

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **CAPÍTULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **Características del Pino radiata (*Pinus radiata* D. Don)**

##### **Árbol del Pino radiata**

Para Alcanza de 25 a 30 m de alto, cuando joven tiene la forma de un candelabro, para ir adquiriendo una forma redonda con fuertes ramas. En plantaciones forestales adquiere porte estrecho y ramas delgadas dirigidas hacia arriba. Tronco derecho, cilíndrico y de libre ramaje; corteza agrietada de color gris oscuro. En cuanto al crecimiento en Cochabamba, el Incremento Corriente Anual (ICA) es de 20 m<sup>3</sup> /ha/año, con un raleo del 50 % favorece al ICA en diámetro, área basal y volumen por árbol. El Incremento Medio Anual (IMA) en una altura para edades entre 6 a 23 años es de 0.93 a 1 m/año. El crecimiento medio en diámetro es aproximadamente de 0.8 centímetros (Nina, 1999) citado por (CUBA, 2014)

##### **Hojas del Pino radiata**

Reunidas en hacecillos de tres hojas de color verde claro cuando nuevas; con el tiempo se tornan de una tonalidad verde oscuro que se distingue muy bien del verde de los otros pinos. Fruto: Son ovales cónicos de consistencia leñosa, de color amarillo castaño, reunidos en grupos de dos a cinco, sésiles o cortamente peciolados, con un pedúnculo corto, curvo y grueso de forma simétrica, grueso en la cabeza y en el medio adelgazados hacia la extremidad y curvos en la base; persisten en la planta durante varios años (Nina, 1999) citado por (CUBA, 2014)

##### **Semilla del Pino radiata**

De 6 a 9 mm de longitud por 4 a 6 mm de ancho con alas delgadas tres veces su largo; el tegumento presenta superficie áspera de color pardo. De 20000 a 8 35000 semillas/kg, con un 60% a 80% de poder germinativo, pudiéndose almacenar durante tres a cuatro años (Nina, 1999) citado por (CUBA, 2014)

##### **Taxonomía**

El pino radiata es una especie perteneciente al género *Pinus* y a la familia *Pinaceae*. Su nombre científico completo es *Pinus radiata* D. Don, donde "D. Don" hace referencia al

botánico escocés David Don, quien describió la especie por primera vez en 1837. (Farjon, 2005)

Tabla 1. Taxonomía del pino radiata

Reino:	Plantae
Filo:	Traqueofita
Clase:	Pinopsida
Orden:	Coniferales
Familia:	Pinaceae
Género:	<i>Pinus</i>
Especie:	<i>P. radiata D.Don</i>

Fuente: (Castro, 2019)

### **Importancia de los árboles**

Los árboles son importantes para la biodiversidad y el equilibrio ecológico, ya que proporcionan alimento, refugio y hábitat para una gran cantidad de especies animales y vegetales. Además, los árboles son importantes para la calidad del aire, ya que absorben dióxido de carbono y otros contaminantes del aire. (Crane, 2002)

Los árboles también son importantes para la salud humana, ya que proporcionan sombra y reducen la temperatura en las áreas urbanas, lo que ayuda a reducir la exposición al calor extremo y la incidencia de enfermedades relacionadas con el calor. Los árboles también tienen un impacto positivo en la salud mental, ya que pueden reducir el estrés y mejorar la calidad de vida en las comunidades. (Donovan, et al, 2013)

Son importantes para la economía, ya que proporcionan productos forestales como madera, papel y otros productos de madera. Además, los árboles pueden aumentar el valor de la propiedad y mejorar la estética de las comunidades, lo que puede atraer a turistas y nuevas empresas.

## **Generalidades sobre problemas fitosanitarios**

### **Plaga**

Una plaga forestal se refiere a una población de organismos dañinos, como insectos, enfermedades y malezas, que atacan los árboles y plantas en un área forestal. Estos organismos pueden debilitar o matar a los árboles, lo que puede tener un impacto negativo en el ecosistema forestal y en la economía local que depende de los productos forestales. (Fao, 2017)

### **Enfermedad**

La caracterización de Una enfermedad forestal es una respuesta de un árbol o un grupo de árboles a una infección por un patógeno, un cambio ambiental o un desequilibrio en la relación entre el árbol y el patógeno o el ambiente. La enfermedad puede manifestarse en diferentes órganos de la planta, y puede llevar a la muerte del árbol o afectar su crecimiento y calidad." (Brasier et al, 1996)

### **Daño**

Según (Mattson, 1980), un daño en una planta se refiere a "un cambio en la estructura, función o desarrollo de una planta como resultado de un evento que afecta negativamente su capacidad para realizar procesos fisiológicos normales y producir una cosecha económicamente viable.

### **Síntomas y signos**

Los síntomas son las manifestaciones visibles de la enfermedad en la planta, mientras que los signos son las características de la enfermedad que se pueden detectar mediante técnicas específicas. Por ejemplo, los síntomas de una enfermedad fúngica en las hojas pueden ser manchas necróticas, mientras que los signos pueden ser la presencia de esporangios o conidios en la superficie de las hojas (Agrios (2005) citado por (Farzana et al, 2014).

Los síntomas y signos de una enfermedad pueden presentarse en diferentes partes de la planta, como las hojas, el tallo, las flores y las raíces. El tipo de síntoma o signo y su ubicación en la planta pueden ayudar a identificar la enfermedad.

Según (Wayne, 2005), los síntomas y signos son importantes en el diagnóstico de

enfermedades de las plantas. Los síntomas pueden ser divididos en dos categorías principales: síntomas generales y síntomas específicos. Los síntomas generales son cambios en la apariencia general de una planta, como la decoloración o el marchitamiento de las hojas, que pueden ser causados por una variedad de factores. Por otro lado, los síntomas específicos son más específicos de una enfermedad o patógeno en particular, como la presencia de lesiones o protuberancias en la superficie de la planta.

Los signos de una enfermedad pueden incluir la presencia de organismos patógenos, como hongos o bacterias, en la superficie de la planta o en su interior. Estos signos pueden ser visibles a simple vista o pueden requerir técnicas de observación más avanzadas, como la microscopía.

### **Manejo integrado de plagas**

Se define el manejo integral de plagas como un enfoque para el manejo de plagas que utiliza una variedad de tácticas para mantener las poblaciones de plagas por debajo del nivel de daño económico, utilizando los recursos disponibles de manera efectiva y eficiente (Pérez ,2000).

El MIP que integra múltiples tácticas de control de plagas, incluyendo medidas preventivas, culturales, biológicas y químicas, para minimizar los impactos negativos de las plagas en la producción de cultivos (Prokopy, 2003).

(kogan et al, 2007) Utiliza una combinación de estrategias de control para reducir las poblaciones de plagas a niveles económicos, minimizando al mismo tiempo los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana

(Lenteren et al, 2017) Se basa en el conocimiento de la biología y ecología de la plaga y su entorno, y que utiliza una combinación de medidas preventivas, culturales, biológicas y químicas para mantener las poblaciones de plagas por debajo del nivel de daño económico".

la implementación de medidas preventivas, monitoreo y toma de decisiones basadas en información científica, y la utilización de métodos de control de plagas que minimicen los impactos negativos en el medio ambiente, la salud humana y la economía.

### **Por qué hacer MIP**

El manejo integrado de plagas (MIP) es un enfoque holístico para el control de plagas que utiliza una combinación de métodos para mantener las poblaciones de plagas bajo un nivel económicamente aceptable. El MIP se basa en el conocimiento del ciclo de vida de la plaga,

sus enemigos naturales y los factores ambientales que afectan su población. (FAO, 2020)

El MIP es importante por varias razones. En primer lugar, ayuda a proteger la salud humana y el medio ambiente. Los pesticidas químicos pueden ser tóxicos para los humanos, los animales y el medio ambiente. El MIP ayuda a reducir el uso de pesticidas químicos, lo que reduce el riesgo de contaminación y exposición a sustancias tóxicas. (FAO, 2020)

En segundo lugar, el MIP ayuda a proteger la producción agrícola. Las plagas pueden causar daños significativos a los cultivos, lo que puede reducir la producción y los ingresos de los agricultores. El MIP ayuda a controlar las plagas de forma eficaz, lo que ayuda a proteger la producción agrícola. (FAO, 2020)

En tercer lugar, el MIP ayuda a preservar la biodiversidad. Los pesticidas químicos pueden matar a los enemigos naturales de las plagas, lo que puede conducir a un desequilibrio en la población de plagas. El MIP ayuda a proteger a los enemigos naturales, lo que ayuda a mantener el equilibrio natural de las poblaciones de plagas. (FAO, 2020)

### **Cómo se hace MIP**

**Identificación de la plaga:** La primera etapa del MIP es identificar la plaga que está causando problemas. Esto se puede hacer mediante la inspección visual, la recolección de muestras y el análisis de laboratorio. (FAO, 2020)

**Evaluación de la plaga:** Una vez que se ha identificado la plaga, es importante evaluar su impacto potencial. Esto incluye determinar el nivel de daño que está causando, el costo de controlarlo y los riesgos de utilizar diferentes métodos de control. (FAO, 2020)

**Planificación del control:** En la etapa de planificación, se desarrolla un plan de control específico para la plaga en cuestión. El plan debe considerar todos los factores relevantes, incluyendo el ciclo de vida de la plaga, sus enemigos naturales y los factores ambientales. (FAO, 2020)

**Implementación del control:** La etapa de implementación es donde se ponen en práctica los métodos de control seleccionados. Es importante seguir el plan de control cuidadosamente para garantizar su eficacia. (FAO, 2020)

**Evaluación del control:** La etapa de evaluación se lleva a cabo para determinar la eficacia del plan de control. Esto se puede hacer mediante la observación visual, la recolección de muestras y el análisis de laboratorio. (FAO, 2020)

El MIP es un enfoque flexible que puede adaptarse a las necesidades específicas de cada situación. El éxito del MIP depende de la comprensión del ciclo de vida de la plaga, sus enemigos naturales y los factores ambientales que afectan su población.

Algunos de los métodos de control que se pueden utilizar en el MIP: Prácticas culturales, Control biológico, Control físico, Control químico. (FAO, 2020)

### **Método químico**

Según (Jara, 2014) Se usan pesticidas sintéticos solamente cuando es necesario y en la cantidad y momento adecuado para tener impacto en el ciclo vital de la plaga. Muchos de los insecticidas nuevos son derivados de sustancias naturales vegetales antes de recurrir al uso de agrotóxicos monitorear en el campo en forma constante las plagas (insectos, enfermedades, malezas, etc.) Realizar aplicaciones de agroquímicos cuando lo amerite el caso; evitar aplicaciones con calendario; usar plaguicidas agrícolas o sustancias afines registrados ante el SENASA, en cultivos y dosis comerciales recomendadas en la etiqueta de los envases.

### **Método mecánico**

(Fao, 2021), el método mecánico es una práctica importante para controlar las plagas sin el uso de productos químicos. La FAO señala que este método es efectivo para un control a corto plazo de las plagas, pero puede requerir más esfuerzo y tiempo que otros métodos de control de plagas.

### **Método físicas mecánicas**

El método manual consiste en el uso de técnicas físicas o mecánicas para controlar las plagas. Estas técnicas incluyen la eliminación manual de las plagas, la instalación de barreras físicas para evitar que las plagas entren en un área determinada, el uso de trampas para atrapar a las plagas y el uso de maquinaria para destruir las plagas o sus hábitats. Según (Selva, 2017), el control mecánico es una técnica importante dentro del manejo integrado de plagas, ya que es efectivo y seguro para el control de plagas. Sin embargo, puede requerir más mano de obra y tiempo que otros métodos de control de plagas

**Tabla 2. Resumen de métodos de control**

Método		Ventajas	Desventajas
Químico	Herbicidas	Selectivo Versátil Económico Alta efectividad	Inversion inicial- personal calificado
Manual	Arranque	Bajo costo inicial	Método lento Gran necesidad de mano de obra Posibilidad de rebrote
Manual	Corte manual	Menor inversion inicial	No controla las malezas las podas Gran necesidad de mano de obra Rápida reinfestación
Mecánico	Topadora Rolo	Rapidez en la operacion Menor necesidad de mano de obra	Método no selectivo No controla las malezas las podas
Mecánico	Desmalezadora	Costo final alto	Rápida reinfestación Su uso depende de la topografía y el grado de mecanización del área
Físico	Quema Inundacion	Bajo costo	Riesgo de quema de alambrados y campos de vecinos Disminución de la fertilidad del suelo Favorece la instalación de malezas

Fuente: (Castro, 2019)

### **Control biológico**

Según (Hernández et al, 2019), el control biológico es una técnica que busca reducir las poblaciones de plagas mediante la introducción de organismos que las controlan de manera natural.

El control biológico puede ser introducido de forma inoculativa, inundativa o conservativa, dependiendo de la situación específica. La inoculativa se refiere a la liberación de un pequeño número de enemigos naturales para establecer una población permanente. La inundativa implica la liberación de grandes cantidades de organismos para reducir rápidamente la población de la plaga. La conservativa se enfoca en la tienen de los enemigos naturales existentes mediante la reducción del uso de pesticidas químicos.

### **Control genético**

El control genético es una técnica que consiste en la utilización de organismos modificados

genéticamente para controlar las poblaciones de plagas agrícolas y forestales. Esta técnica se basa en la introducción de genes específicos en los organismos para producir proteínas que se reproducen en el desarrollo o en la reproducción de las plagas. Según (Guzman et al, 2014) el control genético se enfoca en la manipulación de los genes de las plagas para reducir su capacidad de reproducción y supervivencia.

### **Importancia del Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*)**

El Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) es una especie forestal de gran importancia económica en Chile. Según un informe de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, el pino radiata cubre el 55,8% de la superficie acumulada de plantaciones forestales en Chile, con un total de 2.303.886 hectáreas en diciembre de 2018 (Cardemil, 2021).

Además, el Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) es la especie que representa el 97,2% de la producción nacional de madera aserrada, con un consumo aparente de 5,6 millones de m<sup>3</sup> en el año 2020. (estadísticas forestales, 2022).

Desde que se promulgó el Decreto Ley N° 701 en 1974, el fomento forestal ha llevado a un aumento notable en las plantaciones forestales comerciales de pino radiata en Chile, alcanzando en el año 2004 una superficie aproximada de 2,1 millones de hectáreas. (Toral, 2005)

# **CAPÍTULO II**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO II

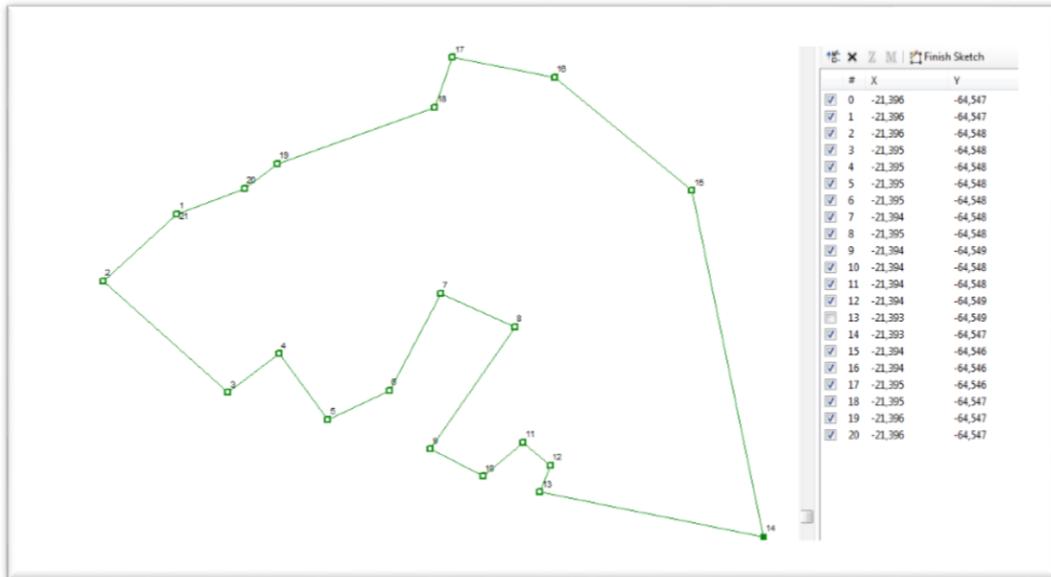
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la plantación de Pino radiata (*Pinus radiata* D. Don) ubicado en el departamento de Tarija, provincia Cercado, municipio Cercado en la comunidad de Yesera Centro.

Ubicada geográficamente en el paralelo  $21^{\circ}39'48''$  a  $21^{\circ}39'60''$ S de latitud sur y los meridianos  $64^{\circ}54'05''$  a  $64^{\circ}54'93''$ O de longitud oeste, la cual cuenta con una área de 5,50ha con una elevación 2297 m s. n. m.

**Figura 1** Coordenadas del bosque de pino radiata .UTM, WGS84



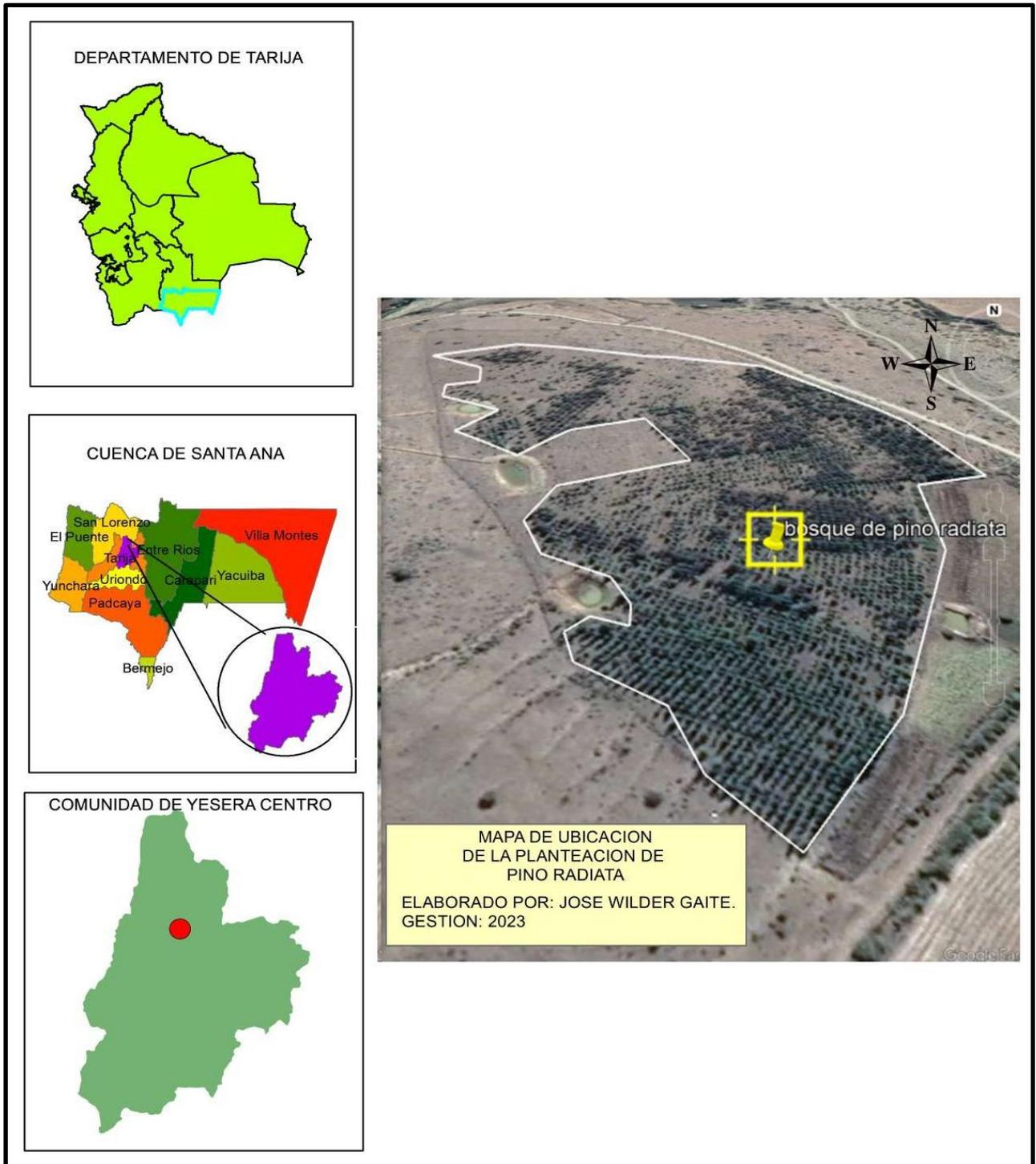
Fuente: elaboración propia 2023

**Tabla 3.** Coordenadas UTM, WGS84

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
21396	64547	21394	64548	21394	64548	21392	64548	21394	64546
21395	64548	21394	64547	21394	64548	21393	64546	21395	64546
21395	64547	21394	64547	21393	64548	21393	64546	21395	64546
21395	64548	21394	64548	21393	64548	21394	64546	21396	64547

Fuente: elaboración propia 2023

**Figura 2 Mapa de ubicación**



**Fuente: elaboración propia 2023**

## **Aspectos biofísicos**

### **Clima**

Para La comunidad de Yesera Centro, por su configuración se puede mencionar que está caracterizado por presentar un clima templado árido de verano e invierno frío semiárido. (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023)

### **Temperatura**

Las temperaturas más altas se presentan en el periodo de octubre a marzo que corresponde a la estación del verano.

Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de mayo y julio que corresponden al invierno. Entre las temperaturas medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°.

Temperatura media mensual del área de intervención según la estación meteorológica Yesera es de 16.6°C con oscilaciones anuales entre 12,4°C a 20.5°C., con temperaturas máximas extremas que llegan a los 39°C y mínimas extremas en los meses de invierno el termómetro baja hasta los -10°C. Los meses más cálidos son octubre, noviembre, diciembre y enero; mientras que los más fríos son junio y julio. (MUÑOZ, 2022)

### **Temperatura media anual**

La temperatura media anual es de 14,8 °C < a 20 °C; esto nos indica que estamos en un clima templado. (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023)

### **Precipitaciones**

Las precipitaciones se producen sobretodo en el periodo de octubre a abril con generación de escorrentía superficial.

En el periodo de mayo a septiembre existe escasa precipitación, esta no genera escorrentía superficial.

En el periodo de abril a septiembre se presentan días en que la precipitación máxima diaria supera a la precipitación media mensual.

La precipitación media mensual del área de intervención es de 55,1 mm, lo cual nos

permite clasificar al lugar como un clima templado medianamente seco. En cuanto a la precipitación anual promedio es de 661, 9mm.

En el periodo lluvioso de octubre a marzo las precipitaciones máximas diarias no superan a las precipitaciones medias mensuales. (MUÑOZ, 2022)

### **Características geológicas**

El área de estudio presenta estructuras geológicas conformadas por serranías bajas de las formaciones Icla, Santa Rosa y Guamampampa, compuestas por rocas sedimentarias como lutitas, limolitas y areniscas de la era paleozoica y periodo devónico, así como la formación Yesera del periodo terciario, compuesta por conglomerados, areniscas arcillosas, limolitas y arcillas rojas. En la parte baja, hay pie de montes y antiguas terrazas formadas por depósitos fluvio-lacustres del cuaternario, como gravas, arenas, limos y arcillas. El río Santa Ana, cuenta con terrazas aluviales. En la micro cuenca Yesera centro, hay una sola unidad compuesta por areniscas, lutitas y limolitas que se encuentra en toda la zona. (MUÑOZ, 2022)

### **Características geomorfológicas**

En cuanto a la geomorfología, se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de Los Andes. Está constituida predominantemente por rocas de los sistemas Devónico (lutitas, limolitas, areniscas), con presencia de Cuaternario en la parte central de las subcuencas Yesera. Esto determina cuencas que tienen la característica de ser prevalecientemente impermeables, respecto a la formación de aguas subterráneas profundas. Además, las pendientes de las laderas son bastante fuertes lo que favorece el rápido escurrimiento superficial... (MUÑOZ, 2022)

### **Serranías**

Las serranías a nivel de paisaje son altas, medias y bajas que representan un 66.01% del paisaje de la cuenca Yesera, de formas alargadas con cimas subredondeadas, irregulares, cuyas divisorias de aguas son perfectamente discernibles; la disección varía de moderada, fuerte a muy fuerte, las pendientes varían desde fuertemente escarpado de 30 a 60% a extremadamente escarpado >60%. La cantidad de piedras y rocas superficiales varía desde poca a mucha. El material a partir del cual han sido

modeladas las serranías es preponderantemente de origen sedimentario, como areniscas, lutitas, limonitas, y arcillita, con intercalaciones de rocas metamórficas como cuarcitas. (AtlasYesera, FCAF, & UAJMS, 2021)

### **Colinas**

Las colinas representan un 19.71% de la fisiografía de la cuenca Yesera, con divisoria de aguas poco discernibles, está constituida por colinas altas ligeramente disectadas, pendientes entre 10 a 30%, superficiales a moderadamente profundos, bien pedregoso y afloramientos rocosos. (AtlasYesera, FCAF, & UAJMS, 2021)

### **Piedemontes**

Los piedemontes se encuentran ubicadas en la parte baja de la cuenca con un 14.27 % del área total. Este gran paisaje presenta inclusiones de llanuras de piedemontes. Las pendientes varían desde ligeramente ondulado (2-5 %), ondulado (5-8 %), fuertemente ondulado (8-15 %), moderadamente escarpado (15-30 %), con poco afloramiento rocoso, constituidos por material coluviales, coluvio-aluvial, incluso de origen glacial o fluvio-glacial de diverso grado de selección. (AtlasYesera, FCAF, & UAJMS, 2021)

### **Suelos**

Los suelos del área de estudio, están caracterizados en unidades fisiográficas bien definidas, el material parental de los suelos, en su mayoría es procedente de rocas del periodo Tríasico y Cretásico, encontrándose en su litología formada por areniscas, lutitas y limonitas.

Las características físicas de los suelos van variando de acuerdo a la posición fisiográfica en que se encuentren, pero de manera general se puede decir que los suelos ubicados en los complejos montañosos son poco profundos, generalmente tiene un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada mediana. (MUÑOZ, 2022).

### **Asociación Calcisol – Lixisol**

Se ubica en las comunidades de Yesera Norte, Yesera Centro, Caldera Chica y Yesera

Sud. El paisaje geomorfológico comprende abanicos y pequeños valles sobre depósitos fluvio- lacustres, cubiertos con vegetación de matorral denso a semidenso, alto, xeromórfico, deciduo por sequía, montano y áreas antrópicas. Estos suelos se caracterizan por presentar un desarrollo pedológico mayor que el caso anterior.

Los calcisoles son suelos de pH básico y alta saturación de bases. La presencia de carbonatos tiene implicaciones agronómicas al aumentar la concentración de bicarbonatos que bloquean la absorción de hierro por las plantas (clorosis férrica). Estos suelos ocupan área semiáridas y subhúmedas con precipitación estacionalmente irregular.

Los lxisoles se encuentran sobre todo en los restos de terraza antigua lacustre, Estos son suelos con el mayor desarrollo pedogenético. Dentro del perfil, la arcilla ha sido transportada o eluviada de los horizontes superficiales a un horizonte subsuperficial de acumulación “iluvial”. Se forman en relieves planos a inclinados, frecuentemente a partir de materiales aluviales, coluvio - aluviales o lacustrinos. La formación de estos suelos presupone varios requisitos, entre ellos lógicamente la presencia de arcilla en el medio, procesos dispersivos que faciliten su migración y periodos de alternancia lluviosos y secos, que contribuyen a translocar las arcillas en periodos húmedos seguidos por su acumulación durante la época seca. (MUÑOZ, 2022)

### **Características de flora y fauna**

La cobertura vegetal es poco densa. Varía desde la paja, pastos y musgo que se encuentran en las partes altas de las sub cuencas y entre las cotas 2.700 y 3.000, hasta superficies ampliamente expuestas en que se tienen generalmente árboles aislados de “churquis” (algarrobo). La vegetación corresponde a un clima o piso ecológico de Tierras Altas, con variaciones de los pisos ecológicos que llegan en la parte media hasta el bosque espinoso montano bajo subtropical (BE<sub>mb-st</sub>). Localmente, especialmente a lo largo de los cauces, se tienen pequeñas áreas antropizadas con eucaliptos, molles y sauces. (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023).

La cobertura vegetal que domina es vegetación herbácea graminoide baja con sinusia arbustiva submontano.

**Tabla 4. Características de flora y fauna**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Gramade rhodes	<i>Chlorogayana</i>
Patadeperdiz	<i>Cynodactylon</i>
Pastomiel	<i>Paspalum dilatatum</i>
Pastohorqueta	<i>Notatum</i>

**Fuente:** (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023)

**Tabla 5 Características de flora y fauna**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Churqui	Acaciaven
Algarrobo blanco	Prosopisalba
Algarrobo negro	Prosopisnigra
Molle	Schinusmolle
Jarca	Acaciavisco
Chañar	Geofraeadecorticans
Aliso	Alnussp.
Chilca	Bacharissp.
Tusca	Acacia Aroma
Tola	Paratrephialepidophylla

**Fuente:** (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023)

### **Características de fauna**

Según informaciones de los pobladores se pueden observar diferentes especies de vertebrados que cumplen las funciones de equilibrio del ecosistema natural. Se encuentran como las especies más importantes y predominantes se tienen las siguientes: Comadreja , Murciélago , Zorrino , León (puma americano) , Liebre , Uron , Patos de las torrenteras , Víbora , Pájaros – palomas , Tarasquis , Bientefue. (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023).

**Tabla 6 Características de fauna**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Comadreja	<i>Mistelanivalis</i>
Murciélago	<i>Desmodusrotundus</i>
Zorrino	<i>Mephitismephitis</i>
León(puma americano)	<i>Pumaconcolor</i>
Liebre	<i>Lepuscalifornicus</i>
Uron	<i>Mustelaputoriusturo</i>
Zorro	<i>Didelphysvirginiana</i>
Patosdelastorrenteras	<i>Merganettaarmata</i>
Víbora	<i>Viperaaspis</i>
Pájaros-palomas	
Tarasquis	
Bientefue	

**Fuente:** (M.M.A & U.A.J.M.S, 2023)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Material de gabinete**

- Lapiceros
- Impresora
- Mapa base
- Información de la zona
- Hojas
- Planillas
- ArcGIS10.3
- Computadora
- Calculadora

### **Materiales de campo**

- Cinta métrica
- Libreta decampo
- Planillas decampo
- Cámara fotográfica
- GPS
- Pintura
- Brújula
- Machete
- Mapas
- Wincha
- Navaja
- Bolsa ermitica
- Tijera de podar
- Tijera de podar aérea

## **METODOLOGÍA**

La metodología que se empleo para la recolección de datos para lograr el éxito propuesto del objetivo del proyecto se realizo en base de observación descriptiva y evaluaciones cualitativas y cuantitativas para esto se realizo un muestreo sistemático dirigido para obtener una muestra precisa y representativa de la población

### **Muestreo Sistemático dirigido**

El muestreo para el diagnostico de enfermedades fue sistemático buscando sistemáticamente en cada columna es decir haciendo un recorrido, para identificar aquel individuo que presente síntomas de ataques de enfermedades.

Según (F. Gravetter & L. Wallnau, 2019)El muestreo sistemático por juicio es una combinación de dos técnicas de muestreo: el muestreo sistemático y el muestreo por juicio. En el muestreo sistemático, los miembros de la muestra se seleccionan de forma sistemática, a intervalos regulares. En el muestreo por juicio, los miembros de la muestra se seleccionan sobre la base del conocimiento y el juicio del investigador.

### **Muestreo sistemático**

Este muestreo se realizo para la parte superior de los pinus radiata lo que viene a ser para el tallo como también para las hojas o sus acículas. Tomando en cuenta a todos los pinus radiata al 100%.

### **Muestreo por juicio**

Se realizo específicamente para la toma de muestras de la parte inferior de los pinus radiata exclusivamente para la raíz tomando muestras solo de aquellos individuos que se encuentran muertos. (F. Gravetter & L. Wallnau, 2019)

### **Abundancia relativa**

La abundancia se determino tomando en cuenta el numero de arboles por especie sobre el número total de arboles estos datos se registraron en una planilla de toma de datos en campo.

$$ABR = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de arboles por especie}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de arboles}}$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de arboles}}{\text{ha}} * 100$$

### **Densidad**

Para determinar la densidad se tomo el número total de individuos expresados por una unidad de área.

$$\text{Densidad (d)} = \frac{\text{Número total de arboles}}{\text{ha}}$$

### **Identificación de los principales agentes de daño**

Se identificaron los principales problemas fitosanitarios causados por plagas y enfermedades presentes en los diferentes individuos que pertenecientes a la plantación de pino radiata de acuerdo a los síntomas y signos que se apreciaron en las visitas que se realizaron y con la toma de muestras y con ayuda de fotos sacadas a los problemas identificados en el laboratorio se procederá a identificar.

### **Plagas**

Se realizo un monitoreo sistemático de los pinos de la plantación para identificar posibles signos de plagas. Examinando las hojas, ramas, troncos y el suelo en busca de síntomas como deformidades, manchas, perforaciones, exudados o presencia de insectos.

### **Enfermedades**

Se identificaron los síntomas visuales o físicos de las enfermedades en los árboles de pino. Esto implica inspeccionar los órganos del pino radiata en busca de signos de deterioro, manchas, decoloración, deformidades u otros síntomas indicativos de enfermedades.

Seguido de recolección de muestras y colocarlas en bolsas plásticas con una etiqueta con una breve descripción para su futura identificación en el laboratorio para la determinar las enfermedades.

### **Evaluación del estado fitosanitario**

Esta variable se refiere a la observación de la parte dañada del árbol y en que parte del órgano se encuentra y en qué proporción se encuentra por algún ataque de plagas o enfermedades se calificara de acuerdo a los parámetros de porcentajes de incidencia y severidad.

### **Incidencia**

Para determinar esta variable de la incidencia y daño se calcula con el porcentaje de individuos enfermos en relación al total de arboles. Los individuos pueden ser cualquier órgano de la planta como hojas flores frutos etc. Se evaluara cada individuo si tiene presencia o ausencia de algún tipo de ataque.

La incidencia es una medida que indica la proporción de plantas afectadas por una enfermedad, plaga o factor abiótico en una determinada área de cultivo. Se expresa como un porcentaje, calculado como el número de plantas afectadas dividido por el número total de plantas y multiplicado por 100.

Es una medida importante para la evaluación de la severidad de una enfermedad o plaga, ya que indica el porcentaje de plantas que se encuentran en riesgo de sufrir daños. También es importante para la toma de decisiones sobre la aplicación de medidas de control, ya que permite estimar el impacto potencial de estas medidas. (M. Miranda., 2023)

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} * 100$$

La incidencia de plagas y enfermedades en una plantación de pino radiata se puede estudiar examinando las hojas, el tallo y la raíz de las plantas.

Las hojas son la parte de la planta más expuesta a las plagas y enfermedades. Por lo tanto, es importante examinarlas cuidadosamente en busca de signos de daño. Algunos de los signos más comunes de plagas y enfermedades en las hojas del pino radiata.

El tallo es la parte de la planta que sostiene las hojas y los frutos. Las plagas y enfermedades que afectan al tallo pueden causar daños estructurales o incluso la muerte de la planta. Algunos de los signos más comunes de plagas y enfermedades en el tallo del pino.

Las raíces son responsables de la absorción de agua y nutrientes. Las plagas y enfermedades que afectan a las raíces pueden debilitar la planta y hacerla más susceptible a otras enfermedades. Algunos de los signos más comunes de plagas y enfermedades en las raíces del pino radiata.

### **Mortandad**

La determinación de la mortalidad en una plantación es un proceso importante para evaluar la salud y la productividad de la plantación. La mortalidad se puede definir como la pérdida de árboles vivos en una plantación con la ayuda de un conteo total.

Método de conteo total: En este método, se cuenta el número total de árboles vivos y muertos en la plantación. Este método es más preciso que el método de muestreo.

Una vez que se ha determinado el número total de árboles vivos y muertos en la plantación, se puede calcular el porcentaje de mortalidad. Este porcentaje se puede utilizar para evaluar la salud y la productividad de la plantación.

Un porcentaje de mortalidad alto puede indicar que la plantación está experimentando problemas. Estos problemas pueden necesitar ser abordados para mejorar la salud y la productividad de la plantación.

$$\text{Mortandad} = \frac{\text{Número de plantas muertas}}{\text{Número total de plantas}} * 100$$

### **Sobrevivencia**

La sobrevivencia en una plantación se define como la proporción de plantas que permanecen vivas después de un período de tiempo determinado. Se expresa como un porcentaje, por lo que un valor de 100% significa que todas las plantas están vivas, para determinar el porcentaje de sobrevivencia es la resta del 100% de plantas vivas con la mortandad expresada en %.

$$\text{Sobrevivencia} = 100 - \frac{\text{Número de plantas (100\%)}}{\text{Mortandad}}$$

### **Severidad**

Según (J. Ivancovich., 1998) el daño o severidad de una plantación se puede clasificar en cinco categorías, de acuerdo con el porcentaje de árboles afectados:

- Nula: 0%
- Baja: 1-25%
- Media: 26-50%
- Alta: 51-75%
- Muy alta: 76-100%

Esta clasificación se basa en la observación visual de los árboles afectados, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Porcentaje de árboles afectados: El porcentaje de árboles que presentan signos

de daño o severidad.

- Gravedad del daño: La severidad del daño o severidad que presentan los árboles afectados.
- Distribución del daño: La distribución del daño o severidad en la plantación.

La gravedad del daño se puede evaluar observando los siguientes signos:

- Secas: Muerte de las ramas o del árbol completo.
- Pérdida de copa: Pérdida parcial o total de la copa del árbol.
- Deformación: Deformación del tronco o de las ramas.
- Marchitez: Marchitez de las hojas o de las ramas.

La distribución del daño se puede evaluar observando si el daño está concentrado en una zona específica de la plantación o si está distribuido uniformemente.

El daño o severidad de una plantación de pino puede ser causado por una variedad de factores, incluyendo:

- Plagas y enfermedades: Las plagas y enfermedades forestales pueden causar daños severos a las plantaciones de pino.
- Daños mecánicos: Los daños mecánicos, como los causados por el viento, el hielo o los animales, pueden causar daños a las plantaciones de pino.

$$\text{Severidad (S)} = \frac{\text{Superficie del tejido enfermo}}{\text{Superficie total}} * 100$$

### **Escalas de evaluación de daño**

Sin daño: No se ha producido ningún daño o afectación. (0%)

Leve: El daño o afectación es mínimo y tiene un impacto insignificante. (25%)

Regular: El daño o afectación es moderado y tiene un impacto notable, pero reparable. (50%)

Grave: El daño o afectación es significativo y tiene un impacto importante en la funcionalidad o seguridad. (75%)

Muy grave: El daño o afectación es extremo y tiene un impacto severo, posiblemente irreparable. (100). Fuente (Elaboración propia, 2023)

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Determinación del número de individuos registrados en el área muestreada aplicando el muestreo sistemático por juicio

El levantamiento de datos se realizó en la fecha 11 de agosto del 2023 y se terminó en fecha 16 de agosto de 2023 evidenciando la presencia de 3677 árboles forestales de cuales 1531 son identificadas como árboles de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) y el resto a la especie Casuarina (*Casuarina squisetifolia*) según la figura Número total de árboles en el área de estudio. Para esto se realizó mediante un muestreo sistemático por juicio al 100% contando a todos los individuos que superan 1 metro de altura.

En términos de abundancia y densidad, la Casuarina (*Casuarina cunninghamianaMiq*) es la especie más abundante, con un 58 % de abundancia y una densidad de 389 árboles por hectárea. Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*), por otro lado, tiene una menor abundancia y densidad, con un 42 % de abundancia y una densidad de 278 árboles por hectárea

La densidad total de árboles en el área de estudio se determinó en 667 árboles por hectárea. Esto significa que hay un promedio de 667 árboles por cada hectárea de terreno. Según la tabla de individuos registrados en la área muestreada.

Esta densidad es relativamente alta, lo que indica que el área de estudio tiene una buena cobertura arbórea.

**Tabla 7** Tabla 7 número de individuos registrados en la área muestreada

Nº de especies	Nombre común	Nombre científico	Nº de Árboles	Abundancia (%)	Densidad Árb/ha
1	Pino radiata	<i>Pinus radiata D.Don.</i>	1531	42	278
2	Casuarina	<i>Casuarina cunninghamianaMiq</i>	2141	58	389
Total			3677	100	667

#### 3.1.1 Determinación del tamaño de la muestra

Se realizo específicamente para la toma de muestras de la parte inferior de los pinus radiata exclusivamente para la raíz tomando muestras solo de aquellos individuos que se encuentran muertos.

### 3.1.2 Definición del tamaño de la población para la toma muestras por juicio

$$n = \frac{Z^2 * P * Q}{E^2}$$

Donde:

n = es el tamaño de muestra

Z = es el valor z correspondiente al nivel de confianza deseado

P = es la prevalencia esperada de la condición que se desea evaluar

$$Q = 1 - p$$

E = es el error de muestreo deseado

En el caso específico del muestreo sistemático por juicio fitosanitario de raíz, la fórmula de Cochran se utiliza para determinar el número de árboles que deben ser muestreados para obtener una estimación precisa del estado fitosanitario de las raíces de la población de árboles. (W. Cochran, 1953))

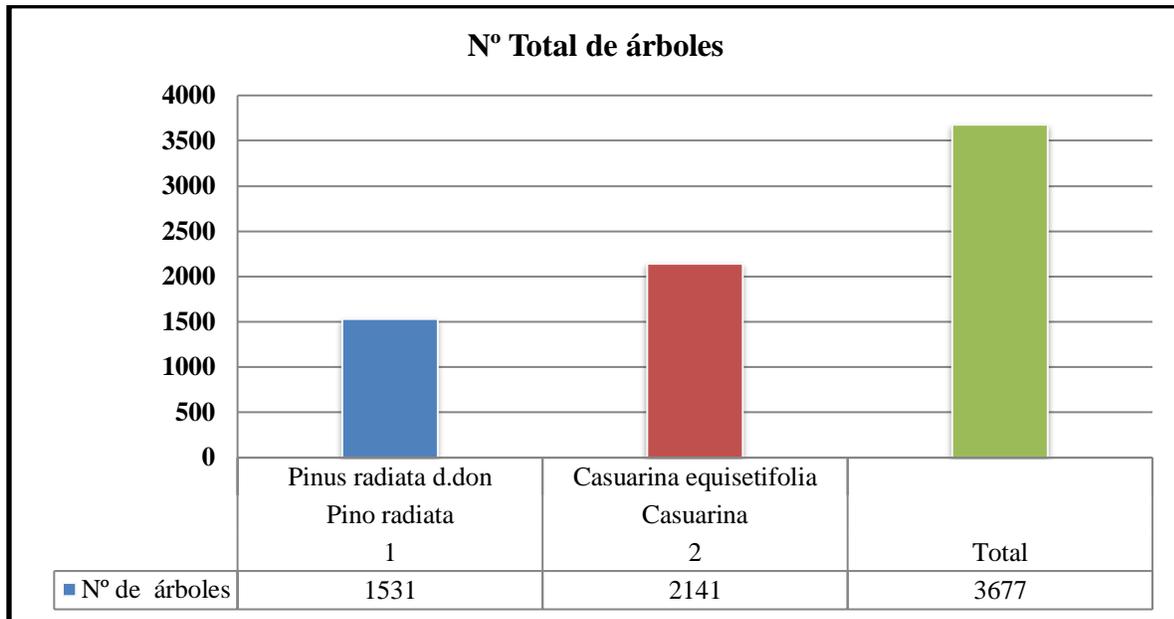
$$n = \frac{Z^2 * P * Q}{E^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

$$n = 141$$

Se muestrearon 141 individuos pertenecientes al pino radiata para la obtención de muestras de sus raíces, se tomaron muestras solo de los individuos que se encontraron muertos.

**Figura 3 Número total de árboles en el área de estudio**



**Fuente:** Elaboración propia 2023.

### 3.2 Identificación de las principales enfermedades y plagas que afectan a la plantación

La evaluación fitosanitaria se llevo a cabo en fecha 16 de agosto del 2023 y se concluyo en fecha 10 de octubre del 2023.

La evaluación fitosanitaria de la especie de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) reveló la presencia de seis agentes causales de daños, desde plagas hasta enfermedades. Estos agentes afectan a todas las partes de la planta, desde las acículas hasta las raíces.

Los daños causados por estos agentes pueden variar desde leves hasta graves, incluso fatales. En el caso de las plagas, los daños suelen consistir en la defoliación, la pérdida de vigor y la muerte de la planta. En el caso de las enfermedades, los daños pueden ser aún más graves, causando la muerte de la planta en poco tiempo.

**3.2.1 Los agentes causales de daños identificados en la evaluación fitosanitaria son los siguientes:**

**3.2.2 Plagas**

- *Lasius niger*
- *Camponotus gigas*
- *Tillandsia aeranthos* Loisel L.

**3.2.3 Enfermedades**

- *Phytophthora cinnamom*
- *Fusarium circinatum*
- *Mycosphaerella pinicola*

**Tabla 8 Tabla 8 Identificación y caracterización de las enfermedades y plagas**

Especie	Enfermedad o plaga	Partes de la planta afectada		
		Hoja	Fuste	Raíz
<i>Lasius niger</i>	Hormiga negra de jardín	X		
<i>Camponotus gigas</i>	Hormiga carpintera gigante	X		
<i>Tillandsia aeranthos</i> <i>Loisel L.</i>	Clavel del aire		X	
<i>Phytophthora cinnamom</i>	Pudrición radical			X
<i>Fusarium circinatum</i>	Cancro resinoso de los pinos			X
<i>Mycosphaerella pinicola</i>	Punto blanco	X		

**Fuente:** elaboración propia 2023.

**3.3.3 Evaluación fitosanitaria de sus acículas**

La primera evaluación fitosanitaria se llevo a cabo en fecha 16 de agosto del 2023 y se concluyo en fecha 10 de octubre del 2023. Tomando en cuenta al primer órgano en evaluar fueron las hojas del pino radiata d. don.

**3.4.4 Punto blanco (*Mycosphaerella pinicola*)**

Durante el muestreo se registraron 416 árboles de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) Afectados por esta enfermedad del punto blanco que se puede apreciar a simple vista en las acículas en

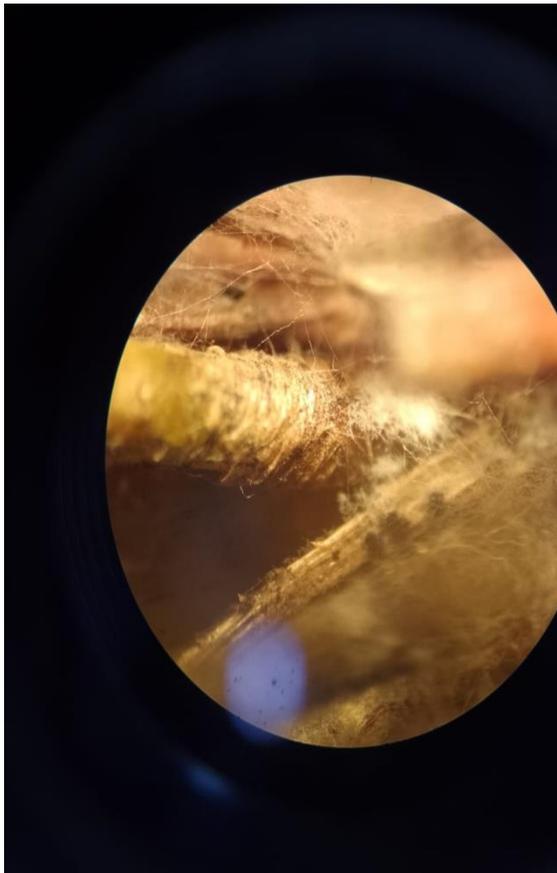
forma de pequeños puntos blancos los cuales fueron llevados a laboratorio y propiamente identificados.

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas blancas en las acículas del pino radiata. Las manchas comienzan siendo pequeñas y luego se van ampliando hasta cubrir toda la acícula. Las acículas afectadas se vuelven amarillas y luego se caen. (M.L. González et al, 2013).

El hongo se propaga a través de las esporas, que son transportadas por el viento. El hongo puede sobrevivir en las acículas caídas y en la corteza del árbol. (A. García, J.A. Martínez et al, 2014)

La enfermedad del Punto blanco (*Mycosphaerella pinicola*) puede causar daños significativos al pinus radiata D. Don Los árboles afectados pueden perder gran parte de su follaje, lo que puede provocar su debilitamiento y, en algunos casos, su muerte. (J.C. García, M.L. González et al, 2015)

**Figura 4** (*Mycosphaerella pinicola*)



**Tabla 9 Taxonomía (*Mycosphaerella pinicola*)**

<b>Reino:</b>	Fungi
<b>Filo:</b>	Ascomycota
<b>Clase:</b>	Dothideomycetes
<b>Orden:</b>	Dothideales
<b>Familia:</b>	Mycosphaerellaceae
<b>Género:</b>	Mycosphaerella
<b>Especie:</b>	pinicola

**Fuente:** (M.L.,González et al, 2013)

### **3.3.4 Hormiga negra de jardín (*Lasius niger*)**

Se pudo evidenciar la presencia de un hormiguero de hormigas negras de jardín tomando la medida del hormiguero se pudo evidenciar que mide 1,20 metros cuadrados. (N., Nielsen, 1972) .Estima que una colonia de 1 metro cuadrado de Hormiga negra de jardín (*Lasius niger*) puede abarcar un área de hasta 100 metros cuadrados en esta área se muestreo a todos los arboles que se encuentran en el área encontrando un total de 36 árboles con presencia de esta plaga.

(N., Nielsen, 1972) Basó su estimación en los siguientes factores:

- El tamaño promedio de una colonia de (*Lasius niger*) es de 1000 a 10000 individuos.
- El rango de forrajeo promedio de un individuo de (*Lasius niger*) es de 1 a 10 metros.

Las (*Lasius niger*), también conocidas como hormigas negras de jardín, son una especie oportunista que se alimenta de una variedad de alimentos, incluyendo plantas, insectos y otros animales. En los bosques de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*), (*Lasius niger*) puede causar daños significativos a los árboles, tanto directos como indirectos. (M.,Borges et al, 2010)

Los daños directos se producen cuando las hormigas se alimentan de las agujas, los brotes y la corteza de los árboles. Este daño puede debilitar los árboles y hacerlos más susceptibles a las enfermedades y los ataques de otros insectos. Un estudio realizado en California encontró que los árboles infestados por (*Lasius niger*) tenían un 30% menos de agujas que los árboles no infestados. Este daño puede reducir la capacidad de los árboles para fotosintetizar y producir energía. También puede hacer que los árboles sean más vulnerables a las enfermedades, ya que

las agujas son una importante barrera contra los patógenos. (J.R. Brown, J.A. Davidson et al, 2006)

Los daños indirectos es transmitir patógenos a los árboles de varias maneras. Una forma es cuando las hormigas se alimentan de las agujas de los árboles. Al hacerlo, pueden transferir patógenos que se encuentran en las agujas a otras partes del árbol. Las hormigas también pueden transportar patógenos al alimentarse de los cadáveres de árboles infectados. Al hacerlo, pueden transportar el patógeno a otros árboles sanos. La enfermedad del pino de la muerte lenta. Esta enfermedad es causada por el hongo (*Phytophthora cinnamon*). Las hormigas se alimentan de los cadáveres de árboles infectados, lo que puede ayudar a propagar el patógeno.

**Figura 5 (*Lasius niger*)**



**Tabla 10 Taxonomía (*Phytophthora cinnamom*)**

<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filo:</b>	Arthropoda
<b>Clase:</b>	Insecta
<b>Orden:</b>	Hymenoptera
<b>Familia:</b>	Formicidae
<b>Género:</b>	Lasius
<b>Especie:</b>	L. niger

**Fuente:** (Forel, A., 1904)

### 3.3.4 Hormiga carpintera gigante (*Camponitus gigas*)

En el recorrido y recolección de muestras se pudo evidenciar la presencia de otro tipo de Hormiga carpintera gigante (*Camponitus gigas*) las cuales se alimentan de las plantas cercanas. Según (M., Ruz y J.,González et al, 2019) Las colonias de (*Camponitus gigas*) pueden abarcar un área de hasta 100 metros cuadrados. Sin embargo, la mayoría de las colonias son mucho más pequeñas, con un área de entre 1 y 10 metros cuadrados. El tamaño de la colonia depende de una serie de factores, incluyendo la disponibilidad de alimento y agua, la temperatura y la humedad. En La Paz, Bolivia, las colonias de (*Camponitus gigas*) suelen vivir en bosques de montaña. Estas colonias pueden abarcar un área de hasta 10 metros cuadrados por lo tanto se tomo este parámetro para muestrear todos los arboles dentro de esta área en el cual se pudo evidenciar un total de 4 individuos afectados por esta plaga. El daño causado por la Hormiga carpintera gigante (*Camponitus gigas*) en el pinus radiata puede ser significativo. Las hormigas pueden causar la muerte de los árboles jóvenes, así como la reducción del crecimiento y la productividad de los árboles adultos.

(P. Barnes et al, 1994 ) Hormiga carpintera gigante (*Camponitus gigas*) es una especie de hormiga carpintera gigante que se encuentra en América. Es una de las hormigas más grandes del mundo, con obreras que pueden alcanzar hasta 2,5 cm de longitud.

Se alimentan de una variedad de alimentos, incluyendo plantas, animales y hongos. En el caso del pino radiata, las hormigas se alimentan de la savia del árbol, así como de las hojas, los brotes y la corteza.

Para alimentarse de la savia, las hormigas utilizan sus mandíbulas para hacer incisiones en la corteza del árbol. Estas incisiones pueden ser muy pequeñas, pero pueden causar un daño

significativo al árbol a largo plazo (G. Bedford et al, 1942). Las hormigas también se alimentan de las hojas y los brotes del árbol. Para ello, cortan las hojas y los brotes con sus mandíbulas y luego los llevan al hormiguero.

En el hormiguero, las hormigas mastican las hojas y los brotes para obtener sus nutrientes. Este proceso puede causar daños a la estructura del árbol, así como a su crecimiento. (C. Chew & S. Vinson, 1991)

**Figura 6 (*Camponitus gigas*)**



**Tabla 11 Taxonomía (*Camponitus gigas*)**

<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filo:</b>	Arthropoda
<b>Clase:</b>	Insecta
<b>Orden:</b>	Hymenoptera
Suborden:	Apocrita
Infraorden:	Aculeata
Superfamilia:	Formicoidea
Familia:	Formicidae
Subfamilia:	Formicinae
Tribu:	Camponotini
Género:	Camponotus
Especie:	Camponotus gigas

**Fuente:** (P. Latreille, 1802)

La hormiga negra de jardín es una plaga común en los árboles de todo el mundo. Se alimenta de la savia de las hojas, lo que puede causar daños al árbol. En el estudio, se encontró que esta plaga estaba presente en 36 árboles, con una incidencia del 2%.

La hormiga carpintera gigante es una plaga menos común que la hormiga negra de jardín. Se alimenta de la madera de los árboles, lo que puede causar daños graves. En el estudio, se encontró que esta plaga estaba presente en 4 árboles, con una incidencia del 0,2%.

El punto blanco es una enfermedad fúngica que afecta a las hojas de los árboles. Causa manchas blancas en las hojas, que pueden provocar su caída. En el estudio, se encontró que esta enfermedad estaba presente en 416 árboles, con una incidencia del 27%

**Tabla 12 Resumen de la evaluación fitosanitaria de sus acículas**

Nombre científico	Nombre común	Órgano (Hoja)	
		Nº de Árboles	Incidencia (%)
<i>Lasius niger</i>	Hormiga negra de jardín	36	2
<i>Camponotus gigas</i>	Hormiga carpintera gigante	4	0,2
<i>Mycosphaerella pinicola</i>	Punto blanco	416	27

**Fuente:** Elaboración propia 2023.

### 3.4 Evaluación fitosanitaria del tallo

La primera evaluación fitosanitaria se llevo a cabo en fecha 16 de agosto del 2023 y se concluyo en fecha 10 de octubre del 2023. Tomando en cuenta al segundo órgano en evaluar fue el tallo del pino radiata d. don

#### 3.4.1 Clavel del aire (*Tillandsia aeranthos Loisel L*)

Durante el recorrido se pudo evidenciar la presencia del Clavel del aire (*Tillandsia aeranthos Loisel L*) adherida a los tallos de los Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) mediante el muestreo realizado se pudo evidenciar que hay un total de 116 ejemplares afectados en muchos casos se encuentran en los arboles que están a punto de morir o están muertos.

El Clavel del aire (*Tillandsia aeranthos Loisel L*). es una planta epífita que se encuentra comúnmente en los bosques. Es una planta no parásita que se adhiere a los árboles con sus raíces aéreas. No causa un daño significativo a los árboles sanos. Sin embargo, puede convertirse en

una plaga en los árboles debilitados o enfermos. Las plantas pueden acumularse en grandes cantidades y bloquear la luz solar y el aire, lo que puede dañar la salud del árbol.

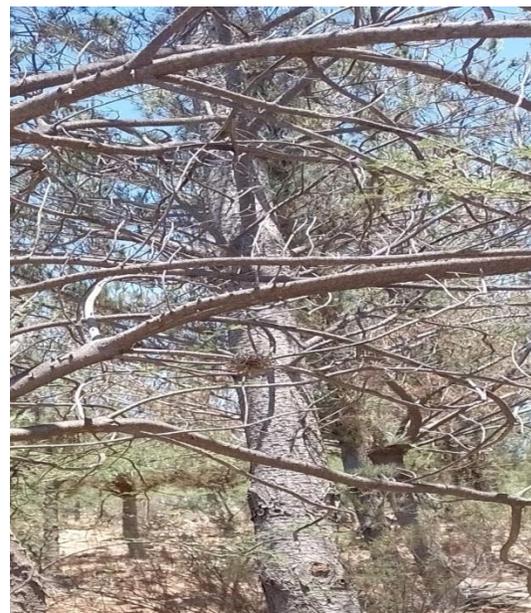
En casos severos, el clavel del aire puede incluso matar a los árboles. Esto es más probable que ocurra en los árboles que ya están estresados por la sequía, las enfermedades o los insectos. El daño que causa el clavel del aire al pino radiata se puede dividir en dos categorías principales.

Según (J. Martin et al, 1999) el daño mecánico de las plantas pueden acumularse en grandes cantidades y bloquear la luz solar y el aire. Esto puede dificultar que el árbol fotosintetice y respire. También puede provocar la muerte de las ramas y el follaje.

Daño por infección puede albergar insectos y enfermedades que pueden propagarse a los árboles. Esto puede debilitar aún más los árboles y hacerlos más susceptibles a otros daños. (M. Wagner & R. Eisen, 2003).

Algunos efectos específicos del daño del Clavel del aire (*Tillandsia aeranthis* Loisel L) en el pino radiata. Es la reducción del crecimiento en los árboles con una gran cantidad de claveles del aire pueden crecer más lentamente. Tienen mayor susceptibilidad a las enfermedades los árboles con claveles del aire son más susceptibles a las enfermedades, como la pudrición del tronco y la enfermedad del follaje. El riesgo de muerte de los individuos con una gran cantidad tiene un mayor riesgo de morir, especialmente si ya están estresados por otros factores. (S. Ritter & R. Van Devender, (2002).

**Figura 7 (*Tillandsia aeranthis* Loisel L)**



**Tabla 13 Taxonomía (*Tillandsia aeranthos* Loisel L)**

Reino:	Plantae
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Bromeliaceae
Subfamilia:	Tillandsioideae
Género:	Tillandsia
Especie:	T. aeranthos
Autoridad:	Loisel. L

**Fuente:** (L. Smith & R. Downs, 1977)

Se ha registrado una incidencia del 8% de pinos afectados por el clavel del aire, es una planta parásita que se adhiere a los árboles y absorbe sus nutrientes.

Hasta el momento, se han registrado 116 individuos afectados por el clavel del aire. Puede causar la muerte de los pinos si no se controla. Los individuos afectados pueden presentar signos de deshidratación, debilitamiento y muerte de las hojas.

**Tabla 14 Resumen de la evaluación fitosanitaria del tallo**

Nombre científico	Nombre común	Órgano (Tallo)	
		Nº de Árboles	Incidencia (%)
<i>Tillandsia aeranthos</i> <i>Loisel L.</i>	Clavel del aire	116	8

**Fuente:** Elaboración propia 2023.

### 3.5 Evaluación fitosanitaria de la raíz

La primera evaluación fitosanitaria se llevo a cabo en fecha 10 de septiembre del 2023 y se concluyo en fecha 9 de noviembre del 2023. Tomando en cuenta al tercer órgano en evaluar fue la raíz del pino radiata d. don

#### 3.5.1 Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*)

Para realizar la evaluación de la raíz se recolecto muestras de las plantas que ya están muertas y posteriormente llevadas a laboratorio donde tuvieron un periodo de cultivo en cámaras húmedas para su desarrollo y su identificación. Se determino que hay un total de 366 ejemplares que presentan los síntomas de Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) entre los cuales están en los grupos de graves y muy graves.

Según (G. Rands, 1917) Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) es un hongo patógeno que causa la podredumbre de la raíz en una amplia gama de plantas, incluyendo árboles, arbustos y cultivos. (*Phytophthora cinnamon*) es una de las principales enfermedades forestales, causando daños importantes en las plantaciones de esta especie en todo el mundo. (D. Waterhouse, 1989).

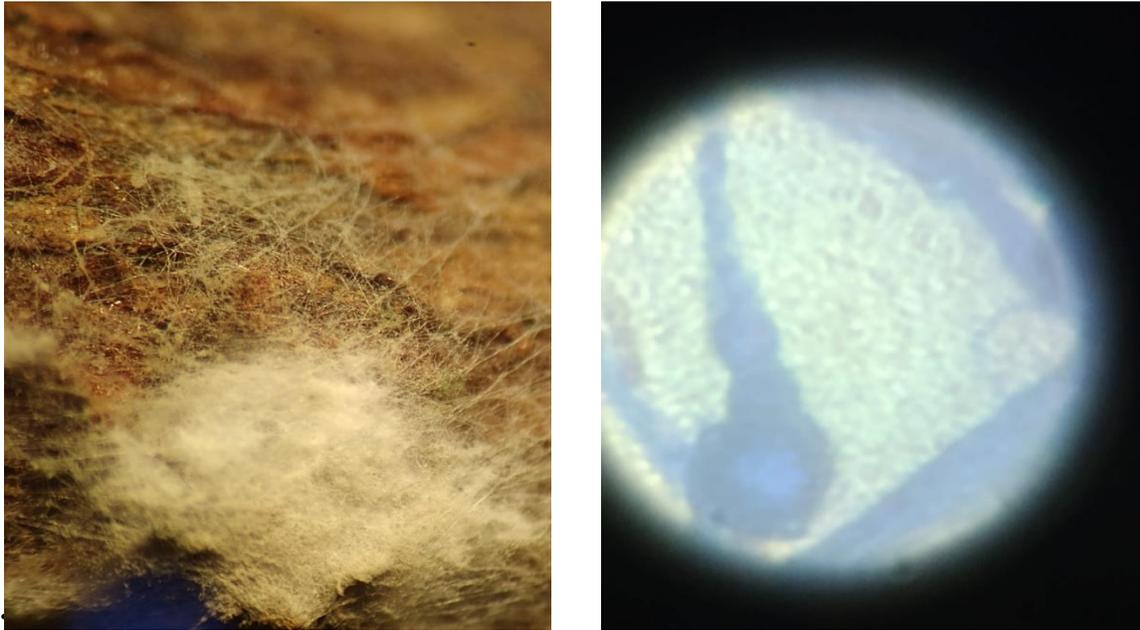
El hongo (*Phytophthora cinnamon*) se transmite a través del suelo, el agua y las plantas infectadas. Las esporas del hongo pueden sobrevivir en el suelo durante muchos años, incluso en condiciones desfavorables. El hongo se introduce en las raíces de las plantas a través de heridas o aberturas naturales. Una vez dentro de la raíz, el hongo comienza a producir enzimas que descomponen el tejido vegetal. Esto provoca la muerte de la raíz y, en última instancia, la muerte del árbol. (T. Jones, 2002).

Según (H. Leung, 2012) Los síntomas de la podredumbre de la raíz causada por (*Phytophthora cinnamon*) en el pino radiata incluyen:

- Amarilleamiento y caída de las agujas, especialmente en los árboles jóvenes.
- Retraso del crecimiento.
- Mortalidad de ramas y árboles.
- En casos avanzados, la raíz del árbol puede pudrirse completamente, dejando al árbol sin soporte.

Los árboles infectados con Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) son más susceptibles a otras enfermedades y plagas, lo que puede acelerar su muerte. El daño que causa (*Phytophthora cinnamon*) en el pino radiata puede ser significativo. En plantaciones infestadas, el hongo puede causar la muerte de árboles individuales o incluso de toda la plantación. Esto puede tener un impacto negativo en la producción de madera, la biodiversidad y la economía. (B. Slippers, 2018).

**Figura 8** (*Phytophthora cinnamon*)



**Tabla 15** Taxonomía (*Phytophthora cinnamon*)

<b>Reino:</b>	Hongos
<b>División:</b>	Oomycota
<b>Clase:</b>	Oomycetes
<b>Orden:</b>	Peronosporales
<b>Familia:</b>	Pythiaceae
<b>Género:</b>	Phytophthora
<b>Especie:</b>	Phytophthora cinnamomi

**Fuente:** (G. Rands, 1917)

### 3.5.2 Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*)

Para realizar la evaluación de la raíz se recolecto muestras de las plantas que ya están muertas y posteriormente llevadas a laboratorio donde tuvieron un periodo de cultivo en cámaras húmedas para su desarrollo y su identificación. Se determino que hay un total de 141 ejemplares que presentan los síntomas del Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) entre los cuales están en los grupos de graves y muy graves.

Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) es un hongo patógeno que causa la enfermedad del cancro resinoso del pino, que afecta a las especies de pino, como el pino radiata.

El hongo puede infectar a árboles de todas las edades y causar una amplia gama de síntomas. (B. Barton & M. Connell, 2023)

Los síntomas más comunes del Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*):

- Marchitamiento y caída de las acículas: Las acículas de las ramas afectadas se vuelven amarillas, marrones o rojizas y luego se caen.
- Deformación de las ramas: Las ramas afectadas pueden doblarse o retorcerse
- Formación de canchros: En las ramas o troncos afectados, se pueden formar canchros. Los canchros son lesiones oscuras y agrietadas que pueden causar la muerte del tejido del árbol.
- Resinación: El árbol puede producir una gran cantidad de resina en las áreas afectadas.

La propagación del Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) se produce a través de las heridas en el árbol. Las heridas pueden ser causadas por insectos, cortes de poda o daños mecánicos. El hongo también puede propagarse a través de las esporas, que pueden ser transportadas por el viento o el agua. (M. Clifton & J. Evans, 2023)

No existe cura para Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*). El tratamiento consiste en eliminar las ramas y árboles afectados. También se pueden tomar medidas para prevenir la propagación de la enfermedad, como desinfectar las herramientas de poda y evitar dañar los árboles. (M. García, & J. González, 2023).

Según (M. García, & J. González, 2023) Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) es una enfermedad grave que puede causar grandes pérdidas económicas en las plantaciones de pino. Es importante estar atento a los síntomas de la enfermedad y tomar medidas para prevenir su propagación el cancro resinoso del pino puede causar la muerte del árbol.

**Figura 9** (*Fusarium circinatum*)



**Tabla 16 Taxonomía** (*Fusarium circinatum*)

<b>Reino:</b>	Fungi
<b>Filo:</b>	Ascomycota
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Nectriaceae
<b>Género:</b>	Fusarium
<b>Especie:</b>	Fusarium circinatum

**Fuente:** (C. Spegazzini, 1928)

La pudrición radical es una enfermedad causada por hongos que atacan las raíces de los árboles. Esta enfermedad puede provocar el debilitamiento y la muerte de los árboles. En el estudio, se encontró que la pudrición radical afectaba a 24 de los 366 árboles muestreados, lo que representa una incidencia del 6,6%.

El cancro resinoso de los pinos es una enfermedad causada por un hongo que ataca la corteza de los pinos. Esta enfermedad puede provocar la muerte de las ramas y, en casos severos, la muerte

del árbol. En el estudio, se encontró que el cancro resinoso de los pinos afectaba a 9 de los 141 árboles muestreados, lo que representa una incidencia del 6,4%

**Tabla 17 Resumen de la Evaluación fitosanitaria de la raíz**

Nombre científico	Nombre común	Órgano (Raíz)	
		Nº de Árboles	Incidencia (%)
<i>Phytophthora cinnamom</i>	Pudrición radical	366	24
<i>Fusarium circinatum</i>	Cancro resinoso de los pinos	141	9

**Fuente: Elaboración propia 2023**

### 3.6. Evaluación de la severidad e incidencia de las plagas y enfermedades

Conforme se observa en la tabla 11 los árboles más afectados o con daños más severos son los que se encuentran en el grupo de enfermedades contando con un total de 923 árboles afectados por 3 enfermedades y 156 árboles dañados por plagas.

Las enfermedades detectados son severas en muchos casos terminan con la vida de los árboles si no se hace el manejo adecuado en este caso en específico de las 2 enfermedades encontradas en las raíces.

Las plagas detectadas sus daños su de grado leve ocasionan daños de poca consideración y pueden ser controlados de manera sencilla.

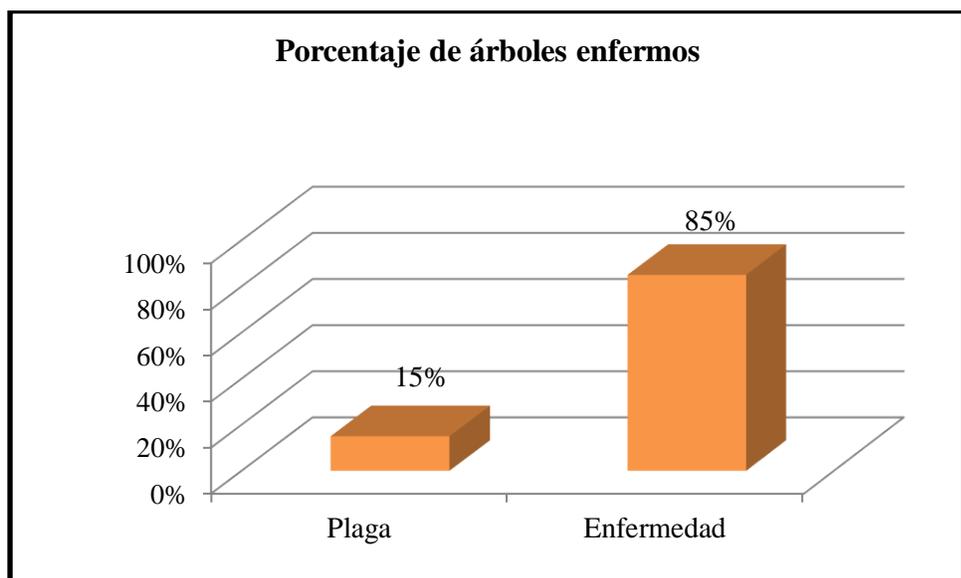
**Tabla 18 Evaluación de severidad y incidencia**

Especie	Enfermedad o plaga	Nº de árboles totales	Nº de árboles afectados	Severidad %	Incidencia %
<i>Lasius niger</i>	Hormiga negra de jardín	1531	36	10	2
<i>Camponotus gigas</i>	Hormiga carpintera gigante	1531	4	5	0,2
<i>Tillandsia aeranthos</i> <i>Loisel L.</i>	Clavel del aire	1531	116	23	8
<i>Phytophthora cinnamom</i>	Pudrición radical	1531	366	85	24
<i>Fusarium circinatum</i>	Cancro resinoso de los	1531	141	75	9

Especie	Enfermedad o plaga	Nº de árboles totales	Nº de árboles afectados	Severidad %	Incidencia %
	pinos				
<i>Mycosphaerella pinicola</i>	Punto blanco	1531	416	50	27
Total		1531	1079	248	70,2

**Fuente:** elaboración propia 2023.

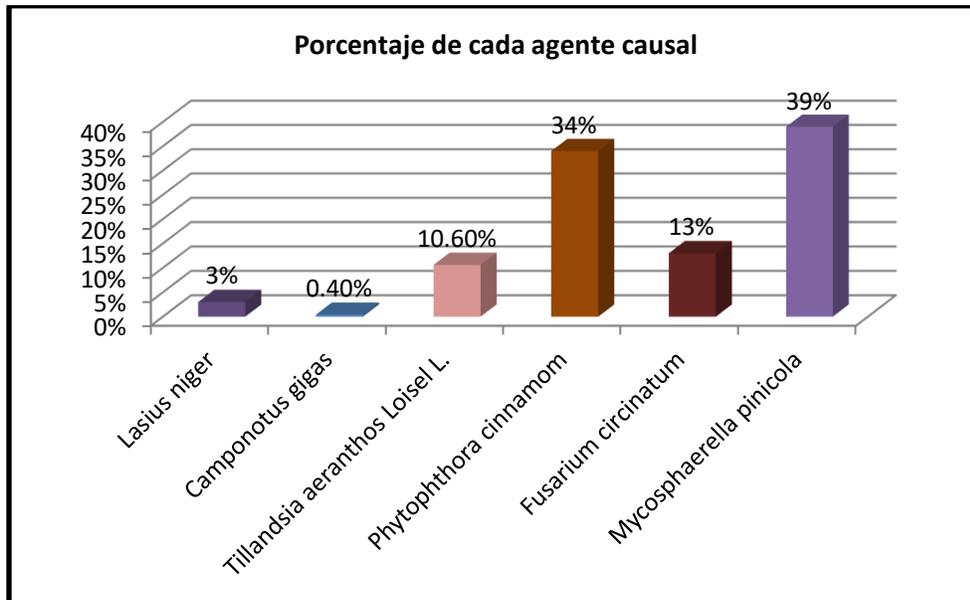
**Figura 10** Porcentaje de árboles enfermos según el agente causal



**Fuente:** Elaboración propia 2023.

Con respecto al porcentaje de tanto de plagas y enfermedades que afectan a la plantación se tiene que un 85% de los arboles presentan una o varias enfermedades las que causan desde defoliación hasta la muerte del individuo por la pudrición de las raíces. Y un 15% perteneciente a las plagas las cuales son de menor revelaría pero no menos importantes por lo general sus daños son leves.

**Figura 11 Porcentaje de cada agente causal**



**Fuente:** Elaboración propia 2023.

### **3.7. Evaluación de daño producido a la plantación**

#### **3.7.1. Sin daño**

Los árboles sin daño no presentan ninguna afección o afectación. Esto significa que están sanos y pueden realizar sus funciones normales.

#### **3.7.2. Leve**

Los pinos con daño leve presentan una afectación mínima que tiene un impacto insignificante. Este daño es causado por plagas como los dos tipos de hormiga y factores ambientales.

#### **3.7.3. Regular**

Los con daño regular presentan una afectación moderada que tiene un impacto notable, pero reparable. Este daño puede requerir intervención humana para su reparación.

El daño regular suele ser causado por factores ambientales como las tormentas o las sequías. Las plagas que pueden causar daño regular incluyen al clavel del aire.

### 3.7.4. Grave

Los pinos con daño grave presentan una afectación significativa que tiene un impacto importante en la funcionalidad o seguridad. Este daño puede requerir la tala del árbol.

### 3.7.5. Muy grave

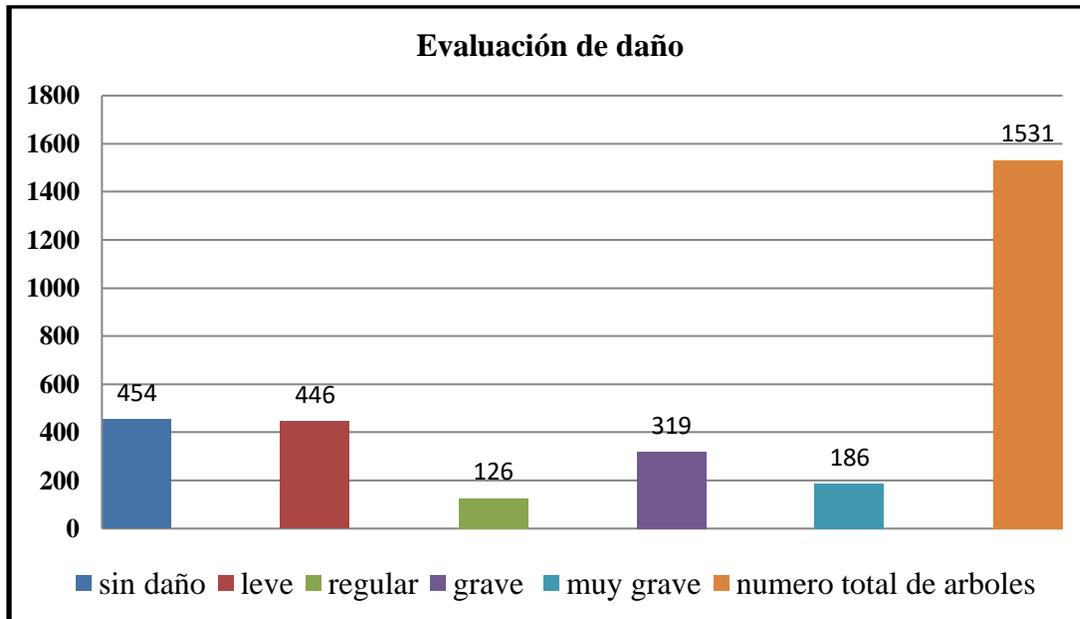
Las enfermedades son la principal causa de daño los individuos. Estas enfermedades pueden debilitar los pinos y hacerlos más susceptibles a otros tipos de daño.

**Tabla 19 Escala de evaluación del grado de daño de la plantación**

N° de Arboles	Sin daño (0%)	Leve (25%)	Regular (50%)	Grave (75%)	Muy grave (100%)	Especie
454	X					Pinus r.
126			X			Pinus r.
186					X	Pinus r.
446		X				Pinus r.
319				X		Pinus r.
1531						Pinus r.

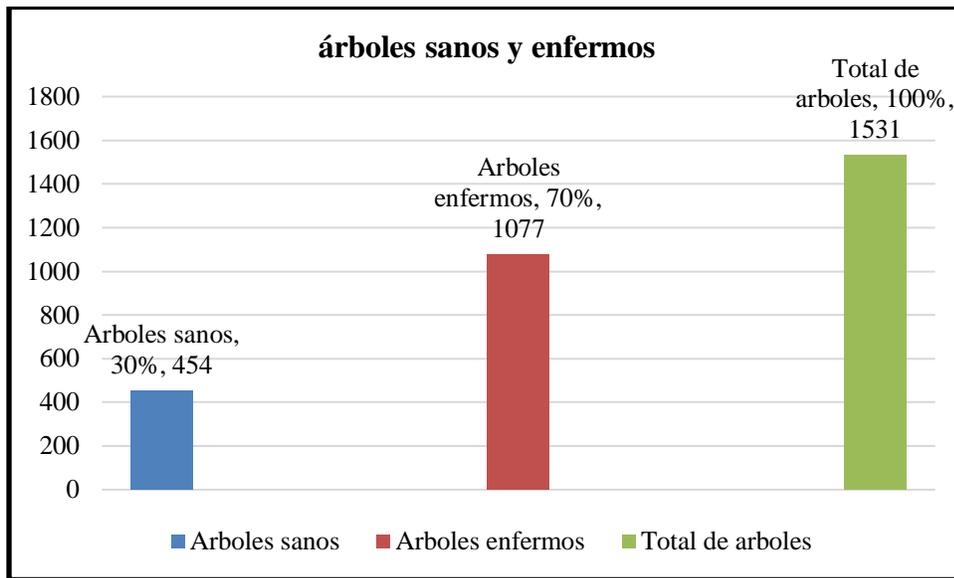
**Fuente:** elaboración propia 2023

**Figura 12 Evaluación del daño del pino radiata D. Don.**



**Fuente:** Elaboración propia 2023.

**Figura 13 Árboles sanos y enfermos de Pino radiata (*Pinus radiata* D.Don).**



**Fuente:** Elaboración propia 2023.

Durante el muestreo que se realizó se identificó un total de 1531 árboles de Pino radiata (*Pinus radiata* D.Don). De los cuales 1077 presentan algún síntoma de enfermedad o están atacados por plagas o enfermedades lo que representa un 70% de árboles enfermos en cuanto a los árboles sanos se pudo evidenciar un total de 454 lo que representa un 30% de los árboles de Pino radiata (*Pinus radiata* D.Don).

### 3.7.6. Mortandad

Se calculó la mortandad de la plantación de pino radiata D. Don. Con la ayuda del muestreo sistemático contando a todos los individuos encontrados en la zona de estudio.

$$\text{Mortandad} = \frac{186}{1531} * 100 = 12\%$$

### 3.7.7. Supervivencia

La supervivencia de la plantación del pino radiata D. Don. Tomando en cuenta la mortandad que ya fue definida con respecto al 100% de plantas vivas.

$$\text{Supervivencia} = 100\% - 12\% = 88\%$$

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

En Las conclusiones respecto al muestreo sistemático por juicio que se realizo en la plantación son las siguientes:

- En el muestreo sistemático por juicio realizado al 100% se pudo evidenciar la presencia de dos especies dominantes las cuales son las siguientes, Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) como así también la especie de Casuarina (*Casuarina squisetifolia*) teniendo presente a estas dos especies el número total de los individuos censados en el área de estudio es de 3677 árboles forestales.
- La especie correspondiente al Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) cuenta con una abundancia de 1531 individuos lo que corresponde al 42% presenta una densidad de 278 Arb/ha.
- La especie correspondiente a la Casuarina (*Casuarina squisetifolia*) cuenta con una abundancia de 2141 individuos lo que corresponde al 58% presenta una densidad de 389 Arb/ha.
- En términos de abundancia y densidad, la Casuarina (*Casuarina squisetifolia*) es la especie más abundante, con un 58 % de abundancia y una densidad de 389 árboles por hectárea. El Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*), por otro lado, tiene una menor abundancia y densidad, con un 42 % de abundancia y una densidad de 278 árboles por hectárea
- La densidad total de árboles en el área de estudio se determinó en 667 árboles por hectárea. Esto significa que hay un promedio de 667 árboles por cada hectárea de terreno. Esta densidad es relativamente alta, lo que indica que el área de estudio tiene una buena cobertura arbórea.
- Acorde al muestreo realizado de la especie de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) de los 1531 individuos censados cuenta con una cantidad de 454 árboles sanos lo que viene a representar el 30% como también presenta un total de 1077 árboles enfermos representando el 70% de arboles pertenecientes a la especie de pino radiata (*Pinus*

*radiata D.Don*).

En cuanto a la identificación, caracterización de las principales enfermedades y plagas se pudo evidenciar la presencia de 6 agentes causales de problemas para la salud de la plantación.

- Las principales plagas identificadas con un grado de daño leve se pudo evidenciar la presencia de los siguientes agentes, Hormiga negra de jardín (*Lasius niger*) la cual afecta a 36 individuos lo que representa una incidencia del 2%. Como también la Hormiga carpintera gigante (*Camponitus gigas*) afectando a 4 individuos representando una incidencia del 0,2%, la plaga que presenta más incidencia viene a ser el Clavel del aire (*Tillandsia aeranthos Loisel L*). la cual afecta a 116 árboles lo que representa una incidencia del 8%.
- Las principales enfermedades que se identificaron en laboratorio vienen a ser las siguientes Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) afectando a 366 individuos representando un 24% de incidencia. Otra enfermedad identificada Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) la cual afecta a 141 individuos representando una incidencia del 9%, por último se identifico la Punto blanco (*Mycosphaerella pinicola*) la cual afecta a 416 individuos representando el 27% de incidencia.
- El agente causal de la muerte de los individuos de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) vienen a ser por Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) como también por Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) el ataque de ambos patógenos son de carácter grave hasta muy grave. De ambos causantes el que afecto de manera más agresiva y causo la muerte de la mayoría de los individuos es responsable Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) se pudo evidenciar la pudrición de raíz en la mayoría de los individuos muertos los cuales se encuentran sin un soporte y la gran mayoría se encuentran tumbados en el suelo. A su vez la falta de un manejo en la plantación la falta de actividades silviculturares como la falta de raleos facilito a la propagación de dicho agente.

Las conclusiones con respecto a la incidencia, daño, mortandad y severidad de la especie de interés Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) Son las siguientes:

- Pertenecen al daño leve los siguientes tres agentes causales, Hormiga negra de jardín

*(Lasius niger)* representa una incidencia del 2%. la Hormiga carpintera gigante (*Camponitus gigas*) incidencia del 0,2%, la plaga que presenta más incidencia viene a ser el Clavel del aire (*Tillandsia aeranthos Loisel L* representa una incidencia del 8%.

- De acuerdo al daño grave está considerado el Punto blanco (*Mycosphaerella pinicola*) representando el 27% de incidencia.
- Considerando al daño muy grave las enfermedades de Pudrición radical (*Phytophthora cinnamon*) representando un 24% de incidencia. Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*) representando una incidencia del 9%
- Con respecto a la determinación del grado de mortandad que presenta la especie del pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) cuenta con un total de 186 individuos muertos lo que representa un 12% de mortandad de los 1531 individuos registrados, presenta el 88% de sobrevivencia la plantación.

## RECOMENDACIONES

- Con la conclusión de la evaluación detallada de cada individuo registrado en la plantación de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) es recomendable realizar prácticas silviculturales sostenibles para el control, manejo de plagas y enfermedades. El objetivo de estas medidas es prevenir la aparición de nuevos problemas fitosanitarios, controlar las poblaciones de plagas y enfermedades existentes como detectar, y minimizar los daños causados por nuevos problemas que pueda presentar la plantación.
- Es recomendable realizar evaluaciones fitosanitarias periódicas de la plantación para detectar la presencia de plagas y enfermedades a tiempo. Estas evaluaciones deben realizarse durante todo el ciclo de vida de la plantación, y deben ser realizadas por personal calificado.
- Se sugiere para el control de la podredumbre de la raíz que es una enfermedad fúngica que causa la muerte de los árboles adultos de Pino radiata (*Pinus radiata D.Don*) para su control se pueden utilizar fungicidas químicos, biológicos o culturales.
- Se recomienda para un mejor control y manejo de plagas y enfermedades que es una tarea compleja que requiere de un enfoque integrado. Las medidas culturales son la base del control de plagas y enfermedades, y los tratamientos fitosanitarios deben ser utilizados como última opción.
- En cuanto a la plaga con mayor incidencia Clavel del aire (*Tillandsia aeranthos Loisel L*) se recomienda realizar medidas culturales, como la limpieza de la maleza y la poda ayudan a reducir la presión de las plagas y enfermedades.
- Se recomienda para Pudrición radical (*Phytophthora cinnamom*), Cancro resinoso de los pinos (*Fusarium circinatum*), Punto blanco (*Mycosphaerella pinicola*) realizar prácticas de silvicultura que es un factor importante para el control de enfermedades. Realizar sobre todo los raleos para evitar la propagación de estos agentes. Como también realizar las podas que ayuda a mejorar la aireación y la iluminación de la plantación, lo que reduce la incidencia de plagas y enfermedades.

- Se hace necesario realizar nuevas investigación fundamentalmente para el desarrollo de nuevas tecnologías para el control y manejo de plagas y enfermedades. Como también es necesario realizar nuevos estudios de los factores abióticos.