

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Árbol.

Se encuentra definido en la botánica, siendo una planta perenne de tallo y/o ramas leñosas, árbol se distingue un tronco, tallo o fuste central y las ramas, en su estado adulto, nacen de este a cierta altura del suelo desde donde se hace evidente la formación de una copa de (mayor o menor dimensión), en contraste con la parte baja de la planta. (Contreras, 1997)

Según (Ruiz & Flores, 2007) Es una planta leñosa que se caracteriza por poseer un tallo principal erguido llamado tronco o fuste que crece ascendentemente y se ramifica en altura.

Los árboles tienen gran importancia ecológica, pueden fijar dióxido de carbono, protegen los suelos de la erosión, producen frutos como alimento para la sociedad y las hojas son alimento para los animales, son medicinales, protegen las márgenes de los ríos, evitan desbordes de los ríos, producen oxígeno, proporcionan sombra, actividades económicas.

1.2. Arboleda.

Sector menor que se encuentra poblados de árboles y vegetación, ésta puede ser cerca o dentro de poblados, también en parques y avenidas de las ciudades.

1.3. La composición florística.

Es la cantidad de árboles que existen por especie en un área determinada, se debe además conocer de qué familia proceden y cuantos individuos hay por cada especie.

Según (Gonzales & Narváez, 2005) “La composición florística está representada en un bosque como todas las especies arbóreas que están integrando un ecosistema forestal. Cuando hacemos un análisis de composición florística lo que hacemos es evaluar un listado de nombres comunes, científicos y familias botánicas.”

La composición florística de la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq. está presente en suelos arcilloso limosos y arenosos, en un clima que alcanzan temperaturas hasta los 26°C, en la ciudad de Tarija.

1.4. Fitopatología.

Es la ciencia de diagnóstico y control de las enfermedades (patológicas) de las plantas. Cubre el estudio de los agentes infecciosos que atacan plantas y desórdenes abióticos o enfermedades fisiológicas, pero no incluye el estudio de daños causados por herbívoros como insectos o mamíferos. (López, 2008).

1.5. Sanidad forestal.

La sanidad forestal se encarga de los fenómenos de las plagas y enfermedades forestales autóctonas y exóticas, así como de los problemas derivados de la contaminación atmosférica, y los efectos del clima que pueden ocasionar una pérdida directa o indirecta. Así los insectos y las enfermedades pueden tener efectos negativos sobre el crecimiento y la supervivencia de los árboles, el rendimiento y la calidad de la madera y de los productos no madereros, el hábitat de la fauna silvestre y los valores recreativos, estéticos y culturales. Las especies de plantas invasivas también pueden causar daños en la competencia con las especies arbóreas nativas o en la prevención de su regeneración, planteando nuevos desafíos especialmente para la conservación in situ de la diversidad biológica forestal. (López, 2008)

La sanidad forestal es el mantenimiento de un adecuado equilibrio en los sistemas forestales, centrandose en desarrollo de técnicas de control y mitigación no agresivas al medio.

1.6. Síntomas.

Síntomas y Signos Los árboles, como todos los organismos, reaccionan de forma particular a la influencia del ambiente en el que se desarrollan. Cuando estas reacciones se manifiestan como desviaciones de su aspecto normal, decimos que las plantas están enfermas o dañadas. El síntoma es el cambio perceptible en el cuerpo o en las funciones de una planta y que indican la presencia de una enfermedad o de un daño. Es producto

de la reacción o respuesta de la planta al agente de daño. Los síntomas se aprecian como cambios en la forma, en el color o en el crecimiento, resinación, marchitamiento, etc. de la planta y son elementos clave para el diagnóstico del problema. Entre los síntomas más comunes se encuentran:

- ❖ En la copa: ausencia de follaje (defoliación), decoloración (clorosis), manchado de la hoja, marchitamiento, muerte de los tejidos (necrosis), acículas mordidas, acículas fusionadas, acículas deformadas.
- ❖ En los brotes: ausencia de brotes, mortalidad de los brotes, marchitamiento, deformaciones, gotas de resina, perforaciones, ahuecamiento.
- ❖ Fuste y/o ramas: deformaciones, bifurcaciones, perforaciones, resinación, descortezado, heridas, cicatrices, pudriciones, galerías, canchales y necrosis cortical.
- ❖ Raíz y cuello: ausencia de raíces, pudriciones, descortezado, galerías, decoloraciones.

El signo es la manifestación física del agente de daño, por ejemplo: restos de insectos o partes de ellos (exuvias), capullos de seda, seda o lana, acículas brillantes y pegajosas, aserrín en la base de la planta o entre placas de la corteza, heces, micelio, fructificaciones de hongos. Junto con el síntoma, el signo es de suma utilidad para efectuar el diagnóstico de un problema. En la observación e identificación de los síntomas y signos es necesario examinar las características de la planta y evaluar cómo o en qué difieren de la apariencia de una planta normal, evaluar la severidad de los síntomas, la cantidad de plantas cercanas que también parecen estar afectadas, etc. (Cecilia Gomez, 2010)

1.7. Definición de Plaga.

Se define plaga como cualquier especie, raza o biotipo de planta, animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. Así también (Manta, 2004), define como una plaga al tamaño de una población de insectos, microorganismos y de especies vegetales cuyos daños adquieren importancia económica sobrepasando el nivel económico o umbral económico. Donde los insectos causan daños a algunos

vegetales, físicos o mecánicos; mientras que los microorganismos, la falta de nutrientes en el suelo y la contaminación del agua, causando enfermedades en los árboles. (FAO, 2012)

1.8. Insectos.

(Sean, 2008). Menciona que los insectos son la forma de vida animal más numerosa que habitan en los bosques. Están muy bien adaptados a sus alrededores y ocupan una gran variedad de nichos ecológicos.

Aunque la mayoría de las especies de los insectos son beneficiosas o inocuas, muchas también son especies sumamente dañinas. Estos organismos ayudan en la descomposición de la materia orgánica en el suelo y contribuyen a mejorar su fertilidad o en la polinización, contribuyen al mejoramiento de los rodales atacando y eliminando aquellos árboles enfermos y decadentes y haciendo lugar para árboles jóvenes. Otros son parásitos o depredadores de especies de insectos “plagas”. Los insectos perjudiciales de los bosques son los responsables de las pérdidas económicas.

1.9. Microorganismo.

Un microorganismo, también llamado microbio u organismo microscópico, es un ser vivo que sólo puede visualizarse con el microscopio. La ciencia que estudia a los microorganismos es la microbiología, estos son organismos dotados de individualidad. (Agrios, 2005)

1.10. Definición de Enfermedad.

La enfermedad es un estado que implica cambios anormales en la forma, fisiología, integridad o comportamiento de la planta. Dichos cambios conducen a la alteración parcial o muerte de la planta o de sus órganos.

Según (Agrios, 2005), “define como enfermedad de las plantas como mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante que produce una alteración fisiológica debido al efecto continuo sobre estos últimos, de un organismo patógeno o factor ambiental que origina la aparición de los síntomas”.

Según (Arauz, 1998 & Agrios, 2005). las plantas se mantienen sanas o normales cuando llevan a cabo sus funciones fisiológicas hasta donde les permite su potencial genético. Esas funciones comprenden su división celular normal, su diferenciación, desarrollo, la absorción del agua y los minerales del suelo y su translocación por toda la planta, la fotosíntesis y la translocación de los productos fotosintéticos hasta los órganos de utilización o almacenamiento, el metabolismo de los compuestos sintetizados, la reproducción y finalmente, el almacenamiento de las reservas alimenticias necesarias a la reproducción. Por el contrario, presentarán enfermedad cuando una o varias de sus funciones sean alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio.

1.11. Clasificación de las Enfermedades.

Las enfermedades de las plantas se clasifican según los síntomas que ocasionan (pudriciones de la raíz, canchales, marchitamientos, manchas foliares, sarnas, tizones, antracnosis, royas, carbonos, mosaicos, amarillamientos, manchas anulares), de acuerdo al órgano de las plantas que afectan (enfermedades de la raíz, tallo, hojas o frutos), o en base a los tipos de plantas afectadas (enfermedades de los cultivos mayores, de las hortalizas, de los árboles frutales, del bosque, del césped, de las plantas ornamentales). (Agrios, 2005).

Sin embargo, el mismo autor menciona que el criterio más útil en la clasificación de una enfermedad es el tipo de agente patógeno que la ocasiona. Esta clasificación tiene la ventaja de que indica la causa de la enfermedad, lo cual permite prever su probable desarrollo y diseminación, así como las posibles medidas de control, de esta manera se genera una división muy amplia pero básica para la determinación del agente causal de la enfermedad presente en las plantas.

- a) **Enfermedades infecciosas (agente biótico)** de las plantas Las enfermedades infecciosas son las que se producen por la infección que ocasiona un patógeno en una planta. Se caracterizan por la capacidad que tiene el patógeno de crecer y reproducirse con gran rapidez en las plantas y por su habilidad para difundirse

de éstas a otras plantas sanas y, por consiguiente, causar nuevas enfermedades (Agrios, 2005)

Las enfermedades infecciosas pueden ser causadas por los siguientes organismos patógenos:

- ❖ Enfermedades ocasionadas por hongos y chromistas
- ❖ Enfermedades ocasionadas por procariontes (bacterias y micoplasmas)
- ❖ Enfermedades ocasionadas por plantas parásitas
- ❖ Enfermedades ocasionadas por virus y viroides
- ❖ Enfermedades ocasionadas por nematodos ocasionadas por protozoarios.

b) Enfermedades no infecciosas (agente abiótico. las enfermedades abióticas o no infecciosas son aquellas causadas por alteraciones del ambiente. (Giancarlo, 2014).

Así mismo (Agrios, 2005), indica que en caso de que no se pueda localizar, cultivar o transmitir el patógeno de una planta enferma podría suponerse que la enfermedad es ocasionada por un factor abiótico del medio. El número de factores ambientales causantes de enfermedades en las plantas es casi ilimitado, la mayoría de ellos afectan a las plantas al obstaculizar sus procesos fisiológicos normales. Las enfermedades no infecciosas pueden ser causadas por:

- ❖ Temperaturas muy altas o muy bajas
- ❖ Falta o exceso de humedad en el suelo
- ❖ Falla o exceso de luz
- ❖ Falta de oxígeno
- ❖ Contaminación atmosférica
- ❖ Deficiencia de nutrientes
- ❖ Aridez o alcalinidad del suelo (pH)
- ❖ Toxicidad de los plaguicidas
- ❖ Prácticas silviculturales y agrícolas inadecuadas.

1.12.Plantas parasita.

Son aquellas plantas que obtienen de otra planta, llamada “huésped”, parte o todas las sustancias (agua y nutrimentos) que necesita para su desarrollo. Existen plantas parasitas, denominadas "hemiparásitas" que contienen clorofila, y solo obtienen parte de los nutrimentos del huésped, mientras que hay otras denominadas “hemiparasitas”; existe otro grupo de plantas que carecen de clorofila, suelen ser de color blanquecino y obtienen la totalidad de los nutrimentos del huésped denominadas “holoparásitas” las cuales infectan a la planta por medio de raíces especializadas llamadas “haustorios” que rompen el tejido superficial y se conectan con el tejido vascular, pudiendo eventualmente provocar la muerte de la planta huésped. (Parra, 2013).

1.13.Plantas epifitas.

Se refiere a las plantas que crecen sobre otro organismo vegetal, llamado forofito, organismo vegetal que utilizan solamente como soporte; las raíces de la epífita se adhieren al forofito pero no obtienen ningún tipo de nutrimentos de él. Los nutrimentos son provenientes de fuentes como la el polvo y la lluvia (que los recoge del aire, donde están en suspensión); además, las epifitas aprovechan la descomposición de hojas, y otros organismos enteros o fragmentarios muertos; de la misma manera, captan el agua que escurre por el tronco cuando llueve, arrastrando minerales y materia orgánica proveniente de la copa del árbol. (Parra, 2013).

1.14.Descripción de la especie en estudio.

Reino: vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tra;pcheophytae

Subdivision: Anthophytae

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Grado evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de órdenes: Sepaloideanos

Orden: Veticilales

Familia: Casuarinaceae

Nombre científico: “*Casuarina cunninghamiana* Miq.”

Nombre común: casuarina

Fuente: Herbario universitario T.B. (2020)

1.15. Características Dendrológicas La *Casuarina cunninghamiana* es la especie más grande de la familia Casuarinaceae, alcanzando 30-40 m de altura con ramillas deciduas, verdes, delgadas y penduladas, de 8 a 15 cm de largo, con hasta 45 articulaciones. Los entrenudos son de 5 a 6 mm de largo y de 0.4 a 0.6 mm de grosor.

- a) **Plántulas** Las hojas están dispuestas en verticilos de 8 a 12 en cada nudo. Las inflorescencias masculinas son amentos terminales sobre ramillas deciduas de 1 a 2.5 cm de largo y de 1 mm de grosor. Las inflorescencias femeninas son conos terminales sobre pequeñas ramas laterales de 0.7 a 1.4 cm de largo y de 0.7 a 1.0 de ancho. El fruto es una sámara de 3 a 5 mm de largo. (Nee, 1983).
- b) **Distribución.** – De acuerdo a (Orwa, et al., 2009) la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq. Es “Nativa de Australia desde el noroeste de Queensland a Nueva Gales del Sur (Niembro, sin fecha). Estatus: Exótica presente en México El género se introdujo a México a principios del siglo XX por el Ing. Miguel Ángel de Quevedo, con el propósito de cultivarlo en los médanos del Golfo de México para fijarlos y evitar que el mar siguiera ganando terreno al continente. Se ha adaptado exitosamente a diferentes hábitats en el país.
- c) **Ecología** Especie poco existente que prospera en casi todos los tipos de suelo, aunque prefiera los frescos y húmedos, creciendo perfectamente en zonas arenosas y cercanas al mar, en suelos de pH ligeramente ácido a neutro. (Wikipedia, 2020, octubre 10).

1.16. ¿Qué es la salud del árbol?

Definiciones y descripciones de Salud del árbol, como disciplina, se refiere al estudio de todos los factores (bióticos y abióticos) que afectan el vigor y la productividad de un árbol, manifestado por diferentes síntomas y tipos de daño. La salud de un árbol puede expresarse cualitativamente mediante la descripción de los síntomas o daño, o cuantitativamente mediante evaluaciones de la condición de la copa. (Boa, 2008)

1.17. Causas de mala salud en los árboles.

Las razones para la interrupción del crecimiento saludable de un árbol pueden dividirse en dos categorías principales: factores vivientes (bióticos) y no vivientes (abióticos). En cualquier momento, más de un factor puede afectar la salud de un árbol. Puede hacerse una distinción útil entre plagas primarias, que primordial y principalmente afectan la salud del árbol, y las plagas secundarias que tienen una influencia menos importante y que usualmente afectan árboles ya debilitados por un factor predisponente.

El estrés y los factores externos indudablemente desempeñan un papel importante para determinar la salud o condición de los árboles, tales como suelo y drenajes pobres. No obstante, el excesivo énfasis en suelos pobres o eventos climáticos adversos tales como sequía y heladas tomados como causas primarias de los síntomas y daños observados en los árboles (Boa, 2008).

1.18. Cómo observar al árbol.

En primer lugar, hay que identificar los síntomas.

a.- Para ello es importante hacer una evaluación de la planta e identificar la zona que está afectada. Observando la planta completa desde una determinada distancia; por el contrario, otras características exigen la observación de determinadas partes de la planta desde muy cerca. Una vez efectuada esta observación preliminar y ubicada la parte de la planta afectada (follaje, brotes, fuste y/o ramas, zona del cuello y raíz) se puede proceder a una observación más exhaustiva de los síntomas.

b.-Un técnico observa las características silvícolas de las plantas afectadas (altura total, altura fuste, CAP, sanidad,) con el fin de conocer cómo están creciendo en ese sitio en particular.

c.-El paso siguiente al reconocimiento es la detección del agente causante del daño (en este caso hongos, insectos y/o ácaros), cuando ello es posible. Muchos agentes patógenos son microscópicos por lo que necesariamente requieren ser estudiados en laboratorio; para ello se colectan las muestras que serán procesadas y estudiadas. La detección e identificación del agente responsable, el estado de desarrollo en que se encuentra, la estimación de su abundancia, la extensión y distribución de la enfermedad y/o plaga en el árbol (por ejemplo: distribución generalizada, dispersa o localizada) son factores que colaboran con el proceso de formulación del diagnóstico y de las recomendaciones pertinentes. Hay que recordar que tanto los hongos como los insectos cumplen un ciclo de desarrollo por lo que en las distintas épocas del año se encuentran diferentes estados del mismo organismo. (Cecilia Gomez, 2010).

1.19. Manejo Integrado de plagas en la actividad forestal.

Según la (FAO, 2012). El manejo integrado de plagas MIP puede definirse como una combinación de medidas de prevención, investigación y eliminación que pueden ser eficientes en la ecológica y economía y aceptables socialmente, para mantener las poblaciones de plagas a un nivel adecuado. La prevención podrá incluir la selección adecuada del árbol, la variedad y el sitio, la regeneración natural y la aplicación de prácticas de plantación y raleo que reducen las poblaciones de plagas y favorecen el control sostenible por parte de los enemigos naturales. Mediante el monitoreo cuidadoso de las poblaciones de plagas, por ejemplo, a través de la inspección visual o sistemas de captura, se decide cuándo es necesario aplicar actividades de control de dichas plagas. Para la supresión se prefiere el control mecánico y el control biológico mediante la utilización de enemigos naturales y plaguicidas biológicos u otros métodos de control sostenibles, en lugar de usar plaguicidas sintéticos. El MIP se basa en el conocimiento de las características biológicas del árbol, el bosque y la plaga, así como de los agentes de control natural que pueden ayudar a controlar dichas plagas.

1.20. Medidas de control de enfermedades y plagas para el MIP.

1.20.1. Control Biológico.

Es el que enfrenta plagas y enfermedades usando organismos vivos, sean estos animales, insectos, bacterias, hongos o virus. Se sustenta en el hecho de que muchas especies de organismos se alimentan o completan su ciclo de vida a costa de otros. Puede mencionarse que, en el caso de los insectos benéficos, éstos pueden dividirse en predadores y parasitoides. Los insectos benéficos predadores son los que se alimentan de otros insectos, como las mariquitas que comen pulgones. Los insectos benéficos parasitoides, son aquellos que se alojan en otro insecto alimentándose de él hasta matarlo. (Jiménez, 2009)

1.20.2. Control Etológico.

Es el que se basa en el estudio del comportamiento y las preferencias de cada plaga en sus diferentes estados. Este método en realidad constituye un enfoque que enriquece los anteriores, al considerar las horas de desplazamiento de los insectos, sus hábitos alimenticios, su preferencia por determinados colores, las condiciones que requieren para aparearse, etc. Además, el control etológico incorpora las llamadas “trampas” para enfrentar a plagas y enfermedades, entre las que destacan las trampas de luz, de color, de feromonas, alimenticias, entre otras. (Jiménez, 2009)

1.20.3. Control Manual o Mecánico.

Consiste en el recojo a mano de insectos, en estado de huevo, larvas o adultos. Asimismo, en retirar del campo de cultivo a las plantas enfermas o las partes de algunas de ellas que estén afectadas por la plaga o enfermedad. (Jiménez, 2009)

El control mecánico de las plagas consiste en la remoción y destrucción de los insectos y órganos infectados de las plantas.

1.20.4. Control Químico.

Como su nombre lo indica consiste en el uso de productos sintéticos o químicos, y que se recomienda sólo para los casos en que la plaga o enfermedad ha alcanzado mayores

niveles de gravedad. Cabe señalar que estos productos, entre los que se encuentran los insecticidas, fungicidas, bactericidas, han evolucionado notablemente haciéndose más específicos para el insecto, hongo o bacteria que buscan combatir. (Jiménez, 2009)

Los cuidados que se requieren para manejar productos químicos son los siguientes:

- ❖ Observar la regulación nacional, provincial y usar los productos registrados.
- ❖ Leer bien y seguir las instrucciones.
- ❖ Llevar guantes, mascarilla, gafas para la preparación y pulverización.
- ❖ Pulverizar a favor y no en contra del viento.
- ❖ Guardar en un gabinete con llave fuera del alcance de niños.
- ❖ Lavarse bien las manos y las partes en contacto, después de la pulverización.
- ❖ No tomar bebidas alcohólicas después de la pulverización.
- ❖ Acudir al médico inmediatamente cuando tenga intoxicación. (Agrios, 2005).

1.21. Censo Forestal.

El censo forestal es un inventario al cien por cien de todos los árboles de valor comercial existentes en un área de explotación anual. Las actividades de un censo son realizadas uno o dos años antes de la explotación, involucrando la delimitación de los rodales, apertura de las trochas de orientación, la identificación, ubicación y evaluación de los árboles de valor comercial como las características de (altura total, altura comercial, diámetro); y su estado fitosanitario de la especie. Estimar los volúmenes exactos de los árboles en una determinada área del terreno. (Merlo, Rojas, & Contreras Freddy, 1999)

También otros datos, como la presencia de quebradas áreas con gran cantidad de lianas y variaciones topográficas, útiles al plan de explotación y a las prácticas silviculturales, son verificados durante el censo forestal. La evaluación de los bosques es muy importante para definir los Planes de Manejo que tienen la finalidad de conservar la biodiversidad que conforman los diferentes ecosistemas del bosque y conservar la calidad del medio ambiente que es una necesidad en el Planeta. (Perez, 2010)

1.22. Diagnóstico Fitosanitario:

El diagnóstico permite detectar plagas y enfermedades en los diferentes cultivos, debe además realizarse con rapidez y con un alto grado de confianza. Las partes contratantes llevan a cabo diagnósticos de plagas con frecuencia.

La Comisión reconoce que el diagnóstico rápido y preciso de plagas es la base de la certificación de las exportaciones, las inspecciones de las importaciones y la aplicación de tratamientos fitosanitarios idóneos, que permite una vigilancia eficaz de las plagas y respalda programas exitosos de erradicación. Con objeto de aumentar la capacidad y el potencial de las partes contratantes para diagnosticar plagas: El diagnóstico de algunas plagas es particularmente difícil debido a la modernización de los conceptos taxonómicos y a que las oportunidades de diagnóstico que brindan las nuevas tecnologías no están disponibles en todo el mundo. El diagnóstico de plagas es un tema transversal que constituye la base de la mayor parte de las actividades de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). A fin de adoptar medidas contra una plaga. (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria CIPE , 2017)

1.23.-Incidencia (I).

La incidencia (I), es el número o proporción de plantas que presentan el síntoma o daño (el número o proporción de plantas, hojas, tallos y frutos que presentan los síntomas) en relación con el número total de unidades examinadas. El cálculo de la incidencia se realizará de acuerdo a la fórmula

Es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se evalúa en cada individuo, la presencia o ausencia de enfermedad. (Ivancovich, 1998).

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

1.24. Definición de Daño o severidad.

Es la expresión física de una perturbación provocada por cualquier agente, sea este biótico o abiótico. El daño puede ser referido a distintos niveles, desde árboles individuales o partes del árbol, hasta rodales y ecosistemas. Esto implica que la destrucción o pérdida puede afectar a módulos u órganos (conos, semillas, hojas, ramas o fustes), los daños pueden expresarse en reducción o bloqueo de la reproducción y el establecimiento e incremento de la tasa de mortalidades de las especies forestales afectadas (Witter, 1990).

Para evaluar el porcentaje de la superficie del órgano enfermo de cada individuo, ya sea hoja, tallos, raíces o frutos afectados por plaga o enfermedades, varía entre 0 y 100. (Ivancovich, 1998).

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

1.25. PASOS PARA IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS FITOSANITARIOS.

Según, V.T.A. (Visual tree assessment) de Claus Mattheck un método de examen visual desarrollado basado en los principios de la biomecánica y el principio de que los árboles consumen energía para alcanzar una distribución homogénea de las cargas mecánicas. Consta de 3 etapas:

- ❖ Inspección visual para identificar síntomas de defectos y la vitalidad del árbol. Si no existen síntomas de defectos la investigación ha concluido.
- ❖ Confirmación a través de un examen riguroso de la sospecha de un defecto en base a sus síntomas externos verificando con laboratorios.
- ❖ Si se confirma el defecto y es motivo de preocupación, debe medirse y evaluarse la resistencia de la parte remanente del árbol.

1.26.-CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES AGENTES DE DAÑO.

Nombre común: Clavel del aire

Nombre científico: Tillandsia recuvata

Familia: Bromeliacea

El clavel del aire presenta formas de crecimiento compacto sus hojas son de color verde-grisáceo, rígido, estrecho y puntiagudo, las cuales provienen del tallo central de la planta. Esta planta está cubierta de tricomas, los cuales le dan una apariencia esponjosa. En general las plantas miden entre 5 y 12 cm de diámetro. (Arana, 2011).

Nombre común: musgo de roca

Nombre científico Selaginella rupestris

Familia: Bromeliaceae

Se considera hierbas perennes anuales, terrestres, raramente epifitas en la base de los troncos. Raíces dicotómicamente ramificadas, sobre ejes especializados, áfilos o subáfilos (rizóforos), ubicados en los nudos o en la base de los ejes caulinares. Tallos ramificados, erectos o postrados, con simetría radiada o dorsiventral. (Arana, 2011).

Nombre común: Clavel del aire.

Nombre científico: Tillandsia seleriana.

Familia: Bromeliacea.

Plantas epífitas o rupícolas, en flor, acaules. Hojas de 9-18 cm, en roseta sin bulbo; vainas de 2.6-5.5 cm de ancho gruesamente pálido patente lepidotas en el envés, subadpreso pardo lepidotas en el haz. Láminas de 0.5-1.2 cm de ancho, densamente patente pardo claro a cinéreo lepidotas, angostamente triangulares, involuto-subuladas distalmente. Escapo de 11-15 cm, brácteas foliáceas. Inflorescencia compuesta, subdigitadas a cortamente pinnada; brácteas primarias más cortas que las espigas,

vaginiformes con las láminas reducidas; espigas de 4.3-5.5 cm, suberectas a erectas, con 5-6 flores. (Arana, 2011)

Nombre común: Liquen blanco.

Nombre científico: Parmelina tiliácea.

La superficie superior es grisácea, con minúsculas manchas blanquecinas apenas visibles a la lupa, la inferior negra, marrón cerca de los márgenes, con rizinas predominantemente simples que pueden sobresalir de los márgenes de los lóbulos. Los lisidios son de color marrón pálido o marrón grisáceo, aparecen en las láminas, esparcidos o densamente agrupados cubriendo la zona central del talo, cilíndricos o clavados, simples o ramificados. Los apotecios miden hasta 7 mm, en ocasiones más, el disco es marrón rojizo, en ocasiones perforado, con rizinas en la zona de unión al tallo. (Galán, C. 2014, 14 de mayo).

Nombre común: Chinche

Nombre científico: Ninfa de Pachylis argentinus.

Estados juveniles **Ninfa de Pachylis argentinus** succionadores de savia debilitando a los ejemplares afectados.

Chancros.

El cancro es una enfermedad en la corteza de los árboles con zonas necróticas. Se produce debido a hongos patógenos (por ejemplo, Botryosphaeria, Hypoxylon, Phytophthora, Botryosphaeria, Cytospora) que penetran a través de grietas en la corteza o de lesiones mecánicas y naturales (por ejemplo, heridas provocadas por el hombre, grietas por heladas, quemaduras por fuego o por sol). Las plantas sanas hacen frente a la infestación, pero las debilitadas no pueden resistirla.

CAPÍTULO II

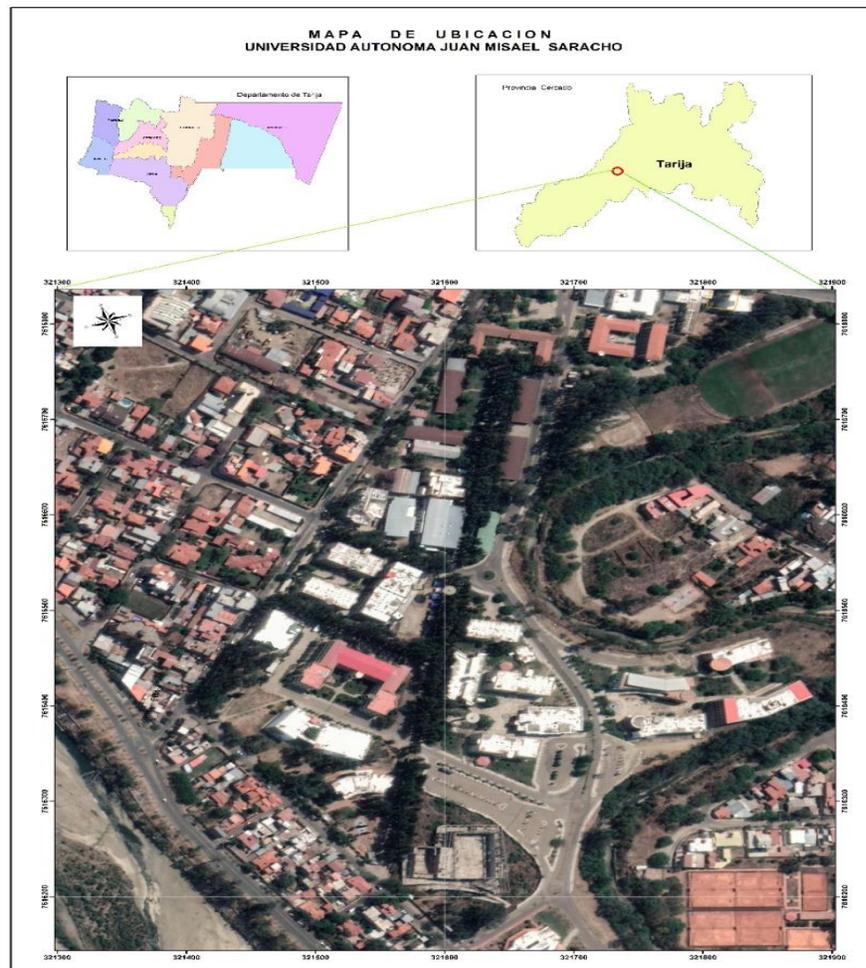
MATERIALES Y MÉTODOS

2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El Campus Universitario se encuentra ubicada en la ciudad de Tarija en la Zona El Tejar Av. Panamericana entre la Av. España Prov. Cercado, Departamento de Tarija. Con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud $32^{\circ}16'64''$ Longitud Oeste $76^{\circ}16'84.0''$ (Wikipedia, 2020, octubre 22).

2.1.-Ubicación Geográfica.

Mapa 1 Ubicación geográfica zona de estudio



Fuente: elaboración propia

2.2. DESCRIPCIÓN BIOFISIOGRÁFICA DE LA ZONA

2.2.1. Suelos.

En el campus universitario Juan Misael Saracho presenta una textura con suelos arcillosos limosos y arenosos donde describimos con la materia de geomorfología en el 2015 mediante laboratorio de suelos.

2.2.2. Vegetación.

En el campus universitario se encuentra las siguientes especies arbóreas y arbustivas:

Tabla 1 Estrato arbóreo y arbustivo

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
1	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulos ssp.</i>	Myrtaceae
2	Eucalipto	<i>Eucaliptus camagulenscis</i>	Myrtaceae
3	Cina cina	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
4	Mora	<i>Ficus mora</i>	Rosaceae
5	Churqui	<i>Acacia caven</i>	Fabaceae
6	Tusca	<i>Acacia amoro</i>	Fabaceae
7	Molle	<i>Schinus molle L.</i>	Anacardiaceae
8	Guaranguay	<i>Tecoma stans (L.) Juss. Ex Kunth.</i>	Bignoniaceae
9	Chañar	<i>Geoffroea decorticans (Gill. ex Hook et Am.) Burkart.</i>	Leguminosae
10	Algarrobo blanco	<i>Prosopis sp.</i>	Leguminosae
11	Sauce criollo	<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae
12	Sauce llorón	<i>Salix babilónica.</i>	Salicaceae
13	Jarca	<i>Acacia visco</i>	Leguminosae
14	Alamo	<i>Populus deltoides</i>	Salicácea

15	Carnavalito	<i>Senna spectabilis</i>	Fabaceae
16	Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Meleaceae
17	Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>	Fabaceae
18	Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	Casuarinácea
19	Lapacho	<i>Tabebuia sp.</i>	Bignoniaceae
20	Timboy	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Bombaceae
21	Toborochoi	<i>Chorisia speciosa</i>	Malvaceae
22	Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae

Fuente: Herbario universitario T.B.2022

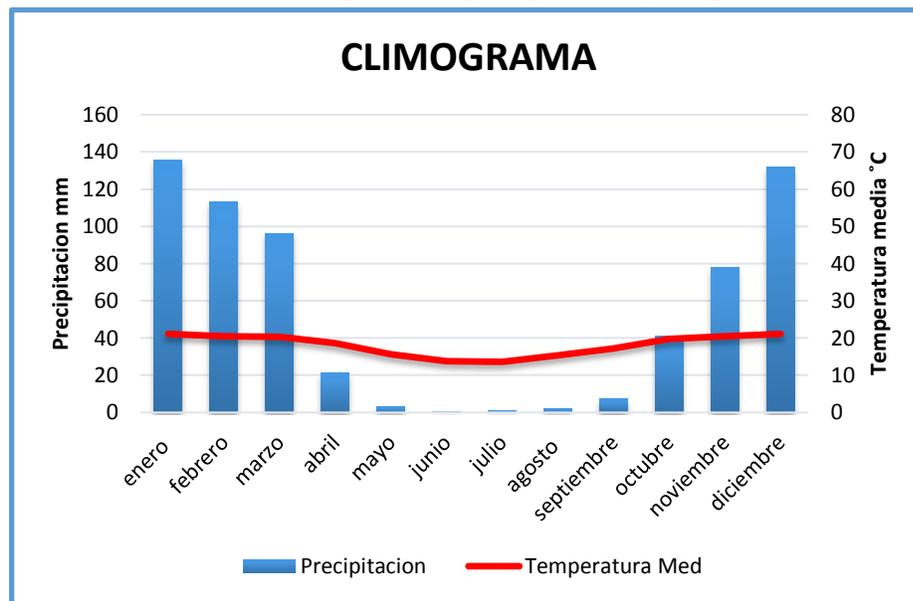
2.2.3. Clima

RESUMEN CLIMATOLÓGICO

1970-2020

Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	27.5	26.9	26.8	26.0	25.1	24.7	24.6	25.9	26.5	27.7	27.6	27.6	26.4
Temp. Min. Media	°C	14.7	14.1	13.8	11.1	6.1	2.8	2.5	4.9	7.8	11.6	13.2	14.3	9.7
Temp. Media	°C	21.1	20.5	20.3	18.6	15.6	13.7	13.6	15.4	17.2	19.7	20.4	21.0	18.1
Temp.Max.Extr.	°C	36.0	36.2	35.2	36.6	36.0	35.8	36.5	38.0	40.0	40.5	40.0	39.0	40.5
Temp.Min.Extr.	°C	6.0	4.5	5.0	-1.5	-4.0	-8.5	-10.0	-9.5	-4.5	-1.0	2.5	3.5	-10.0
Dias con Helada		0	0	0	0	2	8	9	4	1	0	0	0	22
Humed. Relativa	%	70	71	72	69	64	60	56	55	56	59	63	67	63
Nubosidad Media	Octas	5	5	5	4	3	2	2	2	3	4	4	5	4
Insolación Media	Hrs	5.6	5.8	5.9	6.5	7.3	7.3	7.5	7.7	7.6	7.2	6.6	6.0	6.7
Evapo. Media	mm/dia	4.43	4.33	3.95	3.43	2.90	2.65	3.11	3.98	4.76	5.35	5.06	4.79	4.06
Radiación Solar	cal/cm2/dia	448.8	445.6	417.1	388.9	372.0	342.3	349.3	392.0	413.7	446.2	453.0	448.8	409.8
Precipitación	mm	135.4	113.0	96.2	21.4	3.0	0.7	1.2	2.3	7.4	40.9	77.7	131.9	631.1
Pp. Max. Diaria	mm	91.5	84.0	71.0	64.6	20.0	19.0	17.5	23.0	15.4	48.6	105.7	90.0	105.7
Dias con Lluvia		15	13	11	4	1	0	0	1	3	7	10	14	79
Dias con Granizo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Velocidad del viento	km/hr	8.9	8.5	7.8	8.7	6.2	6.4	7.4	8.9	12.4	9.7	11.9	10.4	8.9
Dirección del viento		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fuente. SENAMHI

Cuadro 1 Climograma de precipitación y temperatura

Fuente: Elaboración propia

Su clima es templado, con una temperatura promedio de 26,4°C, aunque cada estación es muy marcada. Durante los inviernos (especialmente durante el mes de julio) la temperatura suele descender por debajo de los 9,7° C, llegando a disminuciones térmicas inusuales para la latitud y altitud. En ciertas temporadas, el territorio de la ciudad de Tarija es surcado por vientos del sur que producen descensos bruscos de temperatura conocidos como surazos, (SENAMHI, 2019).

2.2.4. Velocidad y dirección de los vientos.

La parte más ventosa del año dura 5,5 meses, del 18 de julio al 1 de enero, con velocidades promedio del viento de más de 7,7 km/h. El mes más ventoso del año en Tarija es noviembre, con vientos a una velocidad promedio de 11,9 km/h. El mes más calmado del año en Tarija es abril, con vientos a una velocidad promedio de 8,7 km/h.

La velocidad promedio anual es de 8.9 km/h, estos se presentan con mayor intensidad de agosto a diciembre. La dirección de los vientos es hacia el (Sur-Este). (SENAMHI, 2019).

2.2.5. Humedad relativa

La humedad relativa media es de 63% en general se presenta una humedad relativa alta en verano y baja en otoño e invierno y los meses más húmedos son febrero y marzo que en promedio tienen 71% de humedad relativa. (SENAMHI, 2019).

2.2.6. Evaporación.

La evaporación media diaria es de 4.54 mm bajando este promedio los meses de invierno y elevándose en los meses de verano. La evapotranspiración calculada por el método del tanque evaporímetro tipo “A” basándose en los datos de evaporación alcanza los 1.287 mm/año. (SENAMHI, 2019).

2.2.7. Radiación solar.

La unidad de medida de la radiación solar se expresa en W/m^2 (Wattios por metro cuadrado) La evaporación media diaria es de 4.06 mm bajando este promedio los meses de invierno y elevándose en los meses de verano. La evapotranspiración calculada por el método del tanque evaporímetro tipo “A” basándose en los datos de evaporación alcanza los 1.287 mm/año. (SENAMHI, 2019).

2.2.8. Temperatura.

La temperatura media oscila alrededor de 18,1°C, con máximas extremas que sobrepasan 40,5°C en verano y las mínimas hasta -10,5°C en invierno. La localidad de Cercado se caracteriza por tener un clima templado. (INE, 2017).

2.2.9. Precipitación.

La temporada más mojada dura 4,1 meses, de 20 de noviembre a 24 de marzo, con una probabilidad de más del 40 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Tarija es enero, con un promedio de 19,1 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 7,9 meses, del 24 de marzo al 20 de noviembre. El mes con menos días mojados en Tarija es junio, con un promedio de 5,6 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La precipitación media anual es de 605.2 mm, el 85% de la precipitación está concentrada en los meses de noviembre a marzo, existiendo un 90% de probabilidad que las precipitaciones no sean mayores a los 630 mm y un 50% de que no sean mayores a 550 mm. (SENAMHI, 2017).

2.3. MATERIALES.

Materiales de campo:

- Cinta métrica
- Wincha
- Planillas
- Cámara fotográfica
- GPS
- Tijera podadora
- Frascos
- Brújula
- Alcohol
- Bolsas plásticas o de papel
- Pintura

Materiales de Escritorio.

- Hojas de papel
- Calculadora
- Información bibliográfica
- Computadora

- Impresora
- Lápiz
- Marcadores
- Programa de ArcGis
- Imágenes satelitales (google earth, google maps)

Material de Laboratorio.

- Cajas Petry
- Pinzas
- Microscopio
- Lupa
- Alcohol
- Agua destilada

Material Biológico.

- Hojas
- Ramas
- Porciones de corteza

2.4. METODOLOGÍA.

La metodología utilizada para esta investigación es a través de un censo al cien por ciento en forma y diseño de un transecto variable. Según (Foster et al., 1995), un transecto variable es para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación que consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método, se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas, separadas por formas de vida (árboles, arbustos, etc.). (Mostacedo, 2000).

Para la elaboración de este trabajo se realizó un recorrido de la toma de datos y muestras mediante un transecto variable con distancias hacia la derecha 140 e izquierda con 140 m de ancho y la longitud total 14640.57 m.

Imagen 1 Diseño para el Censo Forestal

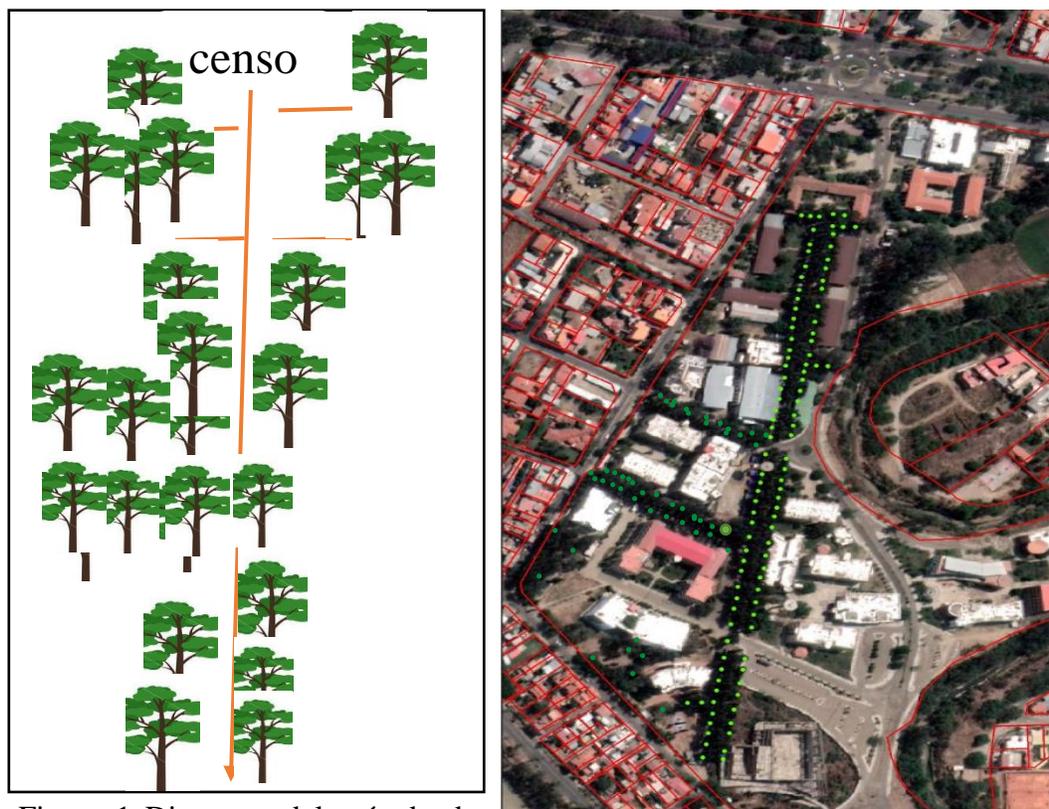


Figura 1 Diagrama del método de Censo

Fuente: Elaboración propia 2021

Se realiza un censo en el área de estudio, donde se levantó los datos respectivos de los árboles nombre científico, altura fuste, altura total, DAP, calidad, se enumeró en orden creciente (1, 2, 3...n) registrado en el (formulario N^o 1), y observado cuidadosamente tomando las siguientes variables: plagas, enfermedades, plantas parásitas y epífitas. Registrando en el (formulario N^o 2) los datos observados, así también llevaremos las muestras al laboratorio para su identificación; igualmente se tomarán fotos para su documentación.

Describiendo la metodología para el análisis presuntivo u subjetivamente propuesta por V.T.A. (Visual tree assessment) de Claus Mattheck un método de examen visual desarrollado basado en los principios de la biomecánica y el principio de que los árboles consumen energía para alcanzar una distribución homogénea de las cargas mecánicas. Consta de 3 etapas:

- ❖ Inspección visual para identificar síntomas de defectos y la vitalidad del árbol. Si no existen síntomas de defectos la investigación ha concluido.
- ❖ Confirmación a través de un examen riguroso de la sospecha de un defecto en base a sus síntomas externos verificando con laboratorios.
- ❖ Si se confirma el defecto y es motivo de preocupación, debe medirse y evaluarse la resistencia de la parte remanente del árbol. (ver Anexo 1).

2.4.1. MUESTRAS PARA LABORATORIO.

Para realizar este procedimiento, se recolectaron las muestras (previamente identificadas), de las partes afectadas, como ser: hojas, corteza, ramas, entre otras; así como la descripción de síntomas en el campo. Posteriormente se procedió a trasladar las muestras al laboratorio de fitopatología de la A.U.J. M.S. para ser procesadas, mediante los siguientes métodos. (ver Anexo 2).

a). -Aislamiento de hongos Se tomaron muestras del tejido de las partes enfermas y se colocaron en pequeñas bolsas de plástico, colocando el papel de mesa humedecido con abundante agua destilada, proporcionando humedad para que el hongo se desarrolle, durante 5-15 días para así sacar pequeñas muestras en porta objeto y cubre

objeto, seguidamente se realizó la observación mediante microscopio óptico y proceder identificar el hongo es con ayuda de las guías o claves taxonómicas del laboratorio. (ver Anexo 3)

b). -Método de cámara húmeda propuesto por French y Hebert, (1982): El propósito fue crear las condiciones favorables de humedad para el desarrollo rápido de bacterias que puedan estar involucradas en la producción de síntomas de la enfermedad.

Se colocarán las muestras en frascos de vidrio 50 ml de agua destilada donde se introdujo la muestra en esa solución dejando la muestra en 10 días, el siguiente paso fue preparar una caja Petri con papel filtro humedecido con agua destilada donde se utilizó rodajas de zanahoria, con ayuda de una pipeta se sacó la solución encima de las rodajas de zanahoria dejándole 7 días para realizar la identificación de microorganismos mediante el microscopio óptico y la ayuda de literatura especializada, como claves taxonómicas en el laboratorio de fitopatología con ayuda del ingeniero encargado.(ver anexo 4).

2.4.2. IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS.

Para esta actividad se procedió a la recolección de insectos directamente del árbol, ya fuera que estén causando un daño o no al árbol, para esto se utilizará bolsas plásticas, frascos con alcohol. Posteriormente se procedió a identificación preliminarmente de las muestras utilizando pinzas y lupa para la certificación presuntiva del en laboratorio de entomología con el ingeniero a cargo. (ver anexo 5).

2.4.3. IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS PARÁSITAS Y EPIFITAS.

En cada árbol se observó cuidadosamente buscando árboles afectados por plantas parásitas o con presencia de plantas epífitas, de las cuales se procedió a coleccionar muestras para su posterior identificación donde se tomó fotografías para su documentación. (Flores, 2007).

Para la identificación y certificación de las plantas parásitas y epífitas se recurrió al Herbario de botánica de la facultad de ciencias agrícolas y forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Se observó cuidadosamente cada árbol, así se clasifico de acuerdo a sus categorías de riesgo.

Categoría	Daño	Riesgo
1	Arboles con follaje verde, fuste limpio libres de cualquier daño.	Sano
2	Copa verde, perdida de follaje, presencia de daños.	Enfermo
3	Copa muerta, cambio de coloración del follaje, presencia de daños.	Semi muerto
4	Árboles muertos en pie	muerto

(CODEFOR)

Categoría	Daño	Riesgo
Árbol Sano	Árbol sano sin signos de enfermedad y parasitas	Sano
Plaga	Inicios de ataques de insectos	A
Enfermo	Hongos y enfermedades	B
Plantas parasitas y epifitas	Presencia de plantas parasitas y epifitas	C
Daños mecánicos	Daño por objetos directamente clavos, alambres, hierro, tablas, carteles, etc.	D
Árbol muerto	Árbol muerto en pie	Muerto

(CODEFOR)

2.4.4. EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES Y PLAGAS.

2.4.4.1. Incidencia I.

Para determinar la incidencia, se evaluó las muestras de los árboles por especies; considerando los árboles afectados aquellos que presentaron síntomas de enfermedades y/o daños mecánicos severos ocasionados por insectos. Para lo cual recurrirá a la fórmula planteada por Agrios (2002) y modificada por Manta (2007).

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

La fórmula se utilizó de la siguiente manera para determinar la incidencia de cada una de las plagas. Ejemplo se calculó la incidencia Tillandsia sp2.

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{40}{377} * 100 = 11\%$$

2.4.4.2. Daño o severidad.

El ejemplo típico de estimar la enfermedad, es el que se utiliza para evaluar manchas foliares. La severidad es un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. Su evaluación es más compleja que la determinación de la incidencia, porque puede ser subjetiva y por lo tanto requiere de un entrenamiento previo por parte del evaluador. (Ivancovich, 1998).

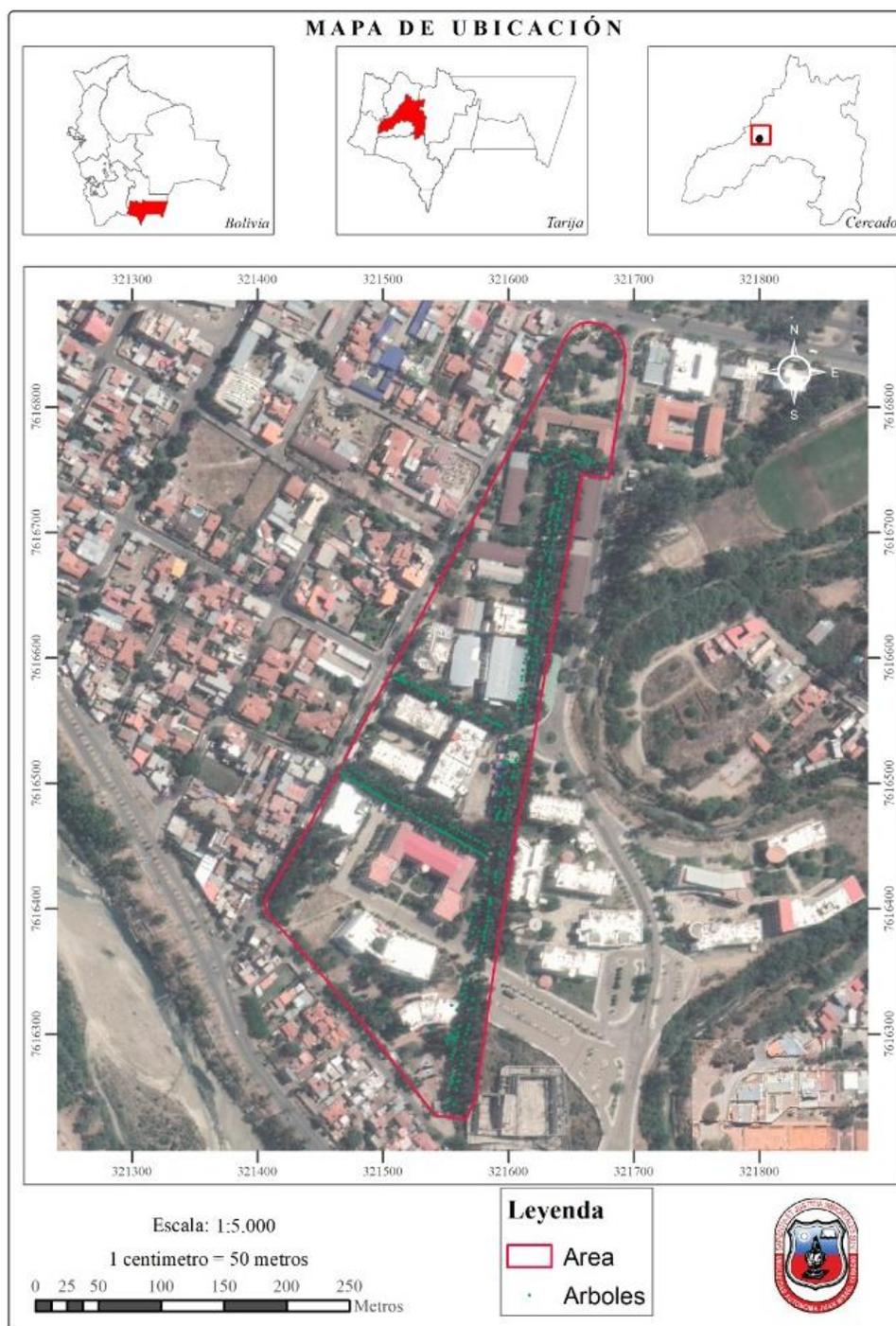
$$\text{Severidad (S)} = \frac{\text{Superficie del tejido enfermo}}{\text{Superficie total}} * 100$$

De acuerdo a esta fórmula se estimó de forma subjetiva de la variable severidad o daño.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Mapa 2 Mapa de ubicación de los árboles dentro del Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia

3.1.- NÚMERO DE ARBOLES EXAMINADOS EN AREA CENSADA.

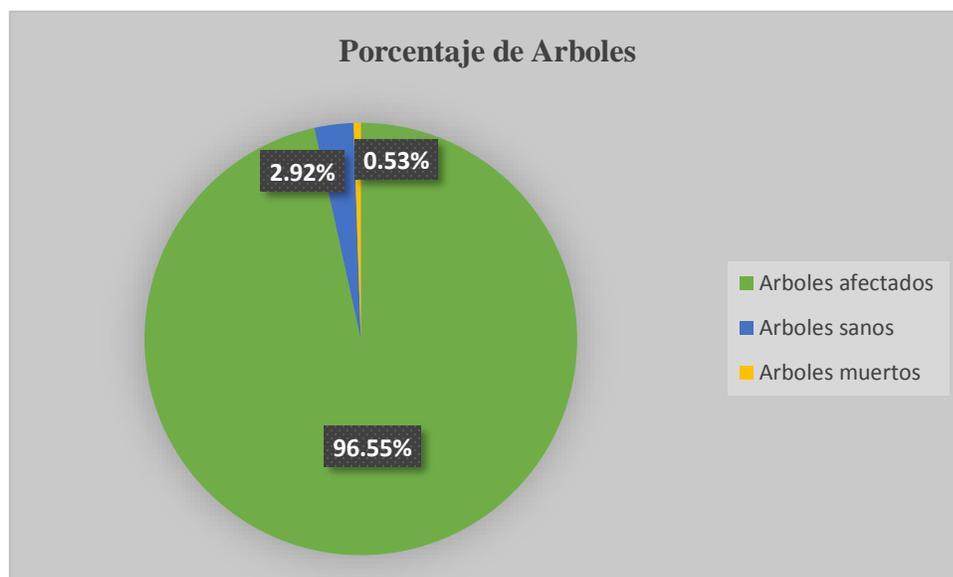
Tabla 2 Número de árboles totales registrados en el censo.

Nombre Común	Nombre Científico	N.º. total de árboles	Nº de árboles afectados	Nº de árboles sanos	Nº de árboles muertos
Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq	377	364	11	2

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En los resultados del censo se registraron 377 individuos de casuarina (*Casuarina cunninghamiana* Miq.) dentro del campus universitario 364 enfermos, 11 sanos y 2 muertos.

Cuadro 2 Porcentaje de árboles sanos y enfermos



Interpretación: En el cuadro 2 se observa 364 árboles afectados con un porcentaje de 96.55%, 11 árboles sanos 2.92% y 2 árboles muertos 0.53% como resultado del censo.

3.2.-LEVANTAMIENTO FITOSANITARIO DE PLAGAS, ENFERMEDADES, PLANTAS PARASITAS Y EPIFITAS

En el Campus Universitario Juan Misael Saracho en Cercado Tarija. Se evaluó 377 árboles de la especie Casuarina (*cunninghamiana* Miq), describiendo cada uno de ellos.

Primer levantamiento fitosanitario Se realizó en fecha 11 de octubre 2021

Tabla 3 Primer levantamiento fitosanitario de Plagas y enfermedades

Especie	Plagas y enfermedades		Ind. afectados	Partes afectadas de la planta			
	Nombre común	Nombre científico		Raíz	Fuste	Ramas	Hojas
Casuarina cunninghamiana Miq	Hongo Fomes annosus	<i>Fomes annosus</i>	42		X		
	Exudados sangraduras	Exudados sangraduras	110		X		
	Hongo Armillaria mellea	<i>Armillaria mellea</i>	42		X		
	Mala poda	Daños mecánicos	105		X		
	Cancro	Cancro	220		X		

Fuente: elaboración propia

Tabla 4 Primer levantamiento fitosanitario Plantas parasitas y epifitas

Especie	Plantas parasitas y epifitas		Ind. afectados	Partes afectadas de la planta			
	Nombre común	Nombre científico		Raíz	Fuste	Ramas	Hojas
Casuarina cunninghamiana Miq.	clavel del aire	<i>Tillandsia sp1.</i>	301		X	X	X
	clavel del aire	<i>Tillandsia sp2.</i>	40		X	X	X
	clavel del aire	<i>Tillandsia sp3.</i>	40		X	X	
	liquen blanco		257		X	X	

Fuente: elaboración propia

Segundo levantamiento fitosanitario Se realizó en fecha 15 de noviembre del 2021 después de las primeras lluvias del año.

Tabla 5 Segundo levantamiento fitosanitario de Plagas y enfermedades

Especie	Plagas y Enfermedades		Ind. afectados	Partes afectadas de la planta			
	Nombre común	Nombre científico		Raíz	Fuste	Ramas	Hojas
Casuarina cunninghamiana Miq	Hongos Fomes annosus	<i>Fomes annosus</i>	42		X		
	Exudados sangraduras	Exudados sangraduras	110		X		
	Hongo Armillaria mellea	<i>Armillaria mellea</i>	42		X		
	Mala poda	daños mecánicos	105		X		
	Cancro	Cancro	220		X		
	Chinche	<i>Ninfa de Pachylis argentinus</i>	2		X		

Fuente: elaboración propia

Tabla 6 Segundo levantamiento fitosanitario de Plantas parasitas y epifitas.

Especie	Plantas parasitas y epifitas		Ind. afectados	Partes afectadas de la planta			
	Nombre común	Nombre científico		Raíz	Fuste	Ramas	Hojas
Casuarina cunninghamiana Miq	clavel del aire	<i>Tillandsia sp1.</i>	301		X	X	X
	clavel del aire	<i>Tillandsia sp2.</i>	40		X	X	X
	clavel del aire	<i>Tillandsia sp3.</i>	40		X	X	
	liquen blanco		257		X	X	

Fuente: elaboración propia

3.3. EVALUACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD

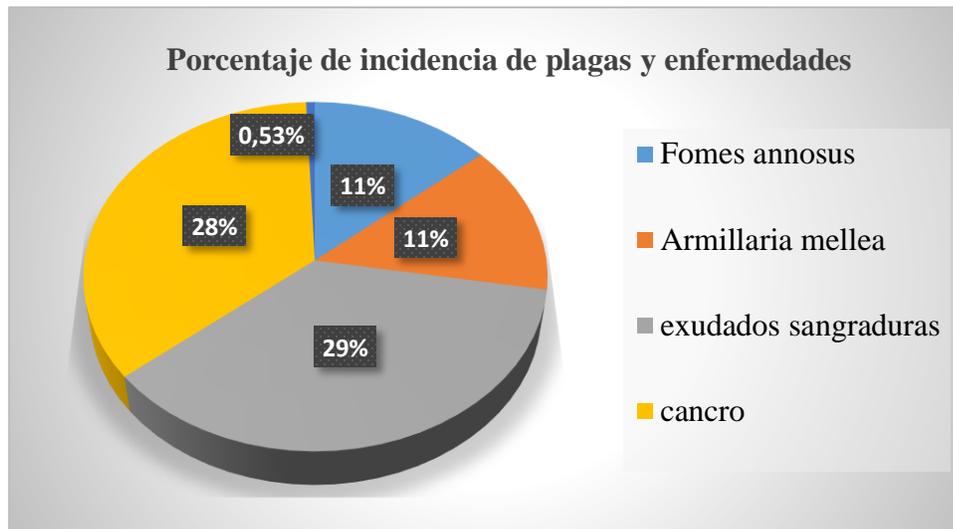
3.3.1. INCIDENCIA

Tabla 7 Porcentaje de Incidencia de plagas y enfermedades

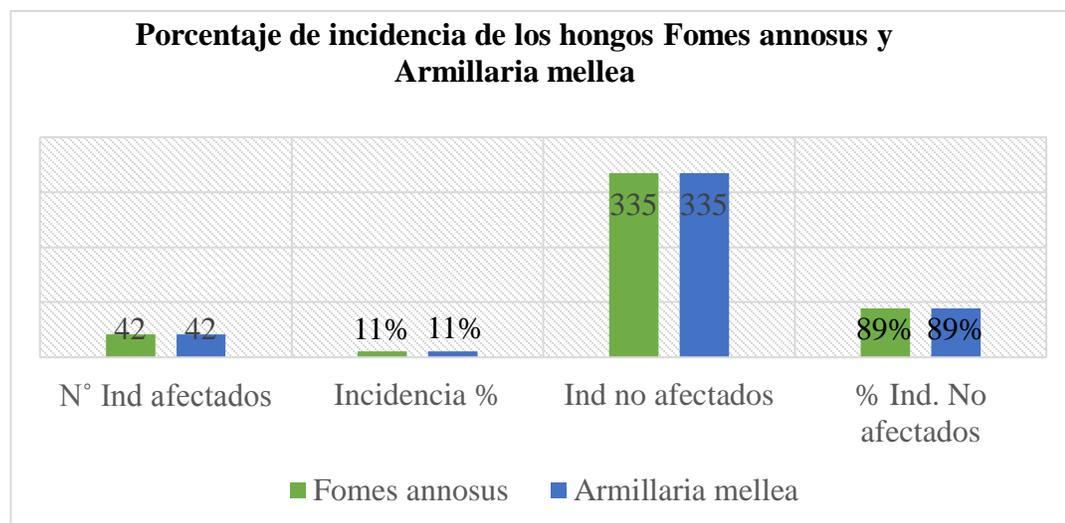
Plagas y enfermedades					
nombre común	nombre científico	N° Ind. afectados	Incidencia %	Ind. no afectados	% Ind. No afectados
Hongo Fomes annosus	<i>Fomes annosus</i>	42	11	337	89
Hongo Armillaria mellea	<i>Armillaria mellea</i>	42	11	337	89
exudados sangraduras	exudados sangraduras	110	29	267	71
Cancro	Cancro	220	58	157	42
Chinche	<i>Ninfa de Pachylis argentinus</i>	2	0.53	375	99
mapa poda	Daños mecánicos	105	28	272	72

Fuente: elaboración propia

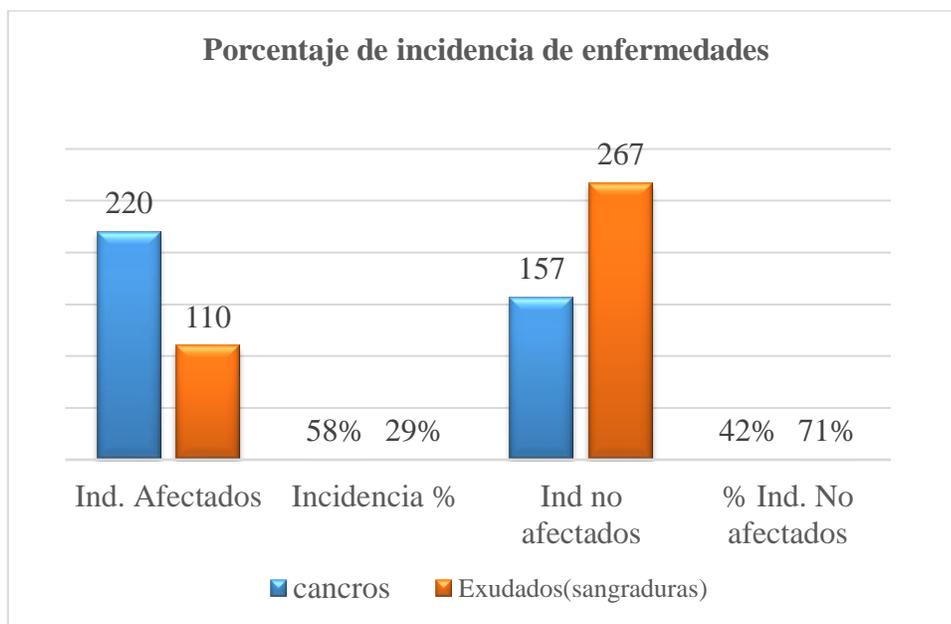
Interpretación: En esta tabla se observó el porcentaje de incidencia de cada una de las plagas y enfermedades: como ser hongo (*Fomes annosus*) con 11%, el hongo (*Armillaria mellea*) 11%, el insecto (*Ninfa de Pachylis argentinus*) 0.53%, con presencia de exudados 29%, igualmente por mal manejo de podas tenemos cancro 58% incluyendo los daños mecánicos que llega ser 28% de incidencia de árboles afectados por plagas y enfermedades. Así también se observó árboles no afectados por el hongo (*Fomes annosus*) con un 89%, hongo (*Armillaria mellea*) 89%, el insecto (*Ninfa Pachylis argentinus*) 99% y con mal desarrollo de podas tenemos cancro 42%, con presencia de exudados 71% y daños mecánicos 72%.

Cuadro 3 Porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades

Porcentaje de incidencia de las plagas y enfermedades que se registraron en el Campus Universitario Juan Misael Saracho.

Cuadro 4 Porcentaje de incidencia por hongos

Interpretación: Se observó el hongo (*Fomes annosus*) que causa daño en la base de los troncos y el hongo (*Armillaria mellea*) con una pudrición radicular en la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq. 11% en árboles afectados, evaluados en Campus Universitario Juan Misael Saracho.

Cuadro 5 Porcentaje de Incidencia de enfermedades

Interpretación: El porcentaje de incidencia de enfermedades tenemos como ejemplo el cancro con arboles afectados es 58% y en arboles no afectados 42% que llegaría ser 100%.

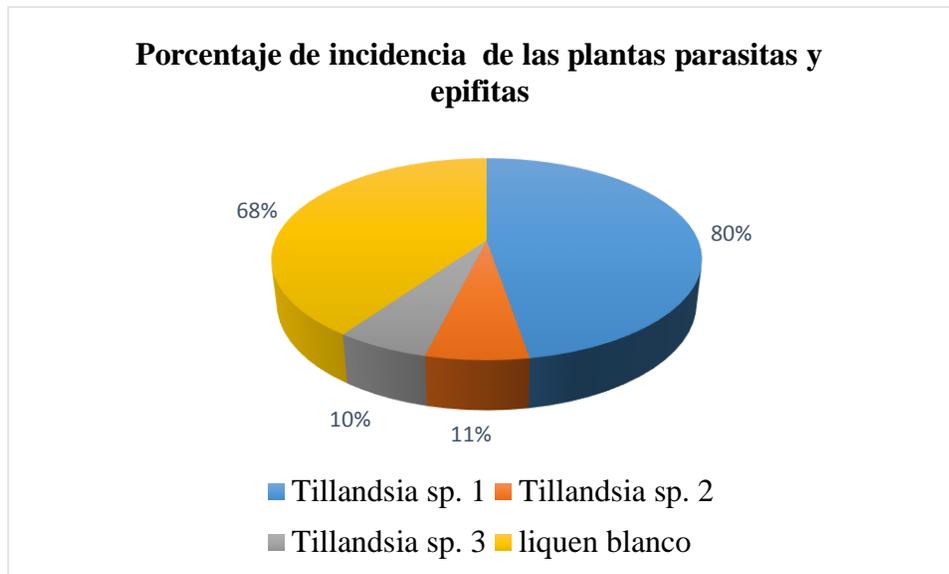
Tabla 8 Porcentaje de Incidencia de plantas parasitas y epifitas

Plantas Parasitas y Epifitas					
Nombre Común	Nombre Científico	N° Ind. Afectados	Incidencia %	N° No Afectados	% Ind. No Afectados
Clavel del aire	<i>Tillandsia sp.1</i>	303	80	74	20
Clavel del aire	<i>Tillandsia sp.2</i>	40	11	337	89
Liquen blanco		257	68	120	32
Clavel del aire	<i>Tillandasia sp.3</i>	38	10	339	90

Fuente: Elaboración propia

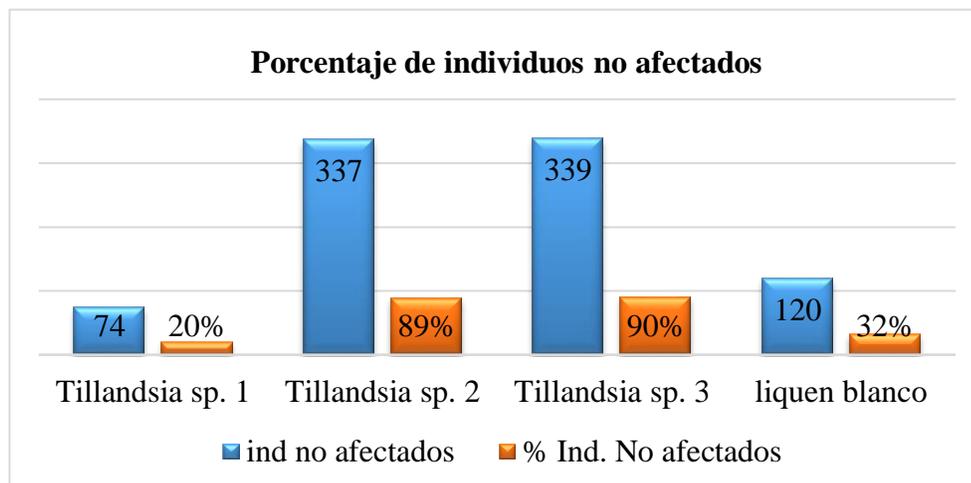
Interpretación: En las plantas parasitas y epifitas se registró que la especie (*Tillandsia sp.1*) es la que tiene mayor cantidad de incidencia 80% de árboles afectados 20% árboles no afectados. De liquen blanco 68% de árboles afectados 32% de árboles no afectados.

Cuadro 6 Porcentaje de Incidencia de plantas parasitas y epifitas



Interpretación: En la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq. se registraron cuatro plantas parasitas y epifitas registrando un porcentaje de incidencia de (*Tillandsia sp1*) 80%, (*Tillandsia sp2*) 11%, (*Tillandsia sp3*) 11% y liquen blanco 68%.

Cuadro 7 Porcentaje de Individuos no afectados



Interpretación: Mediante este cuadro describimos la cantidad de individuos no afectados. Donde hay 89% árboles no afectados por la especie (*Tillandsia sp2*) y un 90% arboles no afectados por (*Tillandsia sp3*), 32% de árboles no afectado con liquen blanco y 20% de árboles no afectados por (*Tillandsia sp1.*).

3.3.2. DAÑO O SEVERIDAD.

Tabla 9 Porcentaje de severidad de arboles a lazar de la especie *Casuarina cinningamiana* Miq.) En el Campus Universitario Juan Misael Saracho

Nº	Problemas	Severidad
1	Tillandsia sp.1	1,1
	Tillandsia sp.2	0,3
	Tillandsia sp.4	1
40	exudado	0,5
	chancro	0,1
	Tillandsia sp.4	0,7
	Tillandsia sp.1	1
80	chancro	0,01
	Tillandsia sp.1	0,03
120	Tillandsia sp.1	0,2
	Tillandsia sp.4	1
	chancro	0,04
	Tillandsia sp.3	0,09
160	chancro	0,4
	Armillaria mellea	0,2
	Tillandsia sp.1	2
	Tillandsiasp.4	2
	exudado	1
200	exudado	0,1
	chancro	0,1
	Tillandsia sp.4	0,45
	Tillandsia sp.1	0,45

240	chancro	0,34
	Tillandsia sp.1	0,07
280	chancro	0,34
	mala poda	0,7
	Tillandsia sp.1	0,7
320	Tillandsia sp.1	0,11
	Tillandsia sp.3	0,11
	exudado	0,11
360	chancro	0,3
	Tillandsia sp.1	1
	Tillandsia sp.3	0,3
377	exudado	0,01
	Tillandsia sp.4	0,01

3.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES AGENTES CAUSALES DE DAÑO.

3.4.1. Identificadas por el Ingeniero Ismael Acosta encargado del Herbario botánico de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

❖ *Tillandsia sp 1*

Es una planta epifita, que se ha convertido en un serio problema de salud para las áreas arboladas, misma que gradualmente ha ido invadiendo las ramas de los árboles hasta llegar en muchos casos a secarlos.



Figura 2 Es una epifita *Tillandsia sp 1*. Descrita en revisión bibliográfica como clavel del aire (*Tillandsia recurvata*).

❖ *Tillandsia sp2*



Figura 3 Planta epifita *Tillandsia sp 2* descrita en revisión bibliográfica como musgo de roca (*Selaginella rupestris*).

❖ *Tillandsia sp. 3.*



Figura 4 Planta epifita almacena agua y nutrientes. Según (Arana, 2011) es una *Tillandsia seleriana*.

❖ **Liquen blanco**



Figura 5 Se encuentran frecuentemente sobre la corteza de fustes y ramas de los árboles.

3.4.2. Muestras identificadas por el Ingeniero Víctor Hugo Hiza Zúñiga

❖ *Ninfa de Pachylis argentinus*



Figura 6 Estados juveniles *Ninfa de Pachylis argentinus* succionadores de savia debilitando a los ejemplares afectados

❖ *Hongo Fomes annosus*



Figura 7 Se observa en la figura como pudrición de raíz causada por el Hongo *Fomes annosus*.

❖ *Hongo Armillaria mellea*



Figura 8 Son pudriciones ascendentes provocadas en la raíz y los tocones el hongo causante es la *Armillaria mellea*.

❖ **Cancros**



Figura 9 Esta lesión aparece a partir de heridas de poda. Donde mediante laboratorio de fitopatología esta enfermedad no registro hongo ni bacteria.

❖ *Exudados(sangraduras)*



Figura 10 Las exudaciones son provocadas por lesiones a causa de las podas. Desprendiendo humedad por la herida como medio de defensa a cualquier ataque de microorganismos.

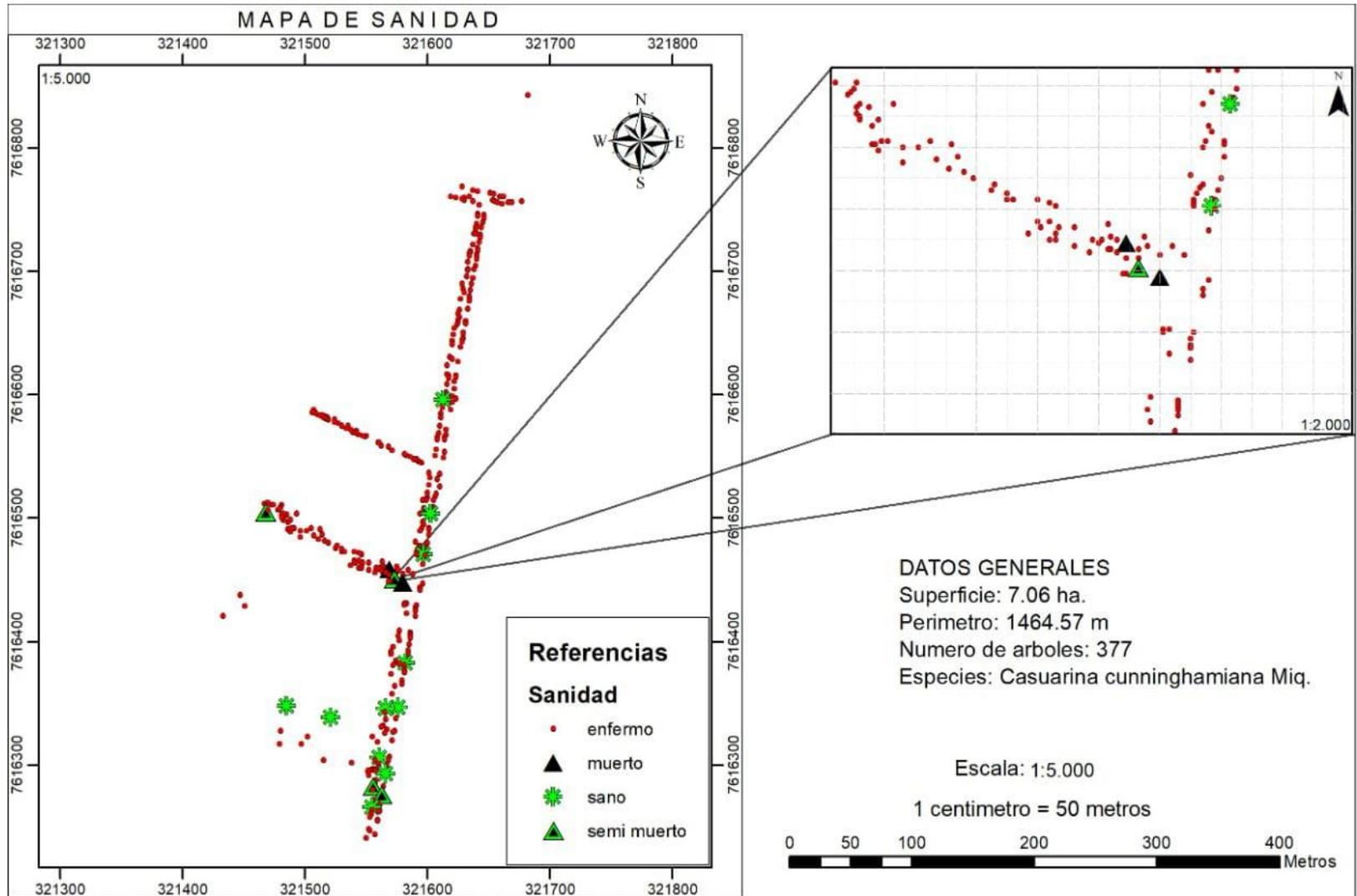
3.5.-MEDIDAS DE CONTROL DE LOS DAÑOS IDENTIFICADOS.

En base a las materias llevadas durante el periodo de mi formación académica puedo mencionar algunos métodos de control para evitar el daño. También con fuentes bibliográficas que respalden esta información.

Especie	Medidas de Control
Tillandsia sp.1	Realizar podas de mantenimiento en ramas secas para la eliminación de plantas parasitas y epifitas.
	Realizar podas de limpieza eliminando las ramas o partes más afectadas. Si están siendo afectadas con más del 50% de plantas epifitas y parasitas. para pues quemar estas partes afectadas.
Tillandsia sp.2	Poda Limpieza consiste en la eliminación de plantas epifitas y parásitas u otros objetos como clavos, etc.
Tillandsia sp.3	Se deben podar las ramas secas del árbol afectado con el uso de machete, hacha o motosierra, posteriormente se eliminan las borlas de Tillandsia de ramas verdes y fustes. Finalmente se hace la aplicación del bicarbonato de sodio sobre las borlas a razón de 80 g/L de agua utilizando para ello un aspersor de mochila o de motor. Realizar raleos de ramas o individuos.
Liquen blanco	Agua con jabón y un cepillo para ir lavando las partes afectadas.
Ninfa Pachylis argentinus	Control químico a través de plaguicidas evitando de que estas plagas se propaguen o ataquen al albura o duramen de un fuste. Control biológico Control etimológico
Hongo Fomes annosus	caldo bordales

Hongo Armillaria mellea	Control químico con fungicidas para el suelo tetratiocarbonato de sodio, cloropicrinao bromuro de metilo.
Cancro	Control químico caldo sulfocalcico y bordales
Exudaciones	Cuando realicen las podas colocar selladores para evitar de agentes patógenos.

Mapa 3 Mapa Sanidad de la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq.



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES.

- ❖ A través del censo forestal realizado en el Campus Universitario Juan Misael Saracho se registró 377 árboles de la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq. Donde 364 árboles afectados, 11 sanos y 2 muertos.
- ❖ De acuerdo al estado fitosanitaria realizada encontramos plantas parasitas y epifitas (*Tillandsia sp1*, *Tillandsia sp2*, *Tillandsia sp3* y liquen blanco) identificadas por el herbario universitario de botánica. Con ayuda del Ing. Victor Hugo Hiza se identifico plagas y enfermedades (El hongo *Fomes annosus*, El hongo *Armillaria mellea* y *Ninfa de Pachylis argentinus*). Exudaciones y cancos.
- ❖ Entre las plagas y enfermedades que afecta a la *cunninghamiana* Miq. Encontramos el hongo *Fomes annosus* 11%, el hongo *Armillaria mellea* 11%, de incidencia en arboles afectados.
- ❖ En la evaluación fitosanitario de la especie *Casuarina cunninghamiana* Miq. La incidencia en plantas parasitas y epifitas *Tillandsia sp1* 80%, *Tillandsia sp2* 11%, *Tillandsia sp3* 68% y liquen blanco 10%.
- ❖ Mediante un análisis presuntivo del cancro o hagalla de corona que realice laboratorio de fitopatología se obtuvo como resultado que esta enfermedad no está siendo afectada por hongos ni bacterias. Así mismo con la muestra de exudados realizamos el mismo procedimiento donde se verifico que no hay presencia de hongos, esto se debe como defensa a ataque de insectos y como esteticidad desprende un olor desagradable para la sociedad.

4.2.- RECOMENDACIONES.

- ❖ Realizar medidas de control preventivos y terapéuticas, químicos, mecánicos, naturales, para prevenir y proteger las Casuarinas cunninghamiana Miq.
- ❖ Realizar capacitaciones al personal encargado del ornato de las áreas verdes en el Campus Universitario, Juan Misael Saracho como podas de limpieza, periódicas durante su crecimiento del arbolado para mantenerlos en un buen estado, mejorando su calidad para que estos cumplan de manera óptima sus funciones.
- ❖ Recurrir al uso de una pasta o sellador para facilitar cicatrización sin que tenga problemas de ataque de algún agente patógeno.
- ❖ Proponer al personal encargado que utilicen equipo de protección personal (ropa de seguridad, guantes, casco, botas, anti parras, etc.).
- ❖ Utilizar herramientas adecuadas que causen el menor daño posible al árbol, de tal manera que este puede recuperarse satisfactoriamente, teniendo en cuenta los cuidados posteriores a la labor de poda.