:

$$S = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{N} \quad (\text{Ecuación 3})$$

- ✓ S: Severidad (grado del daño generado por el fuego)
- ✓ 0,1, 2, 3, 4, 5: Nivel del daño a fijar por el investigador causado por el fuego en la plantación forestal
- ✓ n_1, n_2, \dots, n_n : Número de árboles o número de partes del árbol con efectos negativos.
- ✓ N: Número total de árboles

b) Fase de laboratorio

Los parámetros físico químicos se evaluaron siguiendo los siguientes métodos:

- ✓ Textura: método del hidrómetro.
- ✓ Materia orgánica (% MO): método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. % M.O. = % Cx1.124.
- ✓ pH (1:1): método potenciométrico de la suspensión suelo: agua relación 1:1.
- ✓ Conductividad eléctrica (CE): medida de la conductividad eléctrica del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1.
- ✓ Nitrógeno total (% N): método del micro-Kjeldahl.
- ✓ Potasio disponible (K): extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$) N; pH 7.0.

- ✓ Fósforo disponible (P): método del Olsen modificado, extracción con NaHCO_3 , 0.5M; pH = 8.5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio $\text{CH}_3\text{COOCH}_4\text{N}$; pH 7.0.

3.3. Métodos de investigación

La investigación fue de método cuantitativo y cualitativo ya que se exploraron los datos numéricos y característicos obtenidos de los resultados de laboratorio y de los formatos establecidos de las variables analizadas.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población de estudio es de 38 ha de plantaciones forestales de *P. patula* ubicados en la comunidad de La Rinconada de la Municipalidad distrital de Conchán a una altitud de 2491 m.s.n.m.

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 3000 m² en el área incendiada y 3000 m² en el área testigo de la plantación forestal de *P. patula* de 4 años de edad, ubicado en la comunicad de La Rinconada, distrito de Conchan, Chota.

3.4.3. Muestreo

El muestreo fue de tipo aleatorio estratificado, conformada por seis parcelas 1000 m², tres en áreas incendiada y tres en áreas testigo. En estas parcelaras se evaluó el suelo y el componente arbóreo

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de datos se empleó la observación no experimental y medición.

Se inició con la georreferenciación del área (figura 15) para luego proceder a la delimitación de las parcelas con un área de 1000 m² cada una, esto se llevó a cabo utilizando paja rafia de color rosa (figura 16).

La recolección de datos se llevó a cabo en 6 parcelas de 1000 m², tres parcelas en cada área de estudio seleccionadas al azar, para evaluar el efecto del incendio forestal en las propiedades fisicoquímicas del suelo las muestras fueron tomadas de 0 a 10 cm de profundidad (figura 17) . a partir de composición y homogenización de las 10 sub muestras (figura 18), se recolecta en bolsas de ziploc (figura 19) una muestra de 1kg para ser enviado a Laboratorio de investigación de suelos y agua de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza de Amazonas.

Para la evaluación del efecto del incendio forestal en el estrato arbóreo se identificó al 100% los árboles existentes dentro de la parcela, para ello se utilizó papel bond respectivamente enumerado, luego se colocó en cada uno ellos para su respectiva evaluación (figura 20 y 21), en el desarrollo de este objetivo las variables se evaluaron mediante formatos de campo (tabla 8, 9, 10, 11, 12 y 13).

Los instrumentos de recolección de datos fueron la libreta de campo, lapiceros, GPS, barrero de suelo, bolsas de ziploc, formularios de campo y reporte de laboratorio.

Los datos obtenidos en la investigación fueron procesados mediante ANOVA, software estadístico SPSS y software de hojas de cálculo Microsoft Excel.

3.5.1. *Equipos y materiales*

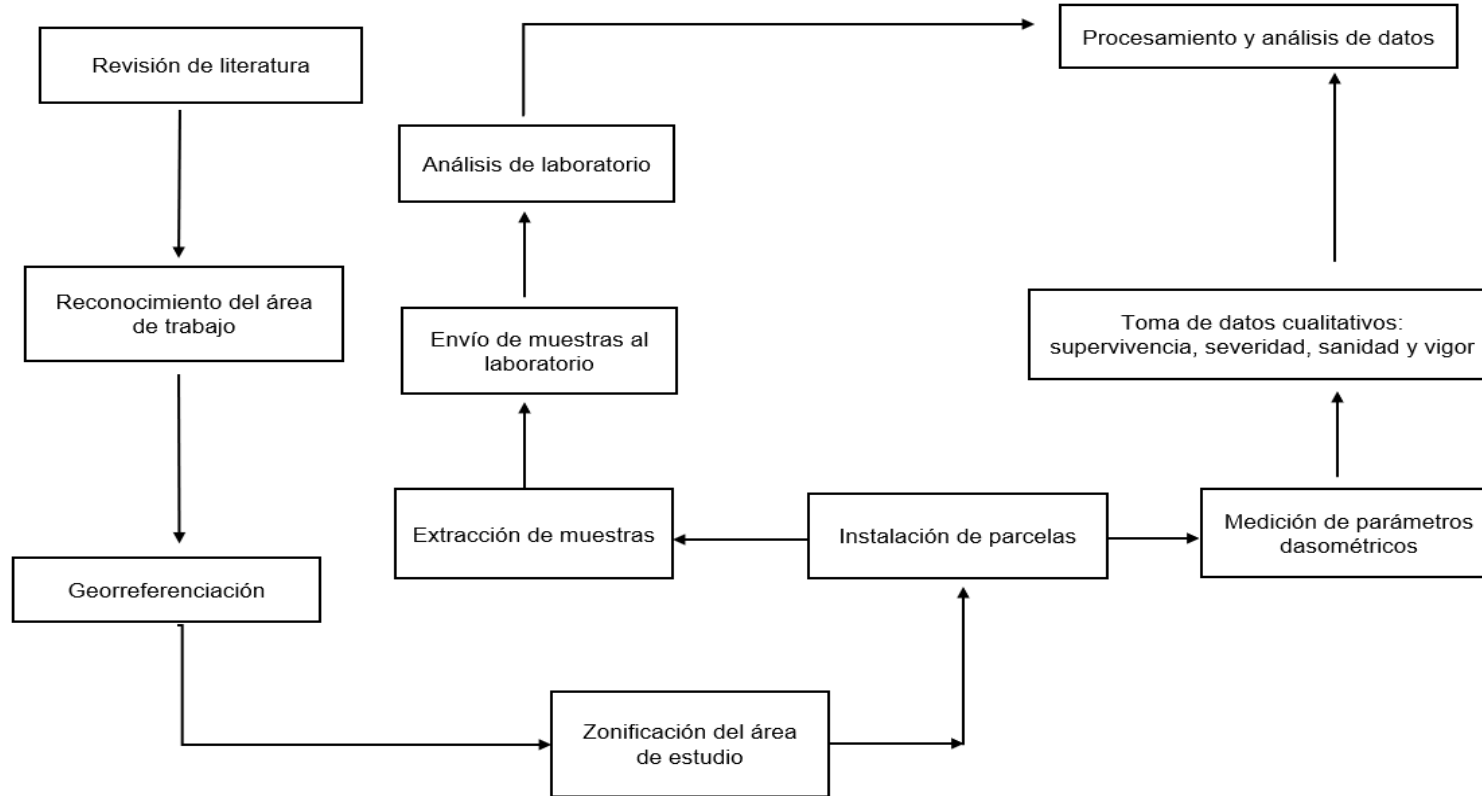
En la investigación se utilizó los siguientes equipos y materiales

- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Bolsas ziploc
- ✓ Pico
- ✓ Barreno
- ✓ Pala
- ✓ Wincha de 5 m
- ✓ Wincha de 50 m
- ✓ Rotuladores
- ✓ GPS
- ✓ Etiquetas
- ✓ Computadora
- ✓ Formularios
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Regla graduada
- ✓ Balanza digital
- ✓ Marcador

3.5.2. Flujograma de investigación

Figura 2

Flujograma del proyecto de investigación



Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La información obtenida fue ordenada, sistematizada y procesada en hojas de cálculo Excel, para cada variable e indicador y por parcela evaluada. Posteriormente, para las propiedades fisicoquímicas por ser variables cuantitativas se verificó el cumplimiento de las suposiciones del análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey entre condiciones con una probabilidad del 95 %; para las variables cualitativas del estrato arbóreo se utilizó la prueba de independencia de Chi- Cuadrado. Los resultados se muestran en figuras de box plot, barras, y tablas, comparando las medias, desviación estándar, y valor p (probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula), entre el área incendiada y el área testigo. Los análisis estadísticos y figuras se realizaron usando el software estadístico SPSS.

El análisis e interpretación se realizó contrastando los resultados de la investigación con los antecedentes de las bases teóricas.

3.7. Aspectos éticos

La plantación forestal de *P. patula* es de propiedad de la Municipalidad Distrital de Conchan, entidad misma que otorgó la aceptación y/o permiso para ingresar al área de investigación (Anexo 1).

Este estudio contribuye generando nuevos conocimientos importantes y veraces respetando la información obtenida por diferentes autores.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Prueba de normalidad

En la tabla 3 se muestra los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk con un nivel de significación de 0,05. Se evidencia que los parámetros M.O y N presentan una distribución no normal (tabla 14 y 15), por ello se aplica estadística no paramétrica (Kruskall Wallies); para los parámetros restantes se utilizó la prueba ANOVA y Tukey.

En esta tabla se presenta los valores promedios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en el área incendiada y el área testigo de la plantación de *P. patula* a una profundidad de 0-10 cm.

Los resultados promedios se han obtenido a partir de los resultados emitidos por el laboratorio de investigación de agua y suelo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (figura 21, 22, 23, 24, 25 y 26).

Tabla 3

Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Características	Estadístico	Gl	Sig.
pH	,874	6	0,244
CE	,827	6	0,101
P	,919	6	0,496
K	,962	6	0,836
M.O	,696	6	0,006*
N	,640	6	0,001*
Arena	,906	6	0,413
Limo	,925	6	0,540
Arcilla	,961	6	0,830
CIC	,797	6	0,055

4.1.2. Prueba ANOVA

En la tabla 4 se presenta los resultados obtenidos en el análisis de varianza ANOVA y prueba de Tukey de las propiedades fisicoquímicas del suelo del área de investigación.

Tabla 4

Prueba Anova

Indicador	Unidad de medida	Área incendiada	Área testigo	F	Sig
pH**	adimensional	4.99	4.9	0.122	0.745
CE**	dS/m	0.04	0.04	2.000	0.230
P**	Ppm	38.77	26.08	7.531	0.52
K**	Ppm	91.30	81.77	0.270	0.631
M.O*	%	6.76	5.60	-	0.072
N*	%	0.34	0.28	-	0.114
Arena**	%	72.00	66.67	0.332	0.596
Limo**	%	14.00	17.33	0.481	0.526
Arcilla**	%	14.00	16.00	0.158	0.711
CIC**	Meq/100 g	8.53	9.60	0.182	0.692

Nota. Fuente: Elaboración propia.

* prueba no paramétrica de Kruskal Wallies

** prueba paramétrica ANOVA

La prueba ANOVA indica que no existe diferencia estadística significativa en las propiedades fisicoquímicas del suelo en ambas condiciones de estudio, asumiendo con ello, que al cabo de cuatro años, no difiere el suelo en el área incendiada y el área testigo.

4.1.3. *Propiedades físico – químicas del suelo*

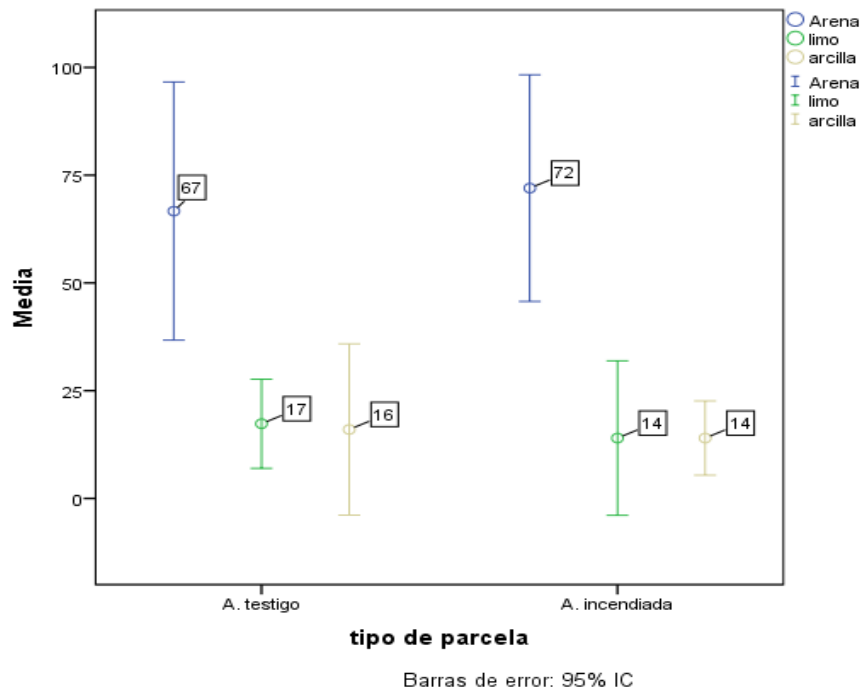
4.1.3.1. **Textura del suelo**

La prueba ANOVA indica que no existe diferencia estadística significativa en el porcentaje de arena(p value 0,596) limo(p value 0,526) y arcilla(p value 0,711) entre el área incendiada y el área testigo como se evidencia en la Figura 3.

Se evidencia que, al cabo de cuatro años, las variaciones en el promedio de arena, limo y arcilla es de +5%, -3% y +2 %, respectivamente, aunque esta variación no es significativa; por lo tanto, se afirma que el incendio forestal no ha causado efectos significativos en la textura del suelo.

Figura 3

Comparación de resultados de la textura del suelo en el área de investigación



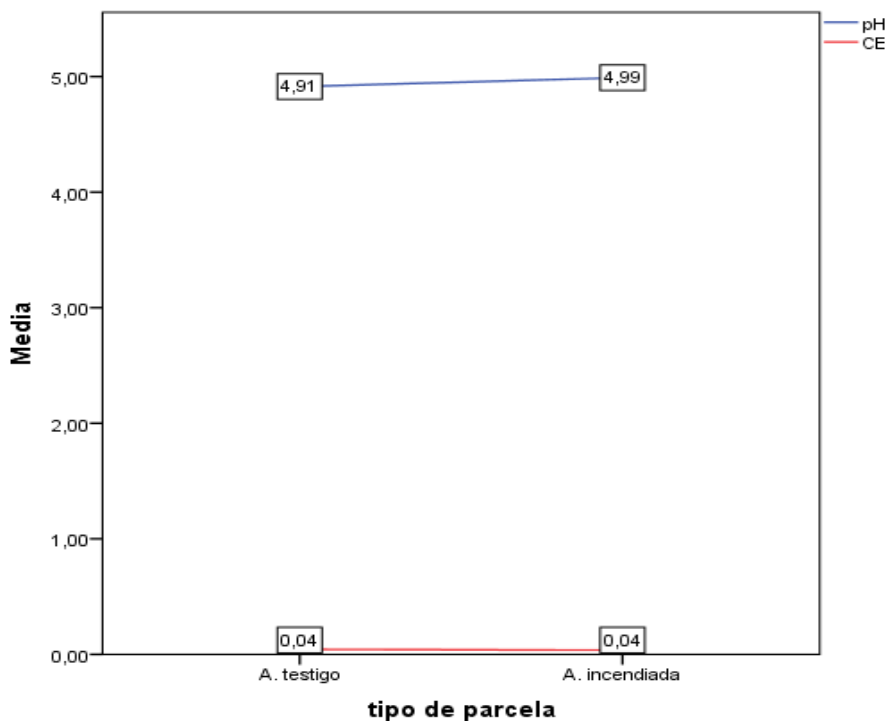
4.1.3.2. pH y C.E

El valor promedio de los resultados del pH del suelo en el área de investigación es muy fuertemente ácido (figura 4), pues los valores se encuentran dentro del rango de 4 – 5 unidades.

En el análisis comparativo entre el suelo del área incendiada y el suelo del área testigo a una profundidad de 0- 10 cm se obtuvo como resultado que en el área incendiada los valores registrados de pH son de 4.91 unidades en el área testigo y 4.99 unidades en el área incendiada demostrándose que la diferencia de estos valores vendría a ser 0.08 unidades. Con respecto a la conductividad eléctrica los resultados obtenidos son de 0.04 dS/m y 0.39 dS/m teniendo como resultado la reducción de esta propiedad en 0.01 dS/m, por lo tanto, podemos afirmar que el incendio forestal no ha generado alteraciones significativas estas propiedades químicas del suelo.

Figura 4

Comparación de resultados de pH y CE (dS/m) en en el área de investigación

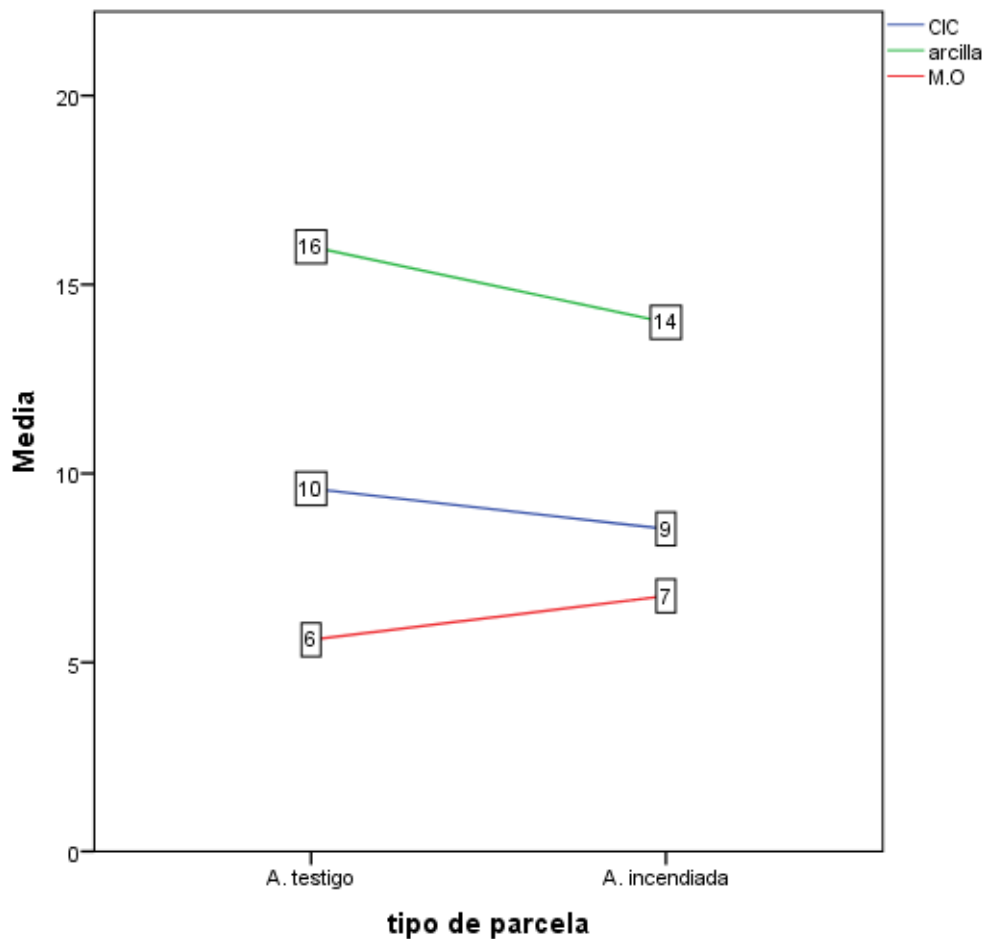


4.1.3.3. CIC

La capacidad de intercambio catiónico del suelo está relacionada con el contenido de materia orgánica y arcilla. Por lo tanto, estas variables tienen casi el mismo comportamiento post incendio. Los valores promedio de las parcelas evaluadas de la CIC del suelo en el área incendiada es de 9.60 meq/100 g y en el área testigo es de 8.53 meq/100 g teniendo como resultado final una disminución de 1.07 meq/100 g. Sin embargo, esta variación no es significativa según la prueba de ANOVA y Tukey

Figura 5

Comparación de resultados de CIC (meq/100 g) en el área de investigación



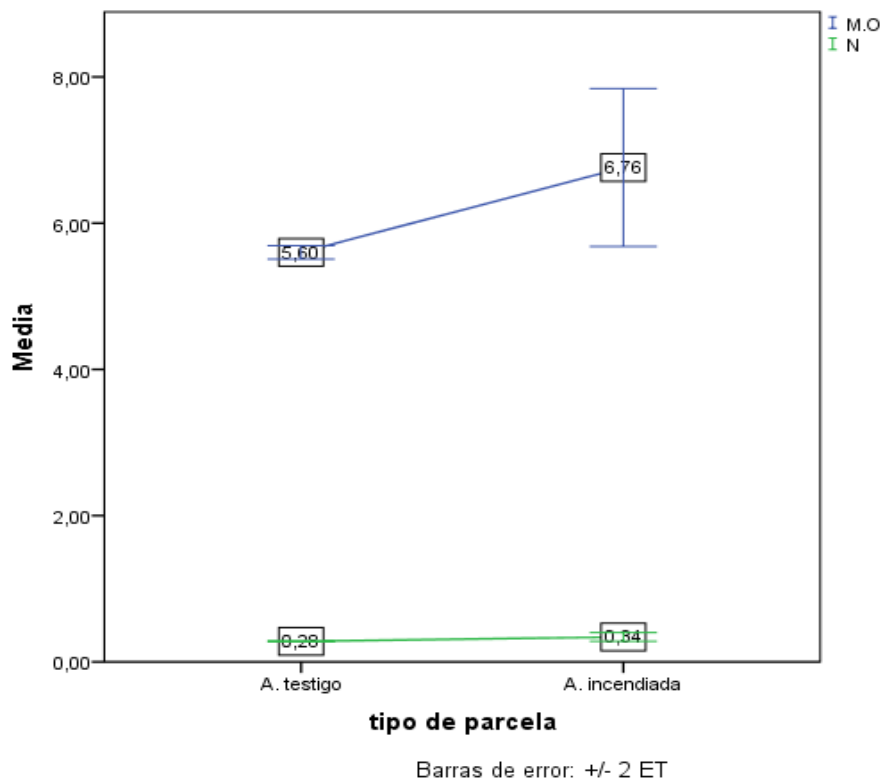
4.1.3.4. Materia orgánica y nitrógeno

La ausencia de significancia estadística en el porcentaje de materia orgánica entre el área incendiada y no incendiada puede ser causada por la presencia de matorral post incendio, lo cual pudo haber permitido la reincorporación de restos orgánicos al suelo previamente quemado.

En los resultados de las muestras que fueron recolectadas en el área de investigación se obtiene los siguientes valores, en el área testigo se tiene como resultado un valor de 5.60% y en el área incendiada un valor de 6.76, de esta manera se concluye que la materia orgánica ha aumentado caen 1.16%. Asimismo, sucede con el nitrógeno que ha aumentado en 0.06%.

Figura 5

Comparación de resultados de M.O (%) y N (%) en el área de investigación



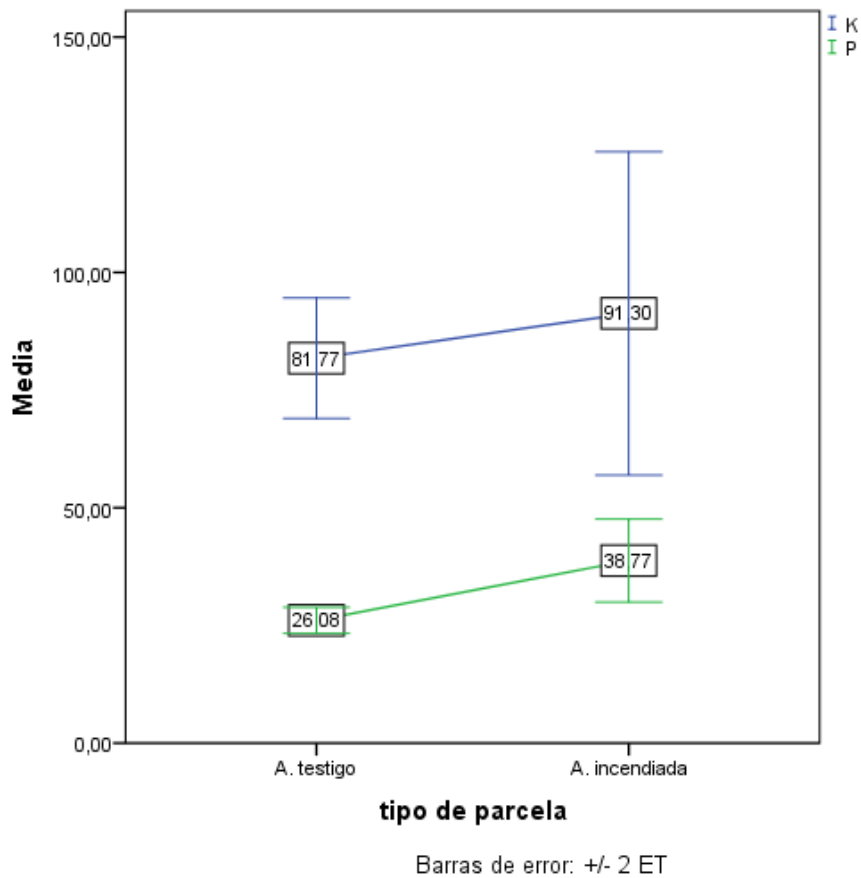
4.1.3.5. Fósforo y potasio

Se muestra en la figura 6, el análisis comparativo a una profundidad de 0-10 cm, el contenido de fósforo y potasio en el área incendiada han aumentado.

Los valores obtenidos de los resultados en el fósforo 26.08 ppm y el área testigo es de 38.77 ppm, teniendo como resultado un aumento de 12.70 ppm, en un caso similar pasó con el potasio que tuvo como resultado de 81.77 ppm y 91.30 respectivamente, por lo que existe el aumento de 9.53 ppm con respecto al área testigo.

Figura 6

Comparación de resultados de P (ppm) y K (ppm) en el área de investigación



4.1.4. Variables dasométricas

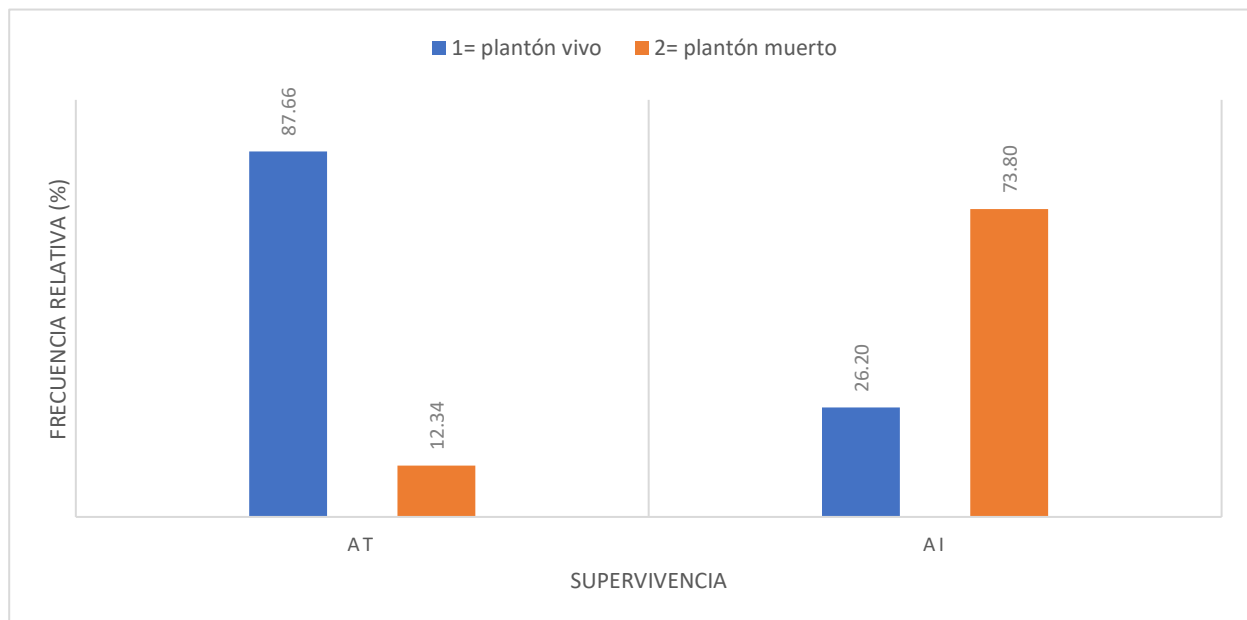
Mediante hojas de cálculo Excel se procesa los datos obtenidos para obtener los valores promedio para cada una de las variables, para el área testigo se obtienen de los resultados de los formatos (tabla 8, 9 y 10) y para el área incendiada (tabla 11, 12 y 13).

4.1.4.1. Supervivencia de árboles

En la figura 7 se observa que el incendio forestal ha destruido el 73.80 % de la plantación de *P. patula* en el momento que este ocurrió. Esta investigación se realizó luego de cuatro años de ocurrido el incendio forestal teniendo como resultado un 26.20% de supervivencia en el área incendiada.

Figura 7

Supervivencia de una plantación de P. patula en el área de investigación



4.1.4.2. Calidad de la plantación

En la tabla 5 se observa los valores de los resultados obtenidos de las variables estimadas para determinar la calidad de la plantación del área de investigación en la Rinconada, Conchan.

Al analizar la calidad (tabla 5 y figura 8) se observa que en el área incendiada el 62.24 % de la plantación es de mala calidad, el 16.05 % de calidad aceptable y un 21.72 % de calidad excelente. En tanto en el área testigo el 13.97 es de mala calidad, el 33.64 de calidad aceptable y el 52.39 es excelente.

Tabla 5

Variables de calidad de la plantación evaluadas en una plantación de P. patula afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo.

Variable	Categoría	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa	
		AT	AI	AT	AI
Supervivencia	1= plantón vivo	1373.3	273.33	87.66	26.2
	2= plantón muerto	193.3	770	12.34	73.8
Anomalías de crecimiento	1= ausente	120	26.33	87.38	25.24
	2= presente	17.33	78	12.62	74.76
Vigor de copa	1= muy pobre	666.67	773.33	44.44	74.12
	2= pobre	0	36.67	0	3.51
	3= tolerante	0	56.67	0	5.43
	4= buena	0	136.67	0	13.1
	5= perfecto	833.33	40	55.56	3.83
Daños mecánicos	1=sin daño visible	137.33	21.67	100	20.77
	2= sin daño visible	0	82.67	0	79.23
Sanidad	1= sano	1373.33	390	100	35.03
	2= aceptablemente sano	0	143.33	0	12.87
	3= afectado	0	580	0	52.1
	0= ningún daño perceptible	1373.33	66.67	100.00	6.37
	1= daño perceptible	0.00	50.00	0.00	4.78
Severidad	2= daños que no afectan seriamente al árbol	0.00	153.33	0.00	14.65
	3= daños que afectan seriamente al árbol	0.00	70.00	0.00	6.69
	4= daños muy notorios	0.00	0.00	0.00	0.00
	5= árbol extinto	0.00	706.67	0.00	67.52

Figura 8

Variables de calidad de la plantación evaluadas en una plantación de P. patula afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo.

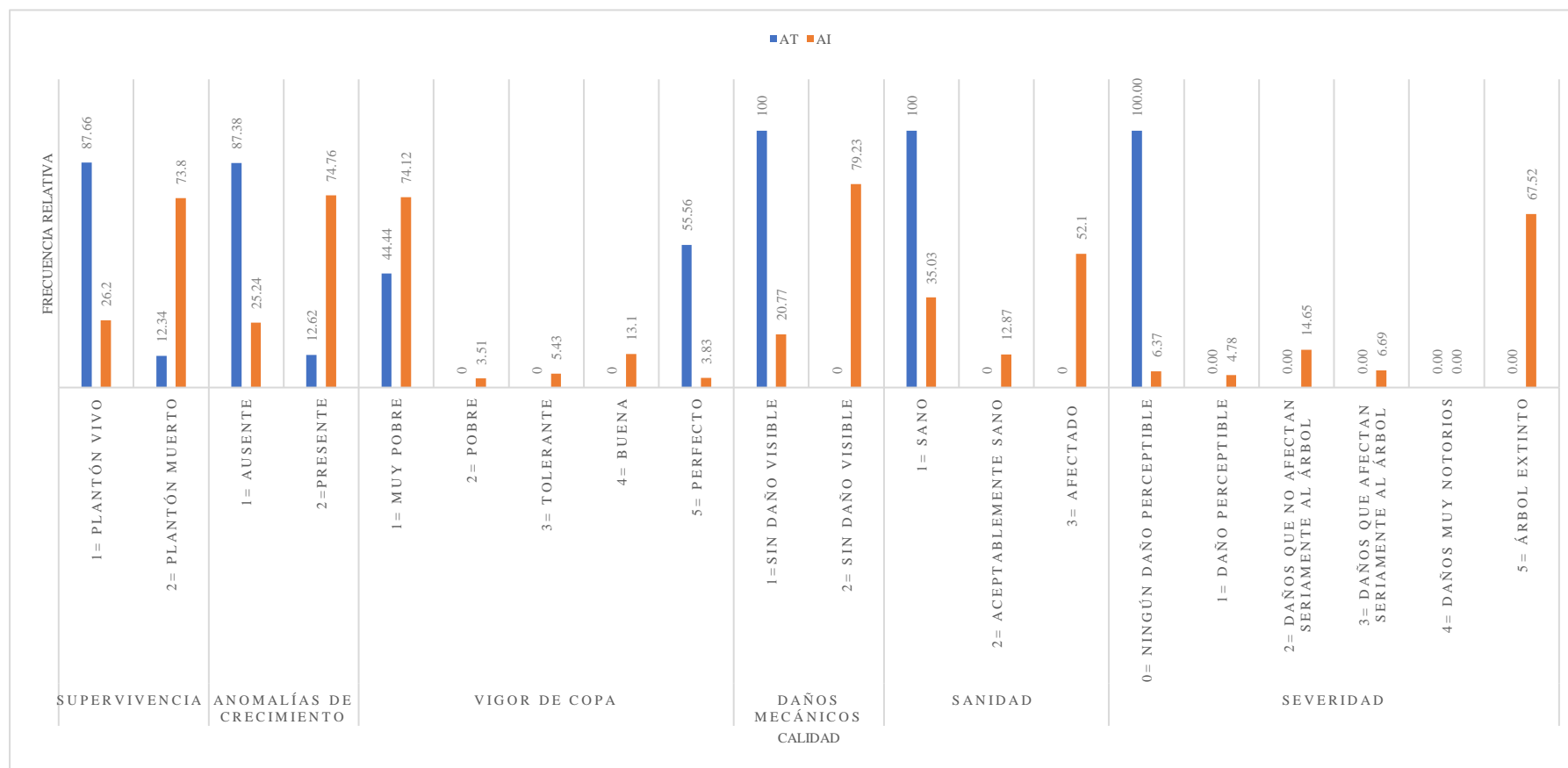


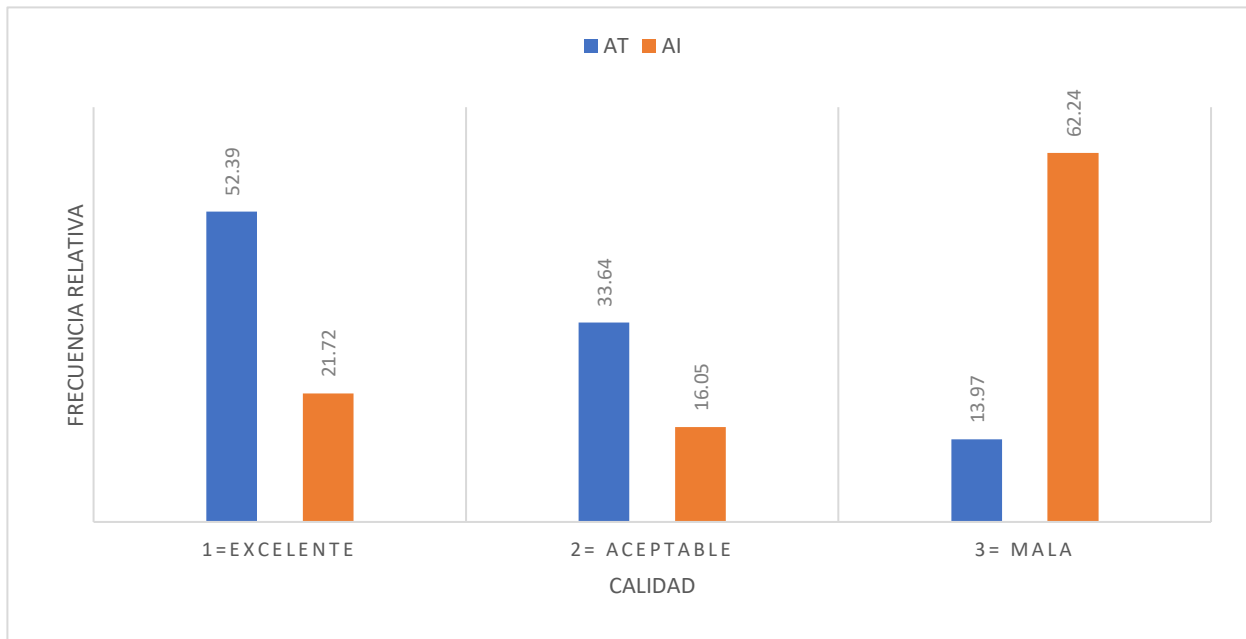
Tabla 6

Calidad de una plantación de P. patula después de cuatro años de afectado por el fuego y calidad de la plantación testigo.

Variable	Categoría	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa	
		AT	AI	AT	AI
Calidad	1=excelente	548.19	134.95	52.39	21.72
	2= aceptable	352.00	99.71	33.64	16.05
	3= mala	146.22	386.78	13.97	62.24

Figura 9

Calidad de la plantación evaluadas en una plantación de P. patula afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo



Para comprobar que los resultados encontrados en la calidad de la plantación son dependientes o están relacionados con el incendio se realizó el análisis de independencia de estas variables a Través de la prueba de chi-cuadrado (tabla 7).

El desarrollo de la tabla de chi cuadrado para cada una de las variables se observa en la tabla 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

Tabla 7

Variables de calidad de la plantación evaluadas en una plantación de P. patula afectada por el incendio forestal en el área incendiada y área testigo.

<i>Variable</i>	<i>Gl</i>	<i>x2 (0.05)</i>	<i>x2 calculado</i>	<i>Significación</i>
Supervivencia	1.00	3.84	1608.85	*
Anomalías de crecimiento	1.00	3.84	337.51	*
Vigor de copa	4.00	9.49	125.60	*
Daños mecánicos	1.00	3.84	144.61	*
Sanidad	2.00	5.99	746.02	*
Severidad	5.00	11.07	5180	*

* Existen diferencias significativas

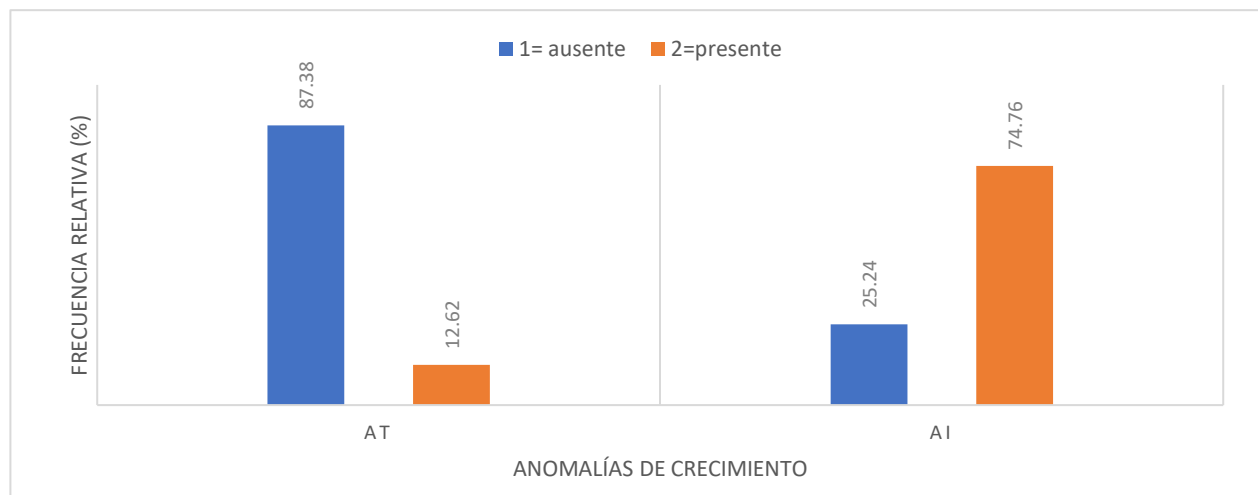
Conforme a los resultados de la prueba de independencia de las variables cualitativas que integran la calidad de la plantación se pueden afirmar que la supervivencia, las anomalías de crecimiento, vigor de copa, daños mecánicos y sanidad tienen un nivel alto de significancia en el efecto del incendio forestal. Por lo tanto, se concluye que existe una relación significativa entre la calidad de plantación y el efecto causado por incendio forestal.

Anomalías de crecimiento

En la figura 9 podemos observar los resultados de la variable de anomalías de crecimiento, la presencia de anomalías de crecimiento en la plantación es del 74.76% de individuos evaluados en el área incendiada puede ser a causa de que una característica del *p. patula* es que es una especie que no rebrota.

Figura 10

Número de individuos con anomalías de crecimiento en la plantación de P. patula del área incendiada y el área testigo.



Se aplicó la prueba de independencia de chi-cuadrado donde se demuestran que la presencia de anomalías de crecimiento entre el área incendiada y el área testigo es debido al incendio forestal; ya que, resultó ser significativa a un 95% de confianza.

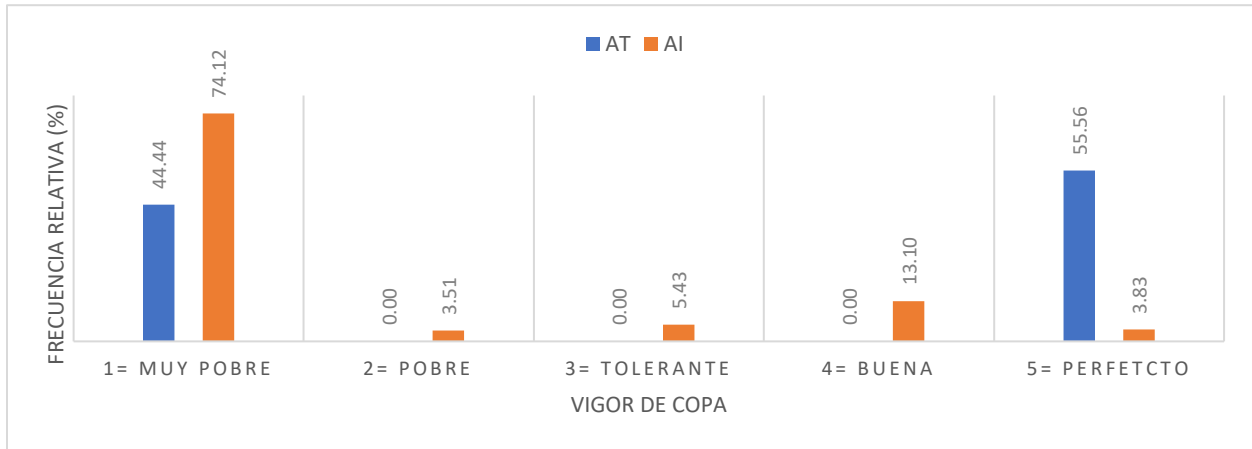
Vigor de copa

Con respecto a la variable de vigor de copa se tuvo como resultado que en el área testigo el 44.44 % tiene un vigor de copa muy pobre y el 55.56% un vigor de copa perfecto, en tanto en

el área incendiada el 74.12 % de la plantación tienen el vigor de copa muy pobre, 3.51 % pobre, 5.43 % tolerante, 13.10% buena y el 3.83% perfecto.

Figura 11

Vigor de copa de una plantación de P. patula en el área de investigación

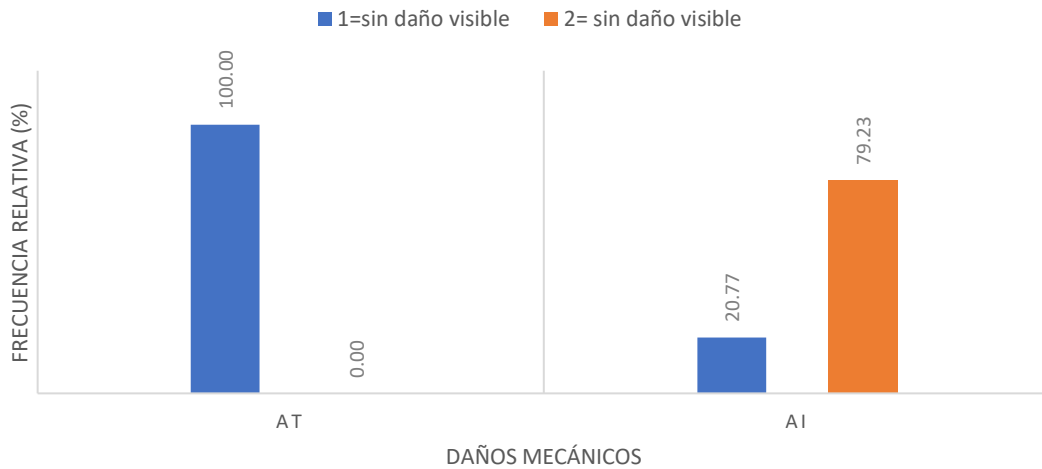


Daños mecánicos

Al evaluar la variable de daños mecánicos en el área de investigación, en el área incendiada el 79.23% de árboles tiene la presencia de daños y el 20.77% de árboles no presentan daños.

Figura 12

Daños mecánicos de una plantación de P. patula en el área incendiada y el área testigo

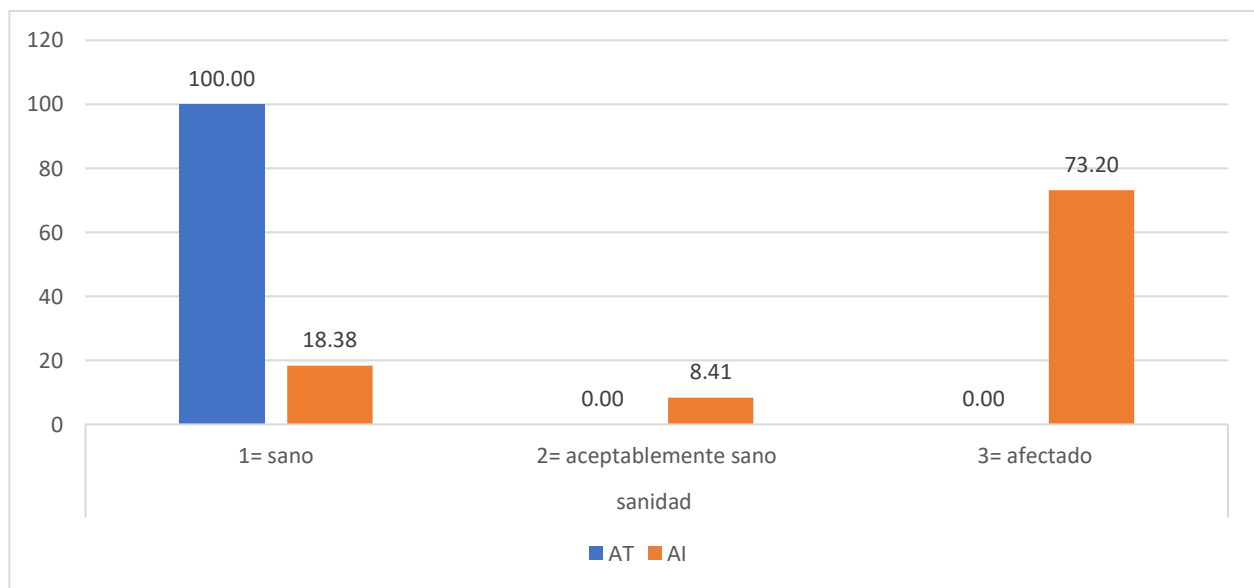


Sanidad

En la figura 13 se muestran los resultados de sanidad en el área incendiada y el área testigo. Se observa que en el área testigo, el 100 % de árboles eran sanos; sin embargo, el efecto del fuego en el área incendiada es de diferencia estadística significativa, teniendo 73.20 % afectado.

Figura 13

*Sanidad de una plantación de *P. patula* en el área incendiada y área testigo*

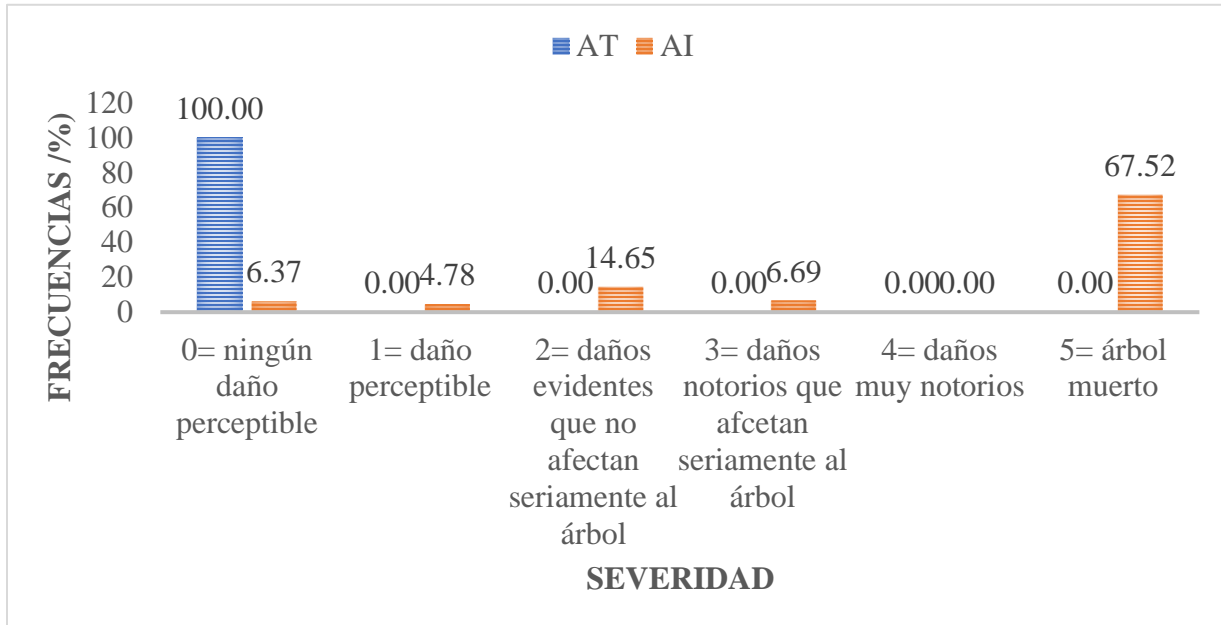


4.1.4.3. Severidad del incendio

El nivel del efecto de severidad del incendio forestal según las categorías establecidas, los resultados son los siguientes: en la figura 14 se observa que el 6.37% no tiene ningún daño, en el 4.78% existe daño perceptible, el 14.65 % presenta daños evidentes, el 6.69% presentan daños notorios que afectan seriamente al árbol y el 67.52% de la plantación fueron árboles muertos.

Figura 14

Severidad del incendio forestal en la plantación de P. patula en el área incendiada y el área testigo



4.2. Contratación de Hipótesis

En esta investigación se demuestra que después de cuatro años de ocurrido el incendio forestal:

- ✓ No se encuentra una diferencia estadística significativa en las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- ✓ En la estimación de la supervivencia de la plantación forestal post incendio existe una significancia importante ya que más del 70% de árboles han muerto.
- ✓ En la variable de evaluación de calidad, existe diferencias significativas, ya que, como resultado se obtuvo más el 60% de plantación en el área incendiada de mala calidad.

- ✓ Con respecto a la severidad del incendio en la plantación forestal existe una amplia diferencia estadística significativa por lo que el 67.5 de árboles en el área afectada tienen categoría 5, que significa árbol muerto.

4.3. Discusión de resultados

Textura del suelo

El impacto del fuego en esta área de estudio no tiene variación significativa, puesto que el suelo está dentro del rango de tipo franco (Franco, Franco Arcilloso y Franco Arcilloso Arenoso) en el área incendiada y el área testigo. Por lo cual se afirma que en esta propiedad física del suelo no ha sido afectada significativamente con el incendio forestal.

En las parcelas evaluadas, los porcentajes de arena entre el área testigo y el área incendiada existe un incremento de 5.33 % en la profundidad evaluada de 0-10 cm del suelo, aunque la variación no es significativa. Lo registrado concuerda con Pascual (2011), quién registró alteraciones poco significativas en la textura del suelo inmediatamente después del fuego, así como en el transcurso de cuatro años un aumento del porcentaje de arena en el suelo, lo cual atribuye al arrastre selectivo de las partículas finas del suelo (arcilla), más que a la acción directa del fuego.

Con respecto al limo, en esta investigación se tuvo como resultado que el porcentaje se ha reducido en un 3.33%, coincidiendo con Cáceres (2018) quien registró un descenso en el contenido de limo en suelos quemados en Huancayo, específicamente en la profundidad de 5 - 10 cm; asimismo, Casas (2019), en su investigación registró un descenso de 3% en Huacraruco, Cajamarca.

Finalmente, la arcilla ha disminuido en un 2%, esto estaría relacionado con el grado de temperatura en la que ocurre el incendio, al cual Pascual (2011) afirma que, para destruir las

arcillas, el incendio debe alcanzar entre 700 y 800 °C de temperaturas; sin embargo, a temperaturas cerca de 400 °C puede perturbar el contenido de humedad y estructura de la arcilla.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la capa superficial del suelo es la más afectadas por que están expuestas directamente a las mayores temperaturas, si se tiene los resultados que no son de alta significancia, esto se debería a que quizás el fuego fue de moderada a baja intensidad, existencia de cobertura vegetal que sirve de protección al suelo, pendiente del área, contenido de humedad, duración e intensidad de precipitación post incendio y calidad y grado de incorporación de cenizas.

pH

El muestreo de suelo dio como resultado un aumento de 0.08 unidades entre los promedios del pH del área afectada y la no afectada a una profundidad de 0-10 en la plantación de *P. patula* en La Rinconada, luego de cuatro años, aunque esta variación no es estadísticamente significativa. Estos resultados concuerdan con los reportado por Samaniego (2013) y Jiménez (2016), quienes en su investigación indican que después de transcurrido un incendio el pH suele aumentar, debido fundamentalmente a que las cenizas aportan óxidos, carbonatos y cationes básicos (Capulín et., 2010) derivados de los residuos orgánicos quemados.

Sin embargo, Alva y Manosalva (2019), en el desarrollo de su investigación obtuvieron como resultado una disminución de 0.27 unidades en parcelas parcialmente quemadas y 0.17 unidades en parcelas totalmente quemadas, esto puede ser causado por el lavado y arrastre de cationes durante fuertes precipitaciones, por lo que se puede alcanzar valores inferiores en el área afectada (Martínez et al., 1991).

El pH del suelo es parámetro importante que se ve afectado a causa del fuego, aunque la prueba de Tukey indica que no existe variación significativa post incendio. El pH del suelo en las

parcelas evaluadas es fuertemente ácido, pues los valores promedios que se han obtenido son de 4,990 y 4,913 unidades en el área de investigación, del cual se infiere la predominancia de cationes acidificantes como H^+ y Al^{3+} . Luego de un incendio forestal, cuando las condiciones de humedad, sustrato y temperatura son favorables, prospera la vegetación de rápido crecimiento; en el área evaluada se evidenció la presencia de gran cantidad de *Tracheophyta*, *rubus ulmifolius*), *Cenchrus echinatus*, entre otros, lo cual aporta materia orgánica y por consiguiente puede modificar el pH del suelo. En ello radica la importancia de propiciar la regeneración natural en corto periodo de tiempo con el fin de restablecer esta propiedad química del suelo.

Conductividad eléctrica CE

En las parcelas evaluadas en el área incendiada y el área testigo, se registra una reducción de 0.01 dS/m teniendo como clasificación de suelo como muy levemente salino ($CE < 2dS/m$); sin embargo, esta variación no es estadísticamente significativa. Estos resultados concuerdan con Domínguez (2013) que afirma que después de un año y tres meses de ocurrido el incendio, el área afectada presenta valores inferiores con respecto al área testigo. Sin embargo, Capulín et al. (2010), La Manna y Barroetaveña (2011) y Urretavizcaya (2010) registraron incremento en la conductividad eléctrica en el suelo post incendio. Bodí et al. (2012) afirman que estos valores pueden volver a los valores que tenían antes del incendio, inclusive pueden presentar valores inferiores luego de un año a dos años.

La C.E. y el pH del suelo indican la concentración de sales solubles. El análisis se realizó a los cuatro años de sucedido el incendio teniendo como resultados que en el área incendiada no existe cambios significativos con respecto al área testigo, esto se explicaría por que los valores de C.E. ha retornado a sus valores iniciales, a causa de que por el tiempo transcurrido estos suelos han podido ser el lavado de sales a través del perfil en época de lluvias y también como

consecuencia de la incorporación de nutrientes por parte de la vegetación que coloniza de nuevo el área testigo.

CIC

Referente a la capacidad de intercambio catiónico, al cabo de cuatro años según la prueba estadística no se registró una alteración significativa entre las áreas estudiadas, puesto que en el análisis comparativo entre el área afectada y el área testigo se puede evidenciar que ha disminuido en 1.07 meq/100 g; ello puede deberse a la reincorporación de M.O, la cual aporta gran cantidad de CIC al suelo (Martínez y Becerra, 2004 y Celis, Jordán y Martínez, 2013) posteriormente a un incendio forestal. La CIC disminuye debido a la degradación de coloides orgánicos y coloides inorgánicos, principalmente en los primeros centímetros del suelo, esta disminución será más o menos significativo, esto va a depender de diferentes factores tales como: contenido de materia orgánica, nivel de severidad con la que el incendio sucede, cantidad o naturaleza de los minerales de las arcillas, humedad del suelo, pendiente del área (Gil et al., 2010). Por esta razón es que los suelos de textura arenosos están más propensos a una notable disminución de almacenamiento de iones (Celis, Jordán y Martínez, 2013); sin embargo, en otras investigaciones realizadas se han registrado leves (Cáceres, 2018) y significativos incrementos (La Manna y Barroetaveña, 2011) de la CIC en suelos post incendio.

Materia orgánica

Se registró un aumento de 1.16% en la M.O en el área quemada respecto al área testigo, aunque esta diferencia no es significativa estadísticamente. Ello puede deberse al incremento de restos vegetales en el sotobosque provenientes de la vegetación post incendio y/o a la incorporación de materia orgánica parcialmente quemada al suelo proveniente de la parte arbórea de la plantación.

Los resultados de efectos del incendio en la materia orgánica en esta investigación coinciden con Alva y Manosalva (2019) que afirman que en los diez primeros centímetros del suelo aumentó en 7.46% en promedio, según Samaniego (2013) indica que el porcentaje de materia orgánica suele incrementar por la incorporación de residuos vegetales en incendios de baja intensidad.

Caso contrario sucede con los diversos investigadores que afirman que existe una baja en el contenido de materia orgánica del suelo posteriormente a un incendio, por ejemplo Capulín et al.(2010) reportó el 34 % y La Manna y Barroetaveña (2011) 45.9 %, entre otras investigaciones.

Posterior a un incendio, la incorporación de la materia orgánica inicia con la recolonización de la cubierta vegetal, que generalmente es rápida, como lo menciona Casas(2010). Esta situación se puede evidenciar en el área de estudio, pues existe exuberancia de arbustos, helechos y pastizales como *Cynodon dactylon* (grama), *Galinsoga quadriradiata* (aceitilla chica), *Tracheophyta*, *Rubus ulmifolius* (traqueofitas), *Cenchrus echinatus* (cadillo), entre otros.

Nitrógeno (%)

Los resultados en la evaluación de nitrógeno total en los 0-10 cm de profundidad ha aumentado en 0.60 % con respecto al área testigo, diferencia estadística no significativa. Dado que parte del nitrógeno se debe a la incorporación de M.O al suelo, el incremento de biomasa en el sotobosque puede haber permitido el restablecimiento del contenido de nitrógeno en el área incendiada.

El nitrógeno (%) guarda relación con el contenido de materia orgánica, a mayor profundidad en el suelo el porcentaje de materia orgánica reduce, por lo tanto, también el nitrógeno (Alva y Manosalva, 2019) y (Florencia, 2010). Según Mataix y Guerrero (2007) indican que uno

de los nutrientes que más se ve afectado es el nitrógeno a causa de las altas tasas y moderadas severidades del incendio, causando pérdida en mayor cantidad (Knoepp et al., 2005). Sin embargo, En Venezuela, se llevó a cabo una investigación por Hernández y López (2002) donde obtuvieron como resultados una pérdida de un 97% de nitrógeno, así mismo, otros autores como Sánchez et al, (1994) y Blank y Zamudio (1998) observaron un declive general de las concentraciones de nitrógeno después de medio año comparándolas con las concentraciones halladas inmediatamente después del incendio, esto se le atribuye al consumo procedente para la germinación de algunas especies que aparecen después del incendio.

Fósforo

De los resultados obtenidos en los análisis comparativos entre el área incendiada y el área testigo a una profundidad de 0-10 cm ha aumentado en 12.69 ppm en el área incendiada, esto probablemente se debe a la incorporación de cenizas como lo menciona Mataix et al.,(2007) para finalmente ser una variación positiva en el área afectada. Los resultados obtenidos, coinciden por Cáceres(2018) donde muestra que en su investigación en el suelo quemado de 0- 5 cm de profundidad se incrementa en 0.433 ppm y de 5 a 10 cm de profundidad el incremento fue de 0.65 ppm. Sin embargo, Alva y Manosalva (2019) obtienen como resultado de su investigación que en una profundidad de 10 – 20 cm la disponibilidad de fósforo es menor, de la misma manera, la concentración de materia orgánica, es menor; por lo tanto se puede deducir que a mayor profundidad es menor el efecto del incendio forestal.

La prueba ANOVA permite observar que no existe diferencias significativas entre los promedios de las áreas en estudio por lo que se concluye que el incendio forestal no afectó las concentraciones de fósforo.

Potasio (%)

En el análisis comparativo realizado para la propiedad química del suelo, potasio, en el suelo del área incendiada en comparación con el área testigo existe el aumento de 9.527 ppm posiblemente a causa de la adición de la ceniza al suelo producto de la incineración (Alva y Manosalva, 2019). Estos resultados concuerdan con Casas (2019) quien observa en su investigación que hubo un incremento de 69.5 ppm a una profundidad de 0-10 cm. Sin embargo, estadísticamente no existe variación significativa entre el área incendiada y el área testigo.

Supervivencia

La supervivencia de la especie es de 26.20 % en área incendiada, teniendo el 73.80% de mortalidad de la especie.

Los árboles afectados por el incendio perdieron en su totalidad la copa y el fuste inicial, estando de acuerdo con Delmy (1999) que afirma que el incendio forestal reduce significativamente la calidad de las plantaciones desde el punto de vista económico y ecológico. Vera (2007) en su investigación afirma que un factor importante en la plantación frente a un incendio forestal es la densidad, por lo que en rodales con trescientos a setecientos árboles por hectárea existe mayor supervivencia que en rodales con densidades de novecientos a dos mil quinientos árboles por hectárea, esto sería ya que el traspaso de calor de los residuos vegetales tanto a nivel vertical y horizontal es menor. Otro factor importante es la edad de la plantación, el mismo investigador sostiene que a mayor edad existe mayores diámetros por lo que la probabilidad de muerte de los árboles disminuye, así mismo, indica que la probabilidad de muerte de los árboles es mayor cuando el fuego se da en época de estiaje.

Por otra parte, los investigadores Dickinson y Johnson (2001) indican que el cambium vascular muere cuando es puesto a un pulso de calor elevado y durante el tiempo necesario,

generando efectos después del incendio así como un marchitamiento total en las copas de los árboles.

Para determinar el efecto del incendio en la supervivencia de los árboles es importante tener en cuenta varios factores como la densidad del rodal, edad, tipo de incendio, tipo de suelo, humedad, cobertura vegetal, intensidad de incendio, entre otros factores.

De los resultados, a cuatro años después de sucedido el incendio forestal, se registró tan solo 26.20% de supervivencia, esto puede explicarse por lo que la especie *P. patula* no tiene la capacidad de recuperar follaje afectado por el fuego, lo cual restringe su sobrevivencia.

Calidad de la plantación

Al analizar las diferentes variables para determinar la calidad, se observa que en el área incendiada el 62,24% es de mala calidad, el 16,05 es aceptable y el 21,72 % es excelente. En otra investigación, Domínguez (2013) obtiene un porcentaje significativo de mala calidad post incendio en la especie *Eucalyptus globulus* a pesar de que tiene la capacidad de rebrotar, sin embargo, a causa del fuego los rebrotes son no aceptables.

El gran porcentaje de árboles de mala calidad en el área incendiada es consecuentemente producto del incendio forestal, ya que esta variable fue comprobada a través de la prueba de independencia chi-cuadrado, donde se obtiene que el efecto de la calidad de la plantación tiene relación con el incendio forestal.

En el área incendiada hay una respuesta negativa en la calidad de plantación, por lo que esta especie no tiene la capacidad de rebrote, así mismo aún no hay la intervención de las autoridades y profesionales en el ámbito forestal para reforestar el lugar, tan solo se ha dado la regeneración del suelo en condiciones naturales.

Este tipo de hechos, conduce a que se debe elaborar un plan de prevención, manejo y restauración post incendio para asegurar que las especies logren una altura suficiente para lograr sobrevivir y reproducirse.

Severidad

Según las categorías establecidas para evaluar la severidad de la especie de *P. patula* post incendio, los resultados son los siguientes: el 6.37% no tiene ningún daño, en el 4,78% existe daño perceptible, el 14.65 % presenta daños evidentes, el 6,69% presentan daños notorios que afectan seriamente al árbol y el 67,52% de la plantación fueron árboles muertos. Estos resultados se asemejan a lo que indica Samaniego (2013) que el daño fue más severo en plantaciones de corta edad, esto explicaría los resultados obtenidos en la investigación ya que, la plantación forestal de *P. patula* al momento del incendio tenía 48 meses. Asimismo, Bara et al. (1994) afirma que en los árboles con menores diámetros el daño es mayor por la insuficiente protección presentada por una corteza más fina y una copa más baja y más sensible al chamusqueado. Por los resultados obtenidos, la severidad ha sido en su máximo grado (5), esta plantación fue de cuatro años, es por ello que por su corta edad no ha logrado adaptarse al fuego por lo tanto más del 60% de árboles han muerto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✓ A cuatro años de ocurrido el incendio forestal en la Rinconada, en el distrito de Conchan - Chota, se registraron alteraciones en las propiedades fisicoquímicas y en las características del estrato arbóreo de la plantación de *P. patula*.
- ✓ Según la prueba de comparación de medias de Tukey entre condiciones con una probabilidad del 95 %, no se registraron diferencias estadísticas significativas en la textura del suelo, pH, CE, CIC, P y K entre el área incendiada y el área testigo.
- ✓ Según las tablas estadísticas la variación de las variables son las siguientes, pH incrementó en 0.08 unidades, CE disminuyó en 1.01 dS/m, P aumentó en un 12,7 ppm%; K aumentó en 9.53ppm %, M.O aumentó en 1.16 %, N aumentó en 0.06%, textura del suelo (arena y limo se incrementó en 5.33 y 12% respectivamente y arcilla disminuyó en un 2%).
- ✓ Las variaciones en las propiedades fisicoquímicas del suelo fueron a consecuencia principalmente del incremento de la temperatura, incorporación de cenizas al suelo por la combustión de la vegetación y condiciones climáticas post incendio.
- ✓ La supervivencia de la especie *P. patula* después de cuatro años de sucedido el incendio forestal se ve significativamente afectada, ya que, más del 70 % de árboles han muerto.
- ✓ La calidad de la plantación de la especie *P. patula* se ve alterada negativamente en las variables evaluadas (supervivencia, vigor de copa, anomalías de crecimiento, daños mecánicos y sanidad) después de ocurrido el incendio forestal.
- ✓ La severidad del incendio forestal en la plantación de *P. patula* fue de nivel 4.2, por lo que el daño fue casi en la totalidad del árbol, inclusive en su mayoría generó la muerte de estos.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere incluir a los incendios forestales como una variable gran de importancia y evaluar los efectos en las características arbóreas en las diferentes especies que estos afectan.
- ✓ A la universidad e instituciones involucradas, en este caso a la municipalidad distrital de Conchán, se sugiere implementar una educación ambiental (plantaciones forestales, efectos del fuego, cambio climático, entre otros), además se recomienda tener plan de manejo para este tipo de casos, ya que los incendios forestales en los últimos tiempos vienen ocurriendo de una manera desmedida.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Afif Khouri, E. y Oliveira Prendes, A. (2006). Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo. *Invest Agrar: Sist Recur For* (2006) 15(3), 262-
<https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/download/2230/1638>
- Alva Mendoza, D, M. y Manosalva Caruajulca, H, I. (2019). *Efecto del fuego en las propiedades químicas del suelo en el Cañón de Sangal, Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Ambiental, Universidad privada del norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21088?show=full>
- Arguedas Gamboa, M., Rodríguez Solís, M., Guevara Bonilla, M., Esquivel Segura, E., Sandoval Rocha, S y Briceño Elizondo, E. (2019). Incidencia y severidad de *Olivea tectonae* y *Rhabdopterus sp.* en plantaciones jóvenes de *Tectona grandis L.f.* bajo distintas modalidades de control de arvenses. *Agronomía Costarricense*, vol. 43, núm. 1, pp. 9-19, 2019. Universidad de Costa Rica. Colegio de Ingenieros y Agrónomos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.redalyc.org/journal/436/43659698001/html/>
- Bautista Bonilla, M. A. (2020). Análisis estadístico de emergencias generadas por incendios forestales, focos de calor y generación de tendencias de los riesgos. Instituto Nacional de Defensa Civil San Isidro 16 de julio
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1300191/INCENDIOS%20FORESTALES-%202020-MIGUEL%20BAUTISTA.pdf>
- Bellido Salas, P. (2017). *La atipicidad de la quema de bosques culposa y el daño al medio ambiente en el departamento del Cusco*”. [Tesis para obtener el título profesional, Universidad Andina del Cusco].

http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/905/3/Pamela_Tesis_bachiller_2017.pdf

Blank R.R. y Zamudio D.C. (1998). The influence of wildfire on aqueousextractable soil solutes in forested and west meadow ecosystems along the eastern front of the Sierra Nevada Range California. *Int J Wild Land Fire* 8(2), 79- 85

Bobadilla Triveño, L. (2018). *Aplicación de tecnología de producción en vivero para dos variedades de pino en el distrito de Santo Tomás provincia de Chumbivilcas región Cusco*. [Tesis para optar título profesional, Universidad José Carlos Mariátegui]. http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/331/Bobadilla%20Trive%20Lenin_tesis_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bodí, B., Cerdá, A. y Mataix, Solera, J. y Doerr, S. (2012). Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea. *Boletín de la asociación de geógrafos españoles* N° 58 – 2012, pág. 33-35
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3885420/1.pdf>

Burgos Córdova, D. A., Cerda, A. Y., Cueto Wong, J. A., Muñoz Villalobos, J, A y Solis, A. K. (2012). Determinación de carbón total y carbón orgánico en diferentes suelos usando método de combustión seca. *Agrociencia*, 12 (3) 2012, 143-151.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5519440>

Cabrera Gaillard, C. (2003). *Plantaciones forestales: Oportunidades para el desarrollo sostenible*. [Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala]. http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicijlg/IARNA/serie_tec/06tec2003.pdf

Cáceres, J. (2018). *Efecto de la quema de vegetación en las propiedades físicas y químicas del suelo*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad

Continental).

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_345c003fca143bc8b1d734e604f6e561

Castillo, M., Pedernera, P. y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: Una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de Cipma*, VOL. XIX / N°s 3 y 4.

<https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Bosques-Ecosistemas/25.pdf>

Casas Terrones, M, G. (2019). *Efectos del incendio forestal en las propiedades físicas y químicas del suelo en Huacraruco –Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3086/INCENDIO%20HUACRARUCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Capulín Grande, J., Mohedano Caballero, L. y Razo Zarate, R. (2010). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 79-87. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316076009.pdf>

Celis, R.D., Jordán López, A., y Martínez Zavala. L.M. (2013). Efectos del fuego en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. <https://idus.us.es/handle/11441/53599>

Comisión Nacional Forestal, Perú.(27 de noviembre de 2022). *SIRE-Paquetes tecnológicos. Pinus patula* Schl. et Cham. onafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/975Pinus%20patula.pdf

Corporación Nacional Forestal (20 de octubre del 2021). *Manual con Medidas para la Prevención de Incendios Forestales*.

https://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1367248086manual_RMbaja.pdf

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (18 de octubre del 2021). *Claves para la Taxonomía de Suelos.*

https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf

Domínguez Céspedes, H. D. (2016). *Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo producidas por la quema controlada de vegetación en el municipio de Cumaribo, departamento del Vichada.* [Tesis para optar al título de Magíster Scientiarum en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Caldas].
[https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/2974/1/Heber%20Dani lo_Dominguez%20Cespedes_2016.pdf](https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/2974/1/Heber%20Dani%20lo_Dominguez%20Cespedes_2016.pdf)

Florencia Urretavizcaya, M. (2010). *Propiedades del suelo en bosques quemados de Austrocedrus chilensis en Patagonia, Argentina. Bosque (Valdivia), 31(2): 140-149.*
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002010000200007

Fonseca González, J., De los Santos Poasadas, M., Rodríguez Ortega, A. y Rodríguez Laguna, R. (2013). Efecto del daño por fuego y descortezadores sobre la mortalidad de *Pinus patula* Schl. et Cham en Hidalgo, México.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952014000100007

Gil, J., Zavala, L., Bellinfante, N., y Jordán, A. (2010). Acidez y capacidad de intercambio catiónico en los suelos afectados por incendios. Métodos de determinación e interpretación de resultados.
https://www.researchgate.net/publication/230683036_Acidez_y_capacidad_de_intercambio_cationico_en_los_suelos_afectados_por_incendios_Metodos_de_determinacion_e_intepretacion_de_resultados

- Giorgis, M., Cingolani, A., y Cabido, M. (2013). *El efecto del fuego y las características topográficas sobre la vegetación y las propiedades del suelo en la zona de transición entre bosques y pastizales de las sierras de Córdoba, Argentina*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48(3-4), 493-513. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v48.n3-4.7555>
- Guijarro Riera, A. A. (2016). *Elaborar un plan de emergencia y evacuación contra incendio para la empresa de tratamiento y revestimiento de metales, metain S.A.* [Tesis de posgrado, Guayaquil Ecuador]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20916/1/TESIS%20GUIJARRO%20RIERA%20AMALIA%20ALEXANDRA.pdf>
- Hermitaño Montalvo, H. R. y Crisóstomo Hilario, X. B. (2021). *Efecto de la quema de pastizales en las propiedades de los suelos en Huamancaca Chico. Huancayo. 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental, Huancayo]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10349/1/IV_FIN_107_T_E_Hermita%C3%B1o_Cris%C3%B3stomo_2021.pdf
- Hernández Barrios, H. M. (2019). Lo que usted debe saber sobre incendios de cobertura vegetal. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28309/Cartilla_Incendios_2019-.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Hernández, I., y López, D. (2012). Pérdida de nutrientes por la quema de la vegetación en una sábana de Trachypogon. Disponible en <http://www.ots.ac.cr/tropiweb/read/revistas/F50-3-4%20%5B2002%5D.pdf/15>
- Herrero, A., y Zavala M. A. (2015). Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura,

- Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. Edita: © Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Bosques-biodiversidad-frente-alcambio-climatico.pdf (miteco.gob.es)
- Huerta Martínez, F. M., y Ibarra Montoya, J. L. (2014). En el bosque la primavera (Jalisco, México): Un acercamiento a sus posibles causas y consecuencias. Universidad de Guadalajara. <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v9n1/2007-7858-cuat-9-01-00023.pdf>
- Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (14 de julio del 2021). Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Serie Suelos. Núm. 29. *Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.* <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-elcrecimiento-de-las-plantas>
- Jiménez G, A, M., Urrego G, L, E. y Toro R, L, J. (2015). Evaluación del comportamiento de incendios de la vegetación en el Norte de Antioquia (Colombia): *Análisis del paisaje. Colombia Forestal, vol. 19, núm. 2, 2016, pp. 37-55* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://www.redalyc.org/pdf/4239/423946648003.pdf>
- Jiménez Pinila, P. (2016). *Avances en el estudio de suelos mediterráneos afectados por incendios forestales.* [Tesis doctoral, Universidad Miguel Hernández de Elche]. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3035/1/TD%20Jim%C3%A9nez%20Pinilla%20C%20Patricia.pdf>
- Knoepp, J. D; Debano, L. F; Neary, D. G; Soil Chemistry. En: Neary, Daniel G; Ryan, Kevin,C., y Deonard, F. (2005). *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soil and watwe. Ogden, ut: general techical report RMRS-GTR-42,4, 53-71*

- La Manna, L., y Barroetaveña, C. (2011). Propiedades químicas del suelo en bosques de *Nothofagus antarctica* y *Austrocedrus chilensis* afectados por fuego. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 43(1), 41-55.
- López Díaz, M., y Estrada Medina, H. (2015). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Bioagrociencias* 8 (1): 3-11
https://www.academia.edu/15103699/2015._Propiedades_f%C3%ADsicas_qu%C3%ADmicas_y_biol%C3%B3gicas_del_suelo._Bioagrociencias_8_1_3-11
- López Martínez, J. I., Treviño Garza, J., Aguirre Calderón, O. A., Buendía Rodríguez, E., y Ramos Reyes, J. C. (2007). Recuperación del estrato arbóreo de un ecosistema de alta montaña impactado por el fuego. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*,8(41).
<http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v8n41/2007-1132-remcf-8-41-00164.pdf>
- Manríquez Zapata, H, M. (2019). Especies forestales afectadas en incendios ocurridos en Amazonas: Un análisis de la información fiscal de los casos de Chachapoyas y Luya. *Arnaldoa* 26 (3): 965-976. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26307>
- Martínez Becerra, L.W; Ramos-Rodríguez, M,P.; Castillo Martínez, I.; BonillaVichot, M., y Sotolongo Sospedra, R. (2004). *Revista Chapingo vol. 10, núm. 1*, 2004, pp. 31-35.Efectos de quemas prescritas sobre las propiedades del suelo en bosques de *Pinus tropicalis Morelet*. Cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62910105.pdf>
- Martínez Sánchez, J.J, De las Heras Ibáñez, J. y Herranz Sanz, J.M. (1991). Impacto ecológico de los incendios forestales. La Mancha. *Al-Basit: Revista de estudios albacetenses*, ISSN 0212-8632, 29, , 105-117.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1311669>

- Mataix, J. y Guerrero, S. (2007). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. *Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica*. Mataix-Solera, J. (ed.). © 2007 Caja Mediterráneo, CEMACAM Font Roja-Alcoi. Alicant. https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Mataix-Solera/publication/229187257_Efectos_de_los_incendios_forestales_en_las_propiedades_edaficas/links/0fcfd500835635e07c000000/Efectos-de-los-incendios-forestales-en-las-propiedades-edaficas.pdf
- Ministerio de la Agricultura (15 de octubre de 2022). *Plan nacional de reforestación*. https://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/bnsf/plan_nacional_de_reforestacion.pdf
- Minervini, M. G., Morras, H. J. y Taboada, M. A. (2018). Efectos del fuego en la matriz del suelo. Consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas. *Ecología Austral*, 18(1), 1-156. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.127>
- Nasi, R. D., Meijaard, G., Applegate, E. y Moore, P. (2001). *Los incendios forestales y la diversidad biológica*. <https://www.fao.org/3/y3582s/y3582s08.htm>.
- Oña Sosa, E. V. (2015). *Los Incendios Forestales en el área ecológica dentro del Cerro Ilaló, Valle de Los Chillos, en los sectores vulnerables de contaminación; El Tingo, Alangasí y las consecuencias jurídicas en la naturaleza en el año 2015*. [Proyecto de investigación como requisito previo a la obtención del Título de: Abogada, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5805/1/T-UCE0013-Ab-051.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Los bosques y el cambio climático en el Perú*. <https://www.fao.org/3/i5184s/i5184s.pdf>

- Orozco Hernández, M. E., Mireles Lezama, P., Valdez Pérez, M. E., y Peña Manjarrez, V. (2011). Incendios forestales y degradación de los ecosistemas terrestres: impactos locales y emisiones globales. Exploración de la situación en el estado de México. *Revista Geográfica de América Central*, . 2, 2011, 1-21 Universidad Nacional Heredia, Costa Rica. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820644.pdf>
- Ortega Rodríguez, D. (2014). *Evaluación de la influencia del raleo en el crecimiento de Pinus patula Schl. et Cham. aplicando técnicas dendrocronológicas en plantaciones de Cajamarca – Perú*. [Tesis grado de ingeniería, Universidad Agraria La Molina, Lima]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/867/K10-O7-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y> 52
- Ospina, P. C.M., Hernández. R.R.J., Rincón, E.A., Sánchez, O. F., Urrego, M. J.B., Rodas, P.C.A., Ramírez, C. C.A., y Riaño, H. N. M. (2011). Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El Pinus patula Schl et Cham. FNC-Cenicafé. Colombia.jimerearce.enicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/cartillas/publicaciones_guias_silviculturales_para_el_manejo_de_especies_foresta2
- Pacheco Isasi, A. E. (2019). *Efecto del fuego sobre las comunidades vegetales de pastizales y matorrales en el Anexo de Totorani, Distrito de Polobaya, Arequipa, octubrediciembre, 2018*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9043/Bipaisae.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pascual, G. A. (2011). *Efectos a corto y largo plazo del fuego sobre algunas propiedades del suelo. Incendios naturales e incendios experimentales bajo condiciones de campo y laboratorio*. [Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, España]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=23888>.
- Rico Ceballos, C. A. (2020). *Análisis del estado del suelo afectado por incendio en la rivera de la quebrada la Candelaria, Pance*. [Tesis de posgrado, universidad Santiago de Cali, Colombia]. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/5225/AN%C3%81LISIS%20DEL%20ESTADO%20DEL%20SUELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez Trejo. D. A. (2009). El fuego y sus efectos en los árboles. In: Flores G., J. G. (coord). *Impacto Ambiental de Incendios Forestales. Mundiprensa*, 103-119.
- Rodríguez Trejo. D. A., Martínez Muñoz, P. y Martínez Lara, P. J. (2019). Efectos del fuego en el arbolado de un bosque tropical de pino y en el de una selva baja caducifolia en Villaflores, Chiapas.Ci. Fl. *Santa Maria*. 29(3), 1033. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/fHNv3hFjMPGxPxfYSRDgFyy/?format=html&lang=e>
- Rosero Cuesta, J. y Osorio Giraldo, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. Estado del arte. *Cuaderno Activa*, 59-67. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/download/130/115/>
- Salcedo, B. C. R. (2021). *Evaluación de la capacidad y tiempo de regeneración de la vegetación herbácea impactada por el incendio forestal en el Cañón del río Chonta (Sangal) – Cajamarca*".([Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/unc/4078>

- Salom Calleja, A. J. (2018). *Incendios forestales e instrumentos de prevención en la Comunidad de Madrid*. [Tesis Doctoral, Universidad Complutense De Madrid].
<https://eprints.ucm.es/49871/1/T40513.pdf>
- Samaniego Minaya, C. A. (2013). *Efecto de un incendio forestal en una plantación de Eucalyptus globulus Labill. subsp. globulus en Huaráz*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1762/K70-S187-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez. J. R., Mangas V. L. Ortiz C. y Bellot J. (1994). Forest fire effect on soil chemical properties and runoff. En: *Soil erosion as a consequence of forest fires, Geoderma, Logroño, España, 53-65*.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (15 de agosto de 2022). *Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales*.
<https://www.serfor.gob.pe/portal/wpcontent/uploads/2018/12/Plan-de-prevenci%C3%B3n-y-reducci%C3%B3n-de-riesgos-de-incendios-forestales.pdf>
- Sotelo Cabrera, M. E., Suárez Salazar, J. C., Álvarez Carrillo, F., Castro Nuñez, A., Calderón. y Arango, J. (2017). Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico - Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable. *Publicación CIAT, 448, 24*.
<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/89088>
- Temporetti, P. F. (2006). Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. *Ecología Austral 16, 157-166*.
https://www.researchgate.net/publication/237800857_Efecto_a_largo_plazo_de_los_i

ncendios_forestales_en_la_calidad_del_agua_de_dos_arroyos_en_la_subregiUn_Andino
-PatagUnica_Argentina

Torres Rojo, J. M., y Magaña Torres, O. S. (2001). Evaluación de plantaciones forestales. *Ed. Limusa, México, 472.* <https://ils.upaep.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=60449>

Valdes, L., Martínez, W., Bonilla, M. y Castillo, I. (2016). Efectos del fuego en algunas características de suelos de pinares, Macurije, Pinar del Río, Cuba. Valdes et al. / *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 12 (2), 60-65.* <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v12-n2-2-efectosdel-fuego-en-algunas-caracter%C3%ADsticas-de-suelos-de-pinares-Macurije-Pinardel-R%C3%ADo-Cuba.pdf>

Vallejo, I. y Zapata, F. (2018). *Pino patula*. DFM Directorio Forestal Maderero <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/pino-patula.html>.

Vallejo, A. (2018). *Pino patula*. <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/pinopatula.html>

Velásquez, M. J. (2003). *El suelo*. Boletines técnicos. Ministerio de Agricultura. http://www.psi.gob.pe/wpcontent/uploads/2016/03/biblioteca_boletines_el_suelo.pdf


Vellozas, T., Púa, M., Mello, E. y Cardozo, J. (2010). *Incendios forestales y su afectación al medio ambiente, prevención y combate*. <https://docplayer.es/58449082-Incendios-forestales-y-su-afectacion-al-medio-ambiente-prevencion-y-combate.html>


Vera Vilchis, V. y Rodríguez Trejo, D. A. (2007). Supervivencia e incremento en altura de *Pinus hartwegii* a dos años de quemas prescritas e incendios experimentales. *Agrociencia 41(2), 219- 230.* <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v41n2/1405-3195-agro-41-02-219-en.pdf>

- Wei Chou, S. y Gutiérrez Espeleta, E. (2012). Ecuación para estimar la biomasa arbórea en los bosques tropicales de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* ,26 (2), 41- 54.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835699.pdf>
- White Olascoaga, L., Chávez Mejía, C. y García Mondragón, D. (2017). El estrato arbóreo en agroecosistemas familiares *Ecosist. Recur. Agropec.* 4(11), 255-264.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v4n11/2007-901X-era-4-11-00255.pdf>
- Yacelga Cabascango, L. (2011). *Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de Pinus patula Schlect. et. Cham en la Granja Experimental “La Pradera” Provincia de Imbabura (2009 – 2010)*. [Tesis grado de ingeniero, Universidad Técnica Del Norte, Ecuador].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/797/4/03%20FOR%20189%20tesis%20completa.pdf>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Autorización por la Municipalidad Distrital de Conchán

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CONCHÁN**
PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
RUC: 20220666680



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Conchán, 04 de agosto de 2022

CARTA N°017-2022-MDC/GM

SEÑORES : MEJÍA CIEZA BLANCA YULEIZE

ASUNTO : COMUNICA ACEPTACIÓN Y/O AUTORIZACIÓN PARA REALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

REF : SOLICITUD con Reg. Adm. N°1088


Presente:

De mi consideración:

Es grato dirigirme a Ud. con la finalidad de expresarle mi más afectuoso y cordial saludo, y al mismo tiempo respecto a lo solicitado a través de documento de la referencia, este despacho tiene a bien comunicar la procedencia del mismo, por lo que mediante el presente SE AUTORIZA en los extremos que resultaran necesarios la intervención en los espacios de forestación ubicado en el sector la Rinconada de propiedad de la Municipalidad Distrital de Conchán, para la realización de la investigación: "Evaluación de propiedades fisicoquímicas del suelo y del estrato arbóreo de una plantación de *Pinus patula* post incendio en la Rinconada, Chota". Por tanto, esperando contribuir al desarrollo de dicho trabajo investigativo y la formación profesional de la interesada, se remite el presente para conocimiento y fines. (Resaltado agregado)

Sin otro particular, y a la espera de haber atendido su petición, hago propicia la oportunidad para reiterar los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,


Abg. E. Flor Muñoz Vásquez
GERENTE MUNICIPAL

C.c
- Archivo
- Interesados

GRAU N° 196 - PLAZA DE ARMAS
web: www.municonchan.gob.pe

**Juntos
si
podemos**

CELULAR: 956115564
Email: munid.conchan@gmail.com

Anexo 2. Formatos de recolección de datos

Tabla 8

Datos obtenidos en parcela 1 del área testigo

	N° de árbol	Supervivencia	Anomalías de crecimiento	Calidad			Severidad
				Vigor de copa	Sanidad	Daños mecánicos	
ÁREA TESTIGO - PARCELA 1	1	1	1	5	1	1	0
	2	1	1	5	1	1	0
	3	1	1	5	1	1	0
	4	1	1	5	1	1	0
	5	1	1	5	1	1	0
	6	1	1	5	1	1	0
	7	1	1	5	1	1	0
	8	1	2	5	1	1	0
	9	1	2	5	1	1	0
	10	1	1	5	1	1	0
	11	1	1	5	1	1	0
	12	1	1	5	1	1	0
	13	1	1	5	1	1	0
	14	1	1	5	1	1	0
	15	1	1	5	1	1	0
	16	1	1	5	1	1	0

17	1	1	5	1	1	0
18	1	1	5	1	1	0
19	1	1	5	1	1	0
20	1	2	5	1	1	0
21	1	1	5	1	1	0
22	1	1	5	1	1	0
23	1	1	5	1	1	0
24	1	1	5	1	1	0
25	1	1	5	1	1	0
26	1	1	5	1	1	0
27	1	1	5	1	1	0
28	1	2	5	1	1	0
29	1	1	5	1	1	0
30	1	1	5	1	1	0
31	1	1	5	1	1	0
32	1	1	5	1	1	0
33	1	1	5	1	1	0
34	1	1	5	1	1	0
35	1	2	5	1	1	0
36	1	1	5	1	1	0
37	1	1	5	1	1	0
38	1	1	5	1	1	0
39	1	1	5	1	1	0
40	1	1	5	1	1	0

41	1	1	5	1	1	0
42	1	1	5	1	1	0
43	1	1	5	1	1	0
44	1	1	5	1	1	0
45	1	1	5	1	1	0
46	1	1	5	1	1	0
47	1	2	5	1	1	0
48	1	1	5	1	1	0
49	1	1	5	1	1	0
50	1	1	5	1	1	0
51	1	1	5	1	1	0
52	1	1	5	1	1	0
53	1	1	5	1	1	0
54	1	1	5	1	1	0
55	1	1	5	1	1	0
56	1	1	5	1	1	0
57	1	1	5	1	1	0
58	1	1	5	1	1	0
59	1	2	5	1	1	0
60	1	1	5	1	1	0
61	1	1	5	1	1	0
62	1	1	5	1	1	0
63	1	1	5	1	1	0
64	1	1	5	1	1	0

65	1	1	5	1	1	0
66	1	1	5	1	1	0
67	1	1	5	1	1	0
68	1	1	5	1	1	0
69	1	1	5	1	1	0
70	1	1	5	1	1	0
71	1	2	5	1	1	0
72	1	1	5	1	1	0
73	1	1	5	1	1	0
74	1	1	5	1	1	0
75	1	1	5	1	1	0
76	1	1	5	1	1	0
77	1	1	5	1	1	0
78	1	2	5	1	1	0
79	1	1	5	1	1	0
80	1	1	5	1	1	0
81	1	1	5	1	1	0
82	1	1	5	1	1	0
83	1	1	5	1	1	0
84	1	1	5	1	1	0
85	1	1	5	1	1	0
86	1	1	5	1	1	0
87	1	2	5	1	1	0
88	1	1	5	1	1	0

89	1	1	5	1	1	0
90	1	1	5	1	1	0
91	1	1	5	1	1	0
92	1	1	5	1	1	0
93	1	1	5	1	1	0
94	1	1	5	1	1	0
95	1	1	5	1	1	0
96	1	1	5	1	1	0
97	1	1	5	1	1	0
98	1	2	5	1	1	0
99	1	1	5	1	1	0
100	1	1	5	1	1	0
101	1	1	5	1	1	0
102	1	2	5	1	1	0
103	1	1	5	1	1	0
104	1	1	5	1	1	0
105	1	1	5	1	1	0
106	1	2	5	1	1	0
107	1	1	5	1	1	0
108	1	1	5	1	1	0
109	1	1	5	1	1	0
110	1	1	5	1	1	0
111	1	1	5	1	1	0
112	1	1	5	1	1	0

113	1	2	5	1	1	0
114	1	1	5	1	1	0
115	1	1	5	1	1	0
116	1	2	5	1	1	0
117	1	1	5	1	1	0
118	1	1	5	1	1	0
119	1	2	5	1	1	0
120	1	1	5	1	1	0
121	1	1	5	1	1	0
122	1	1	5	1	1	0
123	1	1	5	1	1	0
124	1	2	5	1	1	0
125	1	1	5	1	1	0
126	1	1	5	1	1	0
127	1	1	5	1	1	0
128	1	1	5	1	1	0
129	1	1	5	1	1	0
130	1	1	5	1	1	0
131	1	2	5	1	1	0
132	1	2	5	1	1	0
133	1	1	5	1	1	0
134	1	1	5	1	1	0
135	1	1	5	1	1	0
136	1	1	5	1	1	0

137	1	1	5	1	1	0
138	1	2	5	1	1	0
139	1	1	5	1	1	0
140	1	1	5	1	1	0
141	1	1	5	1	1	0
142	1	1	5	1	1	0
143	1	1	5	1	1	0
144	1	1	5	1	1	0
145	1	1	5	1	1	0
146	1	1	5	1	1	0
147	1	1	5	1	1	0
148	1	1	5	1	1	0
149	1	1	5	1	1	0
150	1	2	5	1	1	0
151	1	1	5	1	1	0
152	1	1	5	1	1	0
153	1	1	5	1	1	0
154	1	1	5	1	1	0

Tabla 9*Datos obtenidos en parcela 2 del área testigo*

	N° de árbol	Supervivencia	Anomalías de crecimiento	Calidad			Severidad
				Vigor de copa	Sanida	Daños mecánicos	
ÁREA TESTIGO – PARCELA 2	1	1	1	5	1	1	0
	2	1	1	5	1	1	0
	3	1	1	5	1	1	0
	4	1	1	5	1	1	0
	5	1	1	5	1	1	0
	6	1	2	5	1	1	0
	7	1	1	5	1	1	0
	8	1	1	5	1	1	0
	9	1	1	5	1	1	0
	10	1	1	5	1	1	0
	11	1	2	5	1	1	0
	12	1	1	5	1	1	0
	13	1	1	5	1	1	0
	14	1	1	5	1	1	0
	15	1	1	5	1	1	0
	16	1	2	5	1	1	0
	17	1	1	5	1	1	0

18	1	1	5	1	1	0
19	1	1	5	1	1	0
20	1	1	5	1	1	0
21	1	2	5	1	1	0
22	1	1	5	1	1	0
23	1	1	5	1	1	0
24	1	1	5	1	1	0
25	1	1	5	1	1	0
26	1	1	5	1	1	0
27	1	2	5	1	1	0
28	1	1	5	1	1	0
29	1	1	5	1	1	0
30	1	1	5	1	1	0
31	1	1	5	1	1	0
32	1	2	5	1	1	0
33	1	2	5	1	1	0
34	1	1	5	1	1	0
35	1	1	5	1	1	0
36	1	1	5	1	1	0
37	1	1	5	1	1	0
38	1	1	5	1	1	0
39	1	1	5	1	1	0
40	1	1	5	1	1	0
41	1	1	5	1	1	0

42	1	1	5	1	1	0
43	1	1	5	1	1	0
44	1	1	5	1	1	0
45	1	1	5	1	1	0
46	1	1	5	1	1	0
47	1	2	5	1	1	0
48	1	1	5	1	1	0
49	1	1	5	1	1	0
50	1	1	5	1	1	0
51	1	1	5	1	1	0
52	1	1	5	1	1	0
53	1	1	5	1	1	0
54	1	1	5	1	1	0
55	1	1	5	1	1	0
56	1	1	5	1	1	0
57	1	1	5	1	1	0
58	1	2	5	1	1	0
59	1	1	5	1	1	0
60	1	1	5	1	1	0
61	1	1	5	1	1	0
62	1	1	5	1	1	0
63	1	2	5	1	1	0
64	1	1	5	1	1	0
65	1	1	5	1	1	0

66	1	1	5	1	1	0
67	1	1	5	1	1	0
68	1	1	5	1	1	0
69	1	1	5	1	1	0
70	1	1	5	1	1	0
71	1	1	5	1	1	0
72	1	1	5	1	1	0
73	1	1	5	1	1	0
74	1	1	5	1	1	0
75	1	1	5	1	1	0
76	1	1	5	1	1	0
77	1	1	5	1	1	0
78	1	2	5	1	1	0
79	1	2	5	1	1	0
80	1	1	5	1	1	0
81	1	1	5	1	1	0
82	1	1	5	1	1	0
83	1	1	5	1	1	0
84	1	1	5	1	1	0
85	1	1	5	1	1	0
86	1	1	5	1	1	0
87	1	1	5	1	1	0
88	1	1	5	1	1	0
89	1	1	5	1	1	0

90	1	2	5	1	1	0
91	1	1	5	1	1	0
92	1	1	5	1	1	0
93	1	1	5	1	1	0
94	1	2	5	1	1	0
95	1	1	5	1	1	0
96	1	1	5	1	1	0
97	1	1	5	1	1	0
98	1	1	5	1	1	0
99	1	1	5	1	1	0
100	1	1	5	1	1	0
101	1	1	5	1	1	0
102	1	1	5	1	1	0
103	1	1	5	1	1	0
104	1	1	5	1	1	0
105	1	1	5	1	1	0
106	1	1	5	1	1	0
107	1	1	5	1	1	0
108	1	2	5	1	1	0
109	1	1	5	1	1	0
110	1	1	5	1	1	0
111	1	1	5	1	1	0
112	1	1	5	1	1	0
113	1	1	5	1	1	0

114	1	2	5	1	1	0
115	1	1	5	1	1	0
116	1	1	5	1	1	0
117	1	1	5	1	1	0
118	1	1	5	1	1	0
119	1	1	5	1	1	0
120	1	1	5	1	1	0
121	1	1	5	1	1	0
122	1	1	5	1	1	0
123	1	1	5	1	1	0
125	1	1	5	1	1	0
126	1	2	5	1	1	0
127	1	1	5	1	1	0
128	1	1	5	1	1	0
129	1	1	5	1	1	0
130	1	2	5	1	1	0
131	1	1	5	1	1	0
132	1	1	5	1	1	0
133	1	1	5	1	1	0
134	1	1	5	1	1	0
135	1	2	5	1	1	0
136	1	1	5	1	1	0
137	1	1	5	1	1	0
138	1	1	5	1	1	0

139	1	1	5	1	1	0
140	1	1	5	1	1	0
141	1	1	5	1	1	0

Tabla 10*Datos obtenidos en la parcela del área testigo*

	N° de árbol	Supervivencia	Anomalías de crecimiento	Calidad			Severidad
				Vigor de copa	Sanidad	Daños mecánicos	
ÁREA TESTIGO - PARCELA 3	1	1	1	5	1	1	0
	2	1	1	5	1	1	0
	3	1	1	5	1	1	0
	4	1	1	5	1	1	0
	5	1	2	5	1	1	0
	6	1	1	5	1	1	0
	7	1	1	5	1	1	0
	8	1	1	5	1	1	0
	9	1	2	5	1	1	0
	10	1	1	5	1	1	0
	11	1	1	5	1	1	0
	12	1	1	5	1	1	0
	13	1	1	5	1	1	0
	14	1	1	5	1	1	0
	15	1	1	5	1	1	0
	16	1	1	5	1	1	0
	17	1	1	5	1	1	0

18	1	1	5	1	1	0
19	1	2	5	1	1	0
20	1	1	5	1	1	0
21	1	1	5	1	1	0
22	1	1	5	1	1	0
23	1	1	5	1	1	0
24	1	1	5	1	1	0
25	1	1	5	1	1	0
26	1	2	5	1	1	0
27	1	1	5	1	1	0
28	1	1	5	1	1	0
29	1	1	5	1	1	0
30	1	1	5	1	1	0
31	1	1	5	1	1	0
32	1	1	5	1	1	0
33	1	1	5	1	1	0
34	1	1	5	1	1	0
35	1	1	5	1	1	0
36	1	2	5	1	1	0
37	1	2	5	1	1	0
38	1	1	5	1	1	0
39	1	1	5	1	1	0
40	1	1	5	1	1	0
41	1	1	5	1	1	0

42	1	2	5	1	1	0
43	1	1	5	1	1	0
44	1	1	5	1	1	0
45	1	1	5	1	1	0
46	1	1	5	1	1	0
47	1	1	5	1	1	0
48	1	1	5	1	1	0
49	1	1	5	1	1	0
50	1	1	5	1	1	0
51	1	1	5	1	1	0
52	1	1	5	1	1	0
53	1	1	5	1	1	0
54	1	1	5	1	1	0
55	1	1	5	1	1	0
56	1	1	5	1	1	0
57	1	1	5	1	1	0
58	1	1	5	1	1	0
59	1	2	5	1	1	0
60	1	1	5	1	1	0
61	1	1	5	1	1	0
62	1	1	5	1	1	0
63	1	1	5	1	1	0
64	1	1	5	1	1	0
65	1	1	5	1	1	0

66	1	1	5	1	1	0
67	1	1	5	1	1	0
68	1	1	5	1	1	0
69	1	1	5	1	1	0
70	1	1	5	1	1	0
71	1	1	5	1	1	0
72	1	1	5	1	1	0
73	1	1	5	1	1	0
74	1	1	5	1	1	0
75	1	2	5	1	1	0
76	1	1	5	1	1	0
77	1	1	5	1	1	0
78	1	1	5	1	1	0
79	1	1	5	1	1	0
80	1	1	5	1	1	0
81	1	1	5	1	1	0
82	1	1	5	1	1	0
83	1	1	5	1	1	0
84	1	1	5	1	1	0
85	1	1	5	1	1	0
86	1	2	5	1	1	0
87	1	2	5	1	1	0
88	1	1	5	1	1	0
89	1	1	5	1	1	0

90	1	1	5	1	1	0
91	1	1	5	1	1	0
92	1	1	5	1	1	0
93	1	1	5	1	1	0
94	1	1	5	1	1	0
95	1	1	5	1	1	0
96	1	1	5	1	1	0
97	1	1	5	1	1	0
98	1	1	5	1	1	0
99	1	1	5	1	1	0
100	1	1	5	1	1	0
101	1	1	5	1	1	0
102	1	1	5	1	1	0
103	1	1	5	1	1	0
104	1	1	5	1	1	0
105	1	2	5	1	1	0
106	1	1	5	1	1	0
107	1	1	5	1	1	0
108	1	1	5	1	1	0
109	1	1	5	1	1	0
110	1	1	5	1	1	0
111	1	1	5	1	1	0
112	1	1	5	1	1	0
113	1	1	5	1	1	0

114	1	1	5	1	1	0
115	1	1	5	1	1	0
116	1	1	5	1	1	0
117	1	1	5	1	1	0

Tabla 11*Datos obtenidos en la parcela 1 del área incendiada*

	Calidad						
	Nº de árbol	Supervivencia	Anomalías de crecimiento	Vigor de copa	Sanidad	Daños mecánicos	Severidad
ÁREA INCENDIADA - PARCELA 1	1	2	2	1	2	3	5
	2	2	2	1	2	3	5
	3	2	2	1	2	3	5
	4	2	2	1	2	3	5
	5	0	2	1	2	0	0
	6	2	2	1	2	3	5
	7	2	2	1	2	3	5
	8	0	2	1	2	3	5
	9	2	2	1	2	3	5
	10	2	2	1	2	3	5
	11	2	2	1	2	3	5
	12	2	2	1	2	3	5

13	2	2	1	2	3	5
14	2	2	1	2	3	5
15	2	2	1	2	3	5
16	2	2	5	2	5	5
17	2	2	1	2	3	5
18	2	2	1	2	3	5
19	2	2	1	2	3	5
20	2	2	1	2	3	5
21	2	2	1	2	3	5
22	2	2	1	2	3	5
23	2	2	1	2	3	5
24	0	2	0	2	0	0
25	2	2	1	2	3	5
26	2	2	1	2	3	5
27	2	2	1	2	3	5
28	0	2	0	2	0	0
29	2	2	1	2	3	5
30	2	2	1	2	3	5

31	2	2	1	2	3	5
32	2	2	1	2	3	5
33	2	2	1	2	3	5
34	0	2	0	2	0	0
35	2	2	1	2	3	5
36	2	2	1	2	3	5
37	2	2	1	2	3	5
38	2	2	1	2	3	5
39	0	2	0	2	0	0
40	2	2	1	2	3	5
41	2	2	1	2	3	5
42	2	2	1	2	3	5
43	2	2	1	2	3	5
44	2	2	1	2	3	5
45	0	2	0	2	0	0
46	2	2	1	2	3	5
48	2	2	1	2	3	5
49	2	2	1	2	3	5

50	2	2	1	2	3	5
51	0	2	0	2	0	0
52	2	2	1	2	3	5
53	2	2	1	2	3	5
54	2	2	1	2	3	5
55	0	2	0	2	0	0
56	2	2	1	2	3	5
57	2	2	1	2	3	5
58	2	2	1	2	3	5
59	2	2	1	2	3	5
60	2	2	1	2	3	5
61	0	2	0	2	0	0
62	2	2	1	2	3	5
63	2	2	1	2	3	5
64	2	2	1	2	3	5
65	2	2	1	2	3	5
66	2	2	1	2	3	5
67	0	2	0	2	0	0

68	2	2	1	2	3	5
69	2	2	1	2	3	5
70	2	2	1	2	3	5
71	0	2	0	2	0	0
72	2	2	1	2	3	5
74	2	2	1	2	3	5
74	2	2	1	2	3	5
75	2	2	1	2	3	5
76	0	2	0	2	0	0
77	2	2	1	2	3	5
78	2	2	1	2	3	5
79	2	2	1	2	3	5
80	2	2	1	2	3	5
81	0	2	0	2	0	0
82	2	2	1	2	3	5
83	2	2	1	2	3	5
84	2	2	1	2	3	5
85	2	2	1	2	3	5

86	2	2	1	2	3	5
87	2	2	1	2	3	5
88	0	2	0	2	0	0
89	2	2	1	2	3	5
90	2	2	1	2	3	5
91	2	2	1	2	3	5
92	2	2	1	2	3	5
93	0	2	0	2	0	0
94	2	2	1	2	3	5
95	2	2	1	2	3	5
96	2	2	1	2	3	5
97	2	2	1	2	3	5
98	2	2	1	2	3	5
99	2	2	1	2	3	5
100	0	2	0	2	0	0
101	2	2	1	2	3	5
102	2	2	1	2	3	5
103	2	2	1	2	3	5

104	2	2	1	2	3	5
105	0	2	0	2	0	0
106	2	2	1	2	3	5
107	2	2	1	2	3	5
108	2	2	1	2	3	5
109	2	2	1	2	3	5
110	2	2	1	2	3	5

Tabla 12*Datos obtenidos en la parcela 2 del área incendiada*

	N° de árbol	Supervivencia	Anomalías de crecimiento	Calidad			Severidad
				Vigor de copa	Sanidad	Daños mecánicos	
REA INCENDIADA - PARCELA 2	1	2	2	1	2	3	5
	2	2	2	1	2	3	5
	3	2	2	1	2	3	5
	4	2	2	1	2	3	2
	5	1	2	4	2	2	5
	6	2	2	1	2	3	5
	7	2	2	1	2	3	5
	8	2	2	1	2	3	5
	9	2	2	1	2	3	5
	10	2	2	1	2	3	5
	11	2	2	1	2	3	5
	12	2	2	1	2	3	5
	13	1	1	4	1	2	2
	14	1	1	5	1	2	2
	15	2	2	1	2	3	5
	16	2	2	1	2	3	5
	17	2	2	1	2	3	5

18	2	2	1	2	3	5
19	2	2	2	2	3	5
20	2	2	1	2	3	5
21	2	2	1	2	3	5
22	1	1	4	1	2	2
23	2	2	1	2	3	5
24	1	1	5	1	2	2
25	1	1	4	1	2	2
26	1	1	4	1	2	2
27	1	1	4	1	2	2
28	1	1	4	1	2	2
29	1	1	5	1	2	2
30	1	1	4	1	2	2
31	2	2	1	2	3	5
32	2	2	1	2	3	5
33	1	1	4	1	2	2
34	1	1	4	1	2	2
35	1	1	4	1	2	2
36	1	1	3	1	2	1
37	1	2	3	2	2	1
38	1	1	5	1	2	2
39	1	1	3	1	2	1
40	1	1	5	1	2	2
41	2	2		2		

42	2	2	1	2	3	5
43	2	2	1	2	3	5
44	2	2	1	2	3	5
45	2	2	1	2	3	5
46	2	2	1	2	3	5
47	2	2	1	2	3	5
48	2	2	1	2	3	5
49	2	2	1	2	3	5
50	2	2	1	2	3	5
51	2	2	1	2	3	5
52	1	1	1	1	2	2
53	2	2	1	2	3	5
54	2	2	1	2	3	5
55	2	2	1	2	3	5
56	2	2	1	2	3	5
57	2	2	1	2	3	5
58	1	1	4	1	2	2
59	2	2	1	2	3	5
60	2	2	1	2	3	5
61	1	1	1	1	2	3
62	2	2	1	2	2	5
63	1	1	5	1	2	2
64	2	2	1	2	2	5
65	2	2	1	2	2	5

66	1	1	5	1	2	2
67	2	2	1	2	3	5
68	1	1	4	1	2	2
69	1	1	5	1	2	2
70	1	1	4	1	2	3
71	1	1	4	1	2	2
72	1	1	4	1	2	2
73	2	2	1	2	3	5
74	2	2	1	2	3	5
75	1	1	4	1	2	2
76	1	1	5	1	2	2
77	2	2	1	2	3	5
78	1	1	4	1	2	2
79	1	1	4	1	2	3
80	2	2	1	2	3	5
81	1	1	4	1	2	2
82	2	2	1	2	3	5
83	1	1	4	1	2	2
84	2	2	1	2	3	5
85	2	2	1	2	3	5
86	2	2	1	2	3	5
87	2	2	1	2	3	5
88	2	2	1	2	3	5

89	2	2	1	2	3	5
90	2	2	1	2	3	5
91	2	2	1	2	2	5
92	2	2	1	2	3	5
93	1	1	4	1	3	2
94	2	2	1	2	3	5
95	1	1	3	1	2	3
96	2	2	1	2	2	5
97	1	1	5	1	2	2
98	2	2	1	2	3	5
99	1	1	3	1	2	3
100	2	2	1	2	3	5
101	2	2	1	2	3	5
102	1	1	3	1	2	3
103	1	1	3	1	2	3
104	2	2	1	2	3	5
105	2	2	1	2	3	5
106	1	1	4	1	2	2
107	1	1	3	1	2	3

Tabla 13*Datos obtenidos en la parcela 3 del área incendiada*

	N° de árbol	Supervivencia	Anomalías de crecimiento	Calidad		Daños mecánicos	Severidad	
				Vigor de copa	Sanidad			
AREA INCENDIADA - PARCELA 3	1	1	1	3	2	2	2	
	2	1	1	4	1	2	1	
	3	1	1	4	2	2	2	
	4	1	1	4	2	2	2	
	5	1	1	4	2	2	2	
	6	1	1	4	2	2	2	
	7	2	2	2	1	3	2	5
	8	2	2	2	1	3	2	5
	9	2	2	2	1	3	1	5
	10	2	2	2	1	3	2	5
	11	1	1	1	2	3	2	3
	12	2	2	2	1	3	2	5
	13	2	2	2	1	3	2	5
	14	2	2	2	2	3	2	5
	15	2	2	2	1	3	1	5
	16	1	1	1	4	2	2	2
	17	1	1	1	4	2	2	2

18	1	1	5	1	2	1
19	1	1	5	1	2	1
20	2	2	1	3	2	5
21	2	2	1	3	2	5
22	1	1	4	2	2	2
23	2	2	1	3	1	5
24	2	2	1	3	1	5
25	2	2	1	3	1	5
26	2	2	1	3	1	5
27	1	1	2	3	2	3
28	1	1	2	3	2	3
29	2	2	2	3	2	3
30	2	2	2	3	2	3
31	2	2	2	3	2	3
32	1	1	4	2	2	2
33	2	2	1	3	2	5
34	2	2	1	3	2	5
35	1	1	2	3	2	1
36	2	2	1	3	2	5
37	2	2	1	3	2	5
38	1	1	2	3	2	3
39	1	1	1	3	1	5
40	1	1	4	2	2	1
41	1	1	4	2	2	1

42	1	1	3	2	2	2
43	1	1	4	2	2	1
44	2	2	1	3	1	5
45	1	1	1	3	2	3
46	2	2	1	3	1	5
47	2	2	1	3	1	5
48	2	2	1	3	1	5
49	2	2	1	3	1	5
50	2	2	1	3	2	5
51	2	2	1	3	2	5
52	1	1	2	3	2	3
53	1	1	3	2	2	2
54	1	1	3	3	2	1
55	2	2	1	3	2	5
56	1	1	4	2	2	1
57	1	1	3	2	2	1
58	1	1	4	2	2	1
59	1	1	2	3	2	3
60	1	1	4	2	2	2
61	1	1	3	2	2	3
62	2	2	1	3	1	5
63	1	1	4	2	2	2
64	2	2	1	3	1	5
65	2	2	1	3	1	5

66	1	1	3	2	2	3
67	2	2	1	3	1	5
68	2	2	1	3	1	5
69	2	2	1	3	1	5
70	2	2	1	3	1	5
71	2	2			2	
72	2	2	1	3	1	5
73	2	2	1	3	2	5
74	1	1	3	2	1	2
75	2	2	1	3	2	5
76	2	2	1	3	2	5
77	2	2	1	3	2	5
78	1	1	4	2	1	1
79	1	1	2	3	1	3
80	2	2	1	3	2	5
81	2	2	1	3	2	5
82	2	2	1	3	2	5
83	1	1	3	2	1	2
84	2	2	1	3	2	5
85	2	2	1	3	2	5
86	2	2	1	3	2	5
87	2	2	1	3	2	5
88	2	2	1	3	2	5
89	2	2	1	3	2	5

90	2	2	1	3	2	5
91	2	2	1	3	2	5
92	2	2	1	3	2	5
93	2	2	1	3	2	5
94	2	2	1	3	2	5
95	2	2	1	3	2	5
96	2	2	1	3	2	5

Anexo 3. Resumen de los resultados a través de ANOVA

Tabla 14

Resumen de la prueba de hipótesis - N

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de N es la misma entre las categorías de tipo de parcela.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,114	Retener la hipótesis nula.

Tabla 15

Resumen de la hipótesis - M.O

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de M.O es la misma entre las categorías de tipo de parcela.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,072	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,0

Anexo 4. Prueba de chi cuadrado

Tabla 15

Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.

Evaluación de la variable "supervivencia"			
Observada			
Categoría	AT	AI	
1 = plantón vivo	1373.30	273.33	1646.63
2 = plantón muerto	193.30	770.00	963.30
Total	1566.60	1043.33	2609.93
	0.60	0.40	
Esperado			
Categoría	AT	AI	0.00
1 = plantón vivo	988.38	658.25	1646.63
2 = plantón muerto	578.22	385.08	963.30
Total	1566.60	1043.33	2609.93
Cálculo x^2			
1 = plantón vivo	107.89	542.06	
2 = plantón muerto	766.48	192.42	
x^2 calculado	1608.85		
x^2 crítico	3.84		
Probabilidad	0.05		
Grado de libertad	1.00		

Tabla 16

Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.

Evaluación de la variable "anomalías de crecimiento" en el área de investigación				
Observado		AT	AI	
	1= ausente	120	26.33	146.33
	2= presente	17.33	78	95.33
		137.33	104.33	241.66
		0.57	0.43	
Esperado		AT	AI	
	1= ausente	83.16	63.17	146.33
	2= presente	54.17	41.16	95.33
		137.33	104.33	241.66
Calculo x2				
	1= ausente	173.17	10.97	
	2= presente	5.54	147.83	
x ² calculado		337.51		
x ² crítico		3.84		
Probabilidad		0.05		
Grado de libertad		1		

Tabla 17

Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativa evaluadas post incendio.

Evaluación de la variable "vigor de copa" en el área de investigación			
Observado	AT	AI	
1= muy pobre	666.67	773.33	1440.00
2= pobre	0	36.67	36.67
3= tolerante	0	56.67	56.67
4= buena	0	136.67	136.67
5= perfecto	833.33	40	873.33
	1500.00	1043.34	2543.34
	0.59	0.41	
esperado	AT	AI	0.00
1= muy pobre	849.28	590.72	1440.00
2= pobre	21.63	15.04	36.67
3= tolerante	33.42	23.25	56.67
4= buena	80.60	56.07	136.67
5= perfecto	515.07	358.26	873.33
	1500.00	1043.34	2543.34
Calculo x^2			
1= muy pobre	50.02	43.12	
2= pobre	0.00	12.76	
3= tolerante	0.00	19.71	
4= buena	0.00	47.54	
5= perfecto	121.55	2532.26	
x^2 calculado	125.60		
x^2 crítico	9.49		

probabilidad	0.05
grado de libertad	4.00

Tabla 18

Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio

Evaluación de la variable "daños mecánicos" en el área de investigación			
observada	AT	AI	
1=sin daño visible	137.33	21.67	159.00
2= sin daño visible	0	82.67	82.67
	137.33	104.34	241.67
	0.57	0.43	
esperado	AT	AI	0.00
1=sin daño visible	90.35	68.65	159.00
2= sin daño visible	46.98	35.69	82.67
	137.33	104.34	241.67
Calculo x2			
1=sin daño visible	16.07	101.84	
2= sin daño visible	0.00	26.70	
x ² calculado	144.61		
x ² crítico	3.84		
probabilidad	0.05		
grado de libertad	1.00		

Tabla 19

Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.

Evaluación de la variable "sanidad" en el área de investigación			
observada	AT	AI	
1= sano	1373.33	390	1763.33
2= aceptablemente sano	0	143.33	143.33
3= afectado	0	580	580.00
	1373.33	1113.33	2486.66
	0.55	0.45	
esperado	AT	AI	0.00
1= sano	1373.33	390	1763.33
2= aceptablemente sano	0	143.33	143.33
3= afectado	0	580	580.00
	1373.33	1113.33	2486.66
Calculo x2			
1= sano	116.20	409.19	
2= aceptablemente sano	0.00	43.72	
3= afectado	0.00	176.91	
x2 calculado	746.02		
x2 crítico	5.99		
probabilidad	0.05		
grado de libertad	2.00		

Tabla 20

Prueba de independencia de Chi-cuadrado de las variables cualitativas evaluadas post incendio.

Evaluación de la variable "severidad" en el área de investigación			
observada	AT	AI	
0= ningún daño perceptible	1373.33	66.67	1440.00
1= daño perceptible	0	50	50.00
2= daños que no afectan seriamente al árbol	0	153.33	153.33
3= daños que afectan seriamente al árbol	0	70	70.00
4= daños muy notorios	0	0	0.00
5= árbol extinto	0	706.67	706.67
TOTAL	1373.33	1046.67	2420.00
	0.57	0.43	
esperado	AT	AI	0.00
0= ningún daño perceptible	817.19	622.81	1440.00
1= daño perceptible	28.37	21.63	50.00
2= daños que no afectan seriamente al árbol	87.01	66.32	153.33
3= daños que afectan seriamente al árbol	39.72	30.28	70.00
4= daños muy notorios	0.00	0.00	0.00
5= árbol extinto	401.03	305.64	706.67
	1373.33	1046.67	2420
Calculo x^2			
0= ningún daño perceptible	225.21	4639.18	
1= daño perceptible	0.00	16.10	
2= daños que no afectan seriamente al árbol	0.00	49.38	
3= daños que afectan seriamente al árbol	0.00	22.54	
4= daños muy notorios	0.00	0.00	
5= árbol extinto	0.00	227.58	

x ² calculado	5180.00
x ² crítico	11.07
probabilidad	0.05
grado de libertad	5.00

Anexo 5. Resultados del laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas

Amazonas

Tabla 21

Resultado de laboratorio de la muestra AT:P1:M1

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 1383	

1. DATOS :

Solicitante : BLANCA YULEIZE MEJÍA CIEZA

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : CONCHÁN

Casero : S/N

N. Parcela : AT:P1:M1

Cod. Muestra : 1383

Fecha : 31/08/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺ meq/100g	K ⁺ meq/100g	Na ⁺ meq/100g	Al ³⁺ + H ⁺ meq/100g			
1383	AT:P1:M1	4.84	0.04	23.22	94.47	3.29	5.68	0.28	54.0	22.0	24.0	Fr.Ar.A.	14.40	1.93	0.44	0.25	0.20	1.22	4.03	2.81	20

A = Arena ; A,Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr,Ar,A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr,Ar. = Franco Arcilloso ; Fr,Ar,L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar,A. = Arcillo Arenoso ; Ar,L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


 RESPONSABLE DE LABISAG


 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Tabla 22

Resultado de laboratorio de la muestra AT:P2:M2

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 038	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 1385	

1. DATOS :

Solicitante : BLANCA YULEIZE MEJÍA CIEZA

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : CONCHÁN

Casero : S/N

N. Parcela : AT:P3:M3

Cod. Muestra : 1385

Fecha : 31/08/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
									%	%	%			meq/100g							
1385	AT:P3:M3	5,01	0,04	27,17	74,05	3,20	5,52	0,28	78,0	14,0	8,0	A.Fr.	6,40	1,18	0,34	0,21	0,09	0,44	2,25	1,81	28

A = Arena ; A,Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABISAG

SUSANASÓN SARRIUS
RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LABISAG

TAC. E. YULEIZE MEJÍA CIEZA
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Tabla 23

Resultado de laboratorio de la muestra AT:P3:M3

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
INFORME DE ENSAYO N° 1382		Página .../...	

1. DATOS :

Solicitante : BLANCA YULEIZE MEJÍA CIEZA

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : CONCHÁN

Casero : S/N

N. Parcela : At:P2.M2

Cod. Muestra : 1382

Fecha : 31/08/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1382	At:P2:M2	4.89	0.04	47,37	118,92	4,24	7,30	0,37	60,0	22,0	18,0	Fr.A.	9,60	1,61	0,46	0,23	0,04	1,11	3,46	2,35	24

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABISAG


 DR. J. C. BARRICOS BARRICOS
 RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABORATORIO DE SUELOS DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG


 YULEIZE MEJÍA CIEZA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Tabla 24

Resultado de laboratorio de la muestra AI:P1:M1

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 1386	

1. DATOS :

Solicitante : BLANCA YULEIZE MEJÍA CIEZA

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : CONCHÁN

Casero : S/N

N. Parcela : AI:P1:M1

Cod. Muestra : 1386

Fecha : 31/08/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1386	AI:P1:M1	4,68	0,03	32,74	59,81	4,24	7,30	0,37	80,0	8,0	12,0	Fr.A.	8,00	1,47	0,35	0,12	0,03	1,27	3,25	1,98	25

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


 M. Sc. JESUS RAZON BARRIOS
 RESPONSABLE
 RESPONSABLE DE LABISAG


 Tec. Elder Cristhipe Vela
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Tabla 25

Resultado de laboratorio de la muestra AI:P2:M2

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 1382	

1. DATOS :

Solicitante : BLANCA YULEIZE MEJÍA CIEZA

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : CONCHÁN

Caserio : S/N

N. Parcela : AI:P2:M2

Cod. Muestra : 1382

Fecha : 31/08/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
									%	%	%			meq/100g							
1382	AI:P2:M2	4,89	0,04	47,37	118,92	4,24	7,30	0,37	60,0	22,0	18,0	Fr.A.	9,60	1,61	0,46	0,23	0,04	1,11	3,46	2,35	24

A = Arena; A,Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr,L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr,Ar,A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr,Ar. = Franco Arcilloso; Fr,Ar,L. = Franco Arcillo Limoso; Ar,A. = Arcillo Arenoso; Ar,L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABISAG

 J. P. MASCON GARRIDO
 RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

 Yuleize Mejía Cieza
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Tabla 26

Resultado de laboratorio de la muestra AI:P3:M3

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 1381	

1. DATOS :

Solicitante : BLANCA YULEIZE MEJÍA CIEZA

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CHOTA

Distrito : CONCHÁN

Casero : S/N

N. Parcela : AI:P3:M3

Cod. Muestra : 1381

Fecha : 31/08/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1381	AI:P3:M3	5,40	0,04	36,21	95,17	3,29	5,68	0,28	76,0	12,0	12,0	Fr.A.	8,00	2,04	0,51	0,20	0,06	0,31	3,12	2,81	35

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABISAG

 J. PASCÓN SARRIUS
 RESPONSABLE
 RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE SUELOS

 T. G. G. Vela
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre: _____

DNI: _____

Fecha y Hora: _____

Firma de Conformidad

Anexo 6. Panel fotográfico

Figura 15

Georreferenciación de la plantación de P. patula en el área de investigación



Figura 16

Delimitación de parcelas en el área de investigación



Figura 17

Extracción de sub muestras a 10 cm de profundidad



Figura 18

Homogenización de muestras



Figura 19

Recolección de muestras en bolsa ziploc



Figura 20

Identificación del 100% de árboles dentro de cada parcela a evaluar



Figura 21 *Evaluación de variables del estrato arbóreo*

