

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ÁREAS VERDES URBANAS Y SILVICUTURA URBANA

La vegetación en las ciudades, tiene múltiples beneficios que han sido objeto de estudio a lo largo de la evolución del urbanismo actual y que se han ido enriqueciendo y concretándose por la aportación de investigaciones desde campos de estudio más próximos a la ecología y las ciencias ambientales. La presencia de vegetación en las ciudades se ha asociado así a la calidad ambiental, convirtiéndose en un factor de la calidad de vida. (Gómez, 2005)

Las áreas verdes urbanas están fuertemente relacionadas con la salud pública, la recreación, algunos factores estéticos y al bienestar general de una comunidad. Ambientalmente incluyen el control de la contaminación del aire y el ruido, la modificación del microclima, y un realce del paisaje con impactos positivos en la psique humana y la educación. Las áreas verdes urbanas también proporcionan un hábitat para la vida salvaje, control de la erosión, protección a las áreas de captación de agua para el suministro urbano y otros usos productivos. (NASCIMIENTO, 1997)

Las condiciones que afrontan los árboles en entornos urbanos, difieren diametralmente de aquellas que afrontan los árboles en su hábitat natural. En ámbitos urbanos los árboles deben de afrontar deficientes condiciones de nutrición generadas básicamente por la baja calidad del sustrato presente en las ciudades y las difíciles condiciones de disponibilidad de agua. Ambos aspectos determinan que las defensas de los árboles tengan niveles particularmente bajos, volviéndolos más vulnerables frente a todo tipo de plagas y enfermedades. En ese sentido, es imperativo desarrollar un sistema de monitoreo y seguimiento, así como un esquema de alerta temprana, que permitan identificar un problema fitosanitario potencial y controlarlo. (LLANOS, 2012)

Desde esta perspectiva, los espacios verdes y el arbolado urbano, requieren también de protección contra actividades o eventos que afecten negativamente su desarrollo, tales como la aplicación de medidas silvícolas inadecuadas, el daño directo producido por el hombre, la acción de diversas sustancias contaminantes, la presencia de plagas y enfermedades, entre otros (Sanches, 2003).

Con respecto a la silvicultura urbana, esta se define como la planificación, diseño y ordenación de árboles y rodales forestales con valores atractivos, situados en zonas urbanas o en sus proximidades, que van a contribuir al bienestar fisiológico, sociológico, y económico de la sociedad urbana. (E.Cater, 1996)

1.2.GENERALIDADES SOBRE LOS PROBLEMAS FITOSANITARIOS

1.2.1. Plaga

Una plaga forestal se define como cualquier especie, raza o biotipo de planta, animal o agente patógeno que daña las plantas que existen en los bosques y en otras tierras boscosas. (FAO, 2005)

1.2.2. Enfermedad

En las plantas se define como el mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante debido al efecto continuo sobre estos últimos de un organismo patógeno o factor ambiental y que origina la aparición de síntomas (AGRIOS, 1997).

1.2.3. Daño

Corresponde a 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) y a ejemplares completos. A nivel de rodal y ecosistemas 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).

1.2.4. SÍNTOMAS Y SIGNOS

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. (CATIE, 1991)

La protección sanitaria forestal forma parte de la Silvicultura. Por ello, a medida que se avanza en su conocimiento, se espera incrementar los beneficios obtenidos

a partir del bosque, adquiriendo importancia los aspectos fitosanitarios, y las pérdidas causadas por las plagas y las enfermedades pasan a ser menos tolerables (GAF, 2003)

Cuando un agente biológico dañino afecta a una especie arbórea, esta responde a través de síntomas, los cuales revelan su presencia. Estos síntomas pueden manifestarse de variadas maneras, como cambios de color del follaje, resinación, formación de tumores, canchales, marchitamientos, etc. De igual manera, se pueden detectar agentes dañinos en el árbol por la aparición de alguna presencia física en todo o parte de él, como, por ejemplo, galerías en la madera o corteza, perforaciones en el fuste, hojas comidas, larvas de algún insecto comiendo hojas o barrenando bajo la corteza, fructificaciones o partes de un hongo, entre otros (GONZALES, 2000)

El estado fitosanitario que tengan los árboles, generalmente, está ligado a su edad y a los diferentes factores de estrés que puedan estar afectándolos. De esta forma, los árboles que han sido víctimas de podas severas con heridas, son susceptibles a la transmisión de enfermedades y a sufrir un eventual daño por alguna plaga (Gallegos, 2005)

Las plagas están influenciadas por las condiciones climáticas, con sus variaciones diarias y estacionales de temperatura, humedad, lluvia, viento, insolación y fotoperíodo. Muchas especies de plagas están adaptadas a condiciones ambientales físicas bien definidas, en cuya ausencia no se presentan o son muy raras. (Cisneros, 1995)

El control de plagas, en sus diferentes formas, consiste básicamente de un manejo del ecosistema, que busca alterar las tasas de mortalidad y natalidad de las poblaciones de insectos, deteriorando sus posibilidades de supervivencia (Gasto, 1979). Esto a fin de evitar que la población de los agentes de daño aumente numéricamente hasta llegar a la capacidad de carga del ecosistema (COLOMBIA, 2006)

2.3. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

En los bosques existe una variedad enorme de poblaciones de insectos, los que pueden ser considerados como plagas para los árboles en los bosques en tres circunstancias: (1) ecosistemas forestales; (2) plantaciones forestales especializadas, como huertos semilleros, viveros, plantaciones, etc.; y (3) bosques urbanos. De igual forma, los insectos también son plagas importantes de productos y estructuras de maderas. (WITTER, 1990).

(WITTER, 1990) define el Manejo Integrado de Plagas (MIP), como una herramienta que consiste en la “mantención de los agentes destructores a niveles tolerables, mediante el uso planificado de tácticas y estrategias preventivas, supresoras o reguladoras que sean ecológica y económicamente eficientes, además de socialmente aceptables”.

El grado de aplicación de los conceptos del MIP depende en gran parte del tipo de situación forestal en que se encuentra la plaga. Esta circunstancia existe debido a que hay una gama amplia de intereses en el manejo de los recursos forestales en las diferentes situaciones de los bosques (WITTER, 1990).

(WITTER, 1990) determinaron que los siete principios fundamentales de un MIP son:

1. Existe un recurso que debe ser protegido contra plagas.
2. Periódicamente diversos organismos se vuelven plagas.
3. La importancia real o potencial de una plaga se determina al evaluar su impacto sobre el recurso.
4. Con frecuencia se pueden utilizar técnicas de supresión para disminuir las poblaciones de estos organismos.
5. Los criterios finales para la toma de decisiones se basan en un análisis costo – beneficio.
6. El manejo de plagas es un componente fundamental del manejo de los recursos forestales.

7. La vigilancia y la evaluación de las poblaciones de plagas y las condiciones del rodal, deben obtenerse a partir de varios tipos de inspecciones forestales.

El MIP, se compone básicamente de dos elementos, un proceso de decisión, el cual considera los aspectos de la población de una plaga, los objetivos de manejo del recurso y las consecuencias económicas, ecológicas y sociales de los diversos métodos de control disponibles, y un proceso de acción, el cual consiste básicamente en dos tipos de estrategias, la prevención y el control directo. La prevención incluye tácticas reguladoras, culturales y genéticas; y el control directo o supresión está constituido principalmente por el uso de biocontroladores, productos químicos y técnicas de control mecánico (CIESLA, 1998).

La detección de plagas y enfermedades consiste básicamente en descubrir los daños en las etapas iniciales de infestación. Las prospecciones son la forma para hacer la detección y evaluación de la colecta de los antecedentes fitosanitarios del bosque. Para hacer el control de una plaga siempre debe tenerse como objetivo su reducción a niveles que no produzcan un impacto sobre sus valores ambientales, sociales y económicos (CIESLA, 1998).

Un método común para clasificar las inspecciones de insectos es según su función. De esta manera existen 1) inspecciones de detección, 2) evaluaciones biológicas para medir el número de insectos, 3) evaluaciones físicas para evaluar pérdidas o daños y 4) evaluaciones del control de plagas (WITTER, 1990).

Existen dos formas principales de control de plagas; el **preventivo**, el cual maneja en forma anticipada los diferentes tratamientos para evitar así la aparición de brotes de plagas; y el **control terapéutico**, el cual tiene como finalidad reducir las poblaciones de hongos o insectos, en caso que su nivel aumente de manera tal, que perjudique el crecimiento y la calidad de los árboles. También, los tipos de control se pueden clasificar en físico-mecánico, silvicultural, químico, biológico y genético (COGOLLOR, 2000)

2.3.1. Control físico-mecánico

Consiste en la aplicación de tratamientos que reducen la población de insectos o enfermedades en forma directa, al árbol o sus productos, utilizando diferentes medios, como por ejemplo la destrucción del material infectado, descortezamiento, astillamiento, temperatura, agua, aire.

2.3.2. Control silvicultural

Es un tratamiento de aplicación rápida y sencilla, es de bajo costo y larga duración de sus efectos en el tiempo, reduciendo la población de la plaga al alterar su hábito alimentario y cambiar su ambiente de vida. El manejo forestal corresponde a este tipo de control.

2.3.3. Control químico

Tiene como objetivo reducir la densidad de la población que se ha transformado en plaga, utilizando productos insecticidas, fungicidas, bactericidas u otros, de origen químico natural, sintético y/o biológico.

2.3.4. Control biológico

Es la utilización de la acción de parásitos y depredadores por el hombre, en favor de la regulación de poblaciones dañinas al bosque. Se trata de producir una posición general de equilibrio más baja, que la que existiría sin el efecto de estos agentes.

2.3.5. Control genético

En este gran campo de acción para la reducción y el control de las plagas se actúa mediante la manipulación genética. Algunos métodos pueden ser el uso de hospederos resistentes, esterilización de insectos machos, y diversificación de la variabilidad genética de enemigos naturales.

El manejo integrado de plagas y enfermedades forestales, constituye una de las metas de todo programa de control fitosanitario en los bosques, especialmente por la extensión de tiempo de la rotación forestal, donde se pueden mantener estables algunas variables de reducción de las poblaciones dañinas (COGOLLOR, 2000).

La posibilidad de recurrir a la lucha integrada depende en gran parte de la importancia del nivel de los daños económicos. Si el límite es muy reducido y no pueden tolerarse daños, esta posibilidad es exigua; pero, por lo general, los bosques son capaces de tolerar perjuicios considerables (indirectos) en forma repetida. Esto depende principalmente de la capacidad de regeneración de los árboles (Franz, 1971).

2.4. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS

Una vez detectado un problema, este debe valorarse a efecto determinar si es conveniente y necesario tomar medidas de control. Para tener claro esto se utilizan dos parámetros que permitan cuantificar los daños (Arguedas, 1997), estos son:

- **Incidencia:** que se define como la proporción de plantas dañadas o enfermas con respecto al total.

Mediante la incidencia se puede determinar la diseminación de una plaga en la plantación.

- **Severidad:** es la proporción de tejidos dañados en la planta enferma. Este parámetro se expresa en categorías o fórmulas que indican la seriedad del daño.

2.4. EVALUACIÓN FÍSICA DE PÉRDIDAS O DAÑOS

El objetivo de la evaluación sanitaria es determinar si es necesario efectuar el control, por el monto de pérdidas producidas por la defoliación, daño en el tallo o ápice, o muerte del árbol (Cogollor, 2000).

Las evaluaciones físicas se utilizan para estimar pérdidas o daños, y se hacen con el propósito de medir el impacto de las plagas en el valor de los recursos forestales. Generalmente se llevan a cabo durante la secuela de una plaga, y la información recopilada se puede usar simplemente para calcular la pérdida o daño en el arbolado (WITTER, 1990).

Los procedimientos que se aplican en estas inspecciones se basan en la detección y estimación de la cantidad de daño resultante de la actividad de los insectos. Los niveles de población de estos agentes no tienen mayor importancia, a menos que se desee pronosticar pérdidas futuras. Estas evaluaciones son una parte importante en el manejo de los recursos forestales, y se pueden llevar a cabo en ecosistemas forestales, plantaciones forestales especializadas y bosques urbanos (WITTER, 1990).

2.5. CENSO FORESTAL

El censo forestal es un inventario 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. 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 húmedo tropical y mejorar la calidad de vida del poblador amazónico, así como también para conservar la calidad del medio ambiente que es una necesidad en el Planeta. (Perez, 2010)

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1. Ubicación

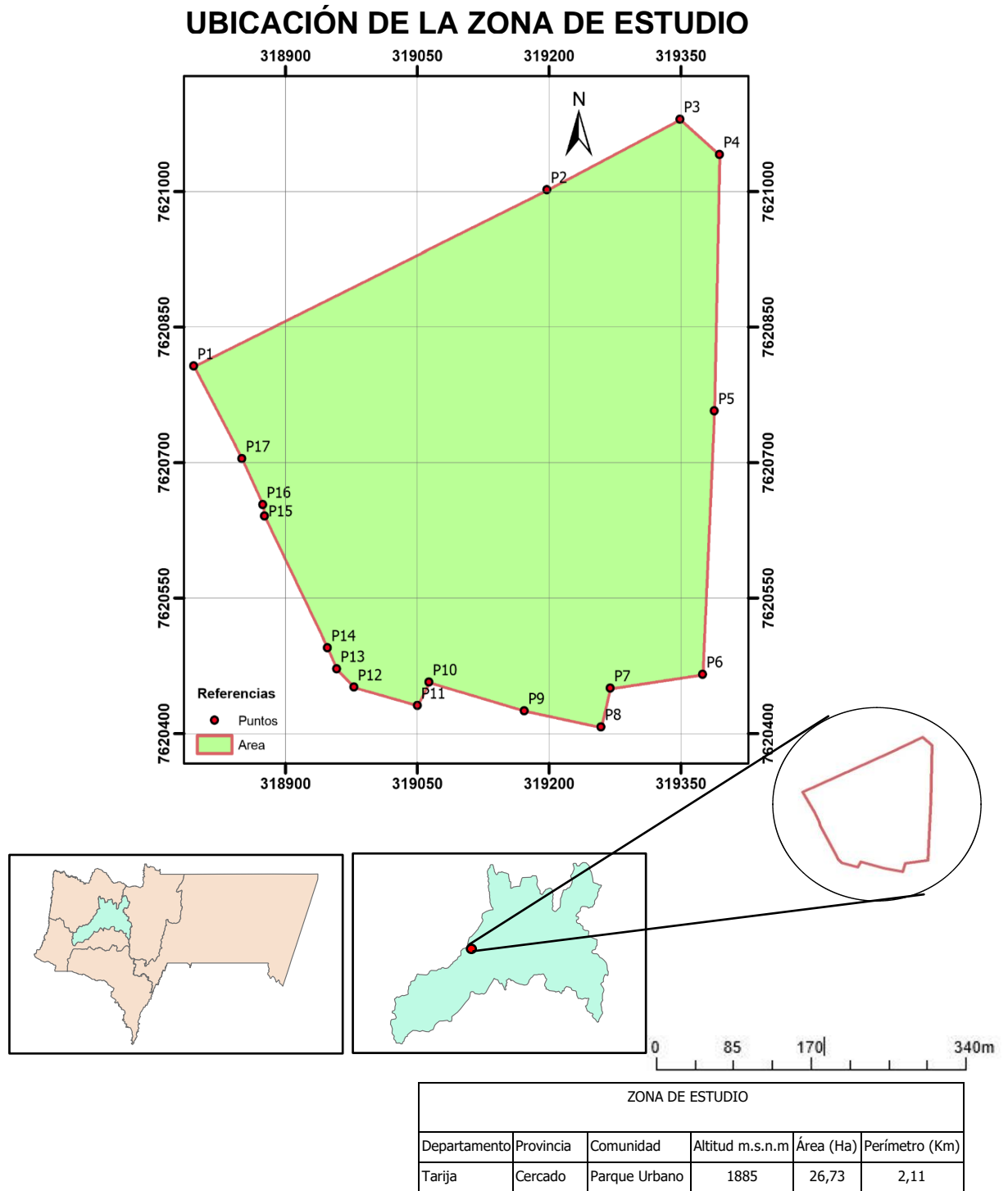
El área sujeta a estudio es el Bioparque Urbano, se encuentra ubicado en zona Las Barrancas del distrito N° 7 de la ciudad de Tarija, cuenta con una superficie de 26,73 hectáreas.

Tabla 1. Coordenadas de la poligonal del Bioparque Urbano. UTM, WGS84

Puntos	X Coord	Y Coord	Puntos	X Coord	Y Coord
P1	318796	7620807	P10	319063	7620457
P2	319198	7621002	P11	319050	7620431
P3	319349	7621080	P12	318978	7620451
P4	319394	7621041	P13	318958	7620471
P5	319388	7620757	P14	318948	7620495
P6	319375	7620465	P15	318876	7620641
P7	319270	7620450	P16	318874	7620653
P8	319259	7620407	P17	318850	7620704
P9	319172	7620425			

Fuente: Elaboración propia. 2020

Mapa 1 Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia. 2020

2.1.2. Descripción biogeográfica de la zona

Dada las características edáficas de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, y considerando imágenes satelitales (Google Earth 8/5/2015), se observa que el lugar donde se encuentra el Bioparque tiene una topografía variada, con planicies, pendientes y cárcavas donde se existen diferentes tipos de ecosistemas. (BIOPARQUE URBANO).

2.1.3. Topografía

La topografía más accidentada del terreno se encuentra al noreste del Bioparque, con suelos erosionados, y presencia de cárcavas que oscilan entre 5 a 10 m. (BIOPARQUE URBANO).

2.1.4. Geología y suelos

El Bioparque presenta una geomorfología predominante perteneciente al sistema cuaternario, que consta principalmente de materiales como arcilla y fluvio-lacustres, los cuales fueron depositados en una cuenca lacustre que inicialmente estaba conformada por dos lagos, ubicados al sur y sudeste de la ciudad de Tarija, y que posteriormente formaron un solo lago, siendo este receptáculo de materiales procedentes de las partes altas de la cuenca, comprende todo el material suelto o poco consolidado que yace sobre la superficie del terreno y está constituido principalmente por arcilla, depósitos aluviales, fluvio-lacustres y coluviales, como gravas, arenas, y limos además de otros componentes físico – mineralógicos. En menor proporción se tiene la presencia de un sistema Ordovícico que corresponde a los afloramientos de rocas (de edad ordovícica), que configuran relieves fuertemente plegados y presentan particulares exposiciones litológicas con abundante contenido fosilífero. Se trata de rocas sedimentarias de origen marino, principalmente lutitas, limonitas, cuarcitas y areniscas de variadas tonalidades y granulometría. (BIOPARQUE URBANO)

2.1.5. Clima

2.1.5.1. Temperatura

La temperatura media oscila alrededor de 17°C, con máximas extremas que sobrepasan 30°C en verano y las mínimas hasta -9.6°C en invierno. La provincia Cercado se caracteriza por tener un clima templado. (PDM, 2015-2019)

2.1.5.2. 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. (PDM, 2015-2019)

2.1.5.3. Velocidad y dirección de los vientos

La velocidad promedio anual es de 6.0 km/h, estos se presentan con mayor intensidad de agosto a diciembre. La dirección de los vientos es hacia el SE (Sur-Este), los mismos no toman otra dirección durante el año, con una velocidad de vientos de 10 km/h, (PDM, 2015-2019)

2.1.5.4. Humedad relativa

La humedad relativa media es de 59.9% 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 73% de humedad relativa. (PDM, 2015-2019)

2.1.5.5. Evaporación

La evaporación media diaria es de 4.41 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. (PDM, 2015-2019)

2.1.5.6. Radiación solar

Alcanza un valor promedio de 406.8 cal/cm²/mes, alcanzando los meses de invierno 150 cal/cm²/mes en verano.

La insolación (horas de brillo solar), se tiene un promedio en agosto el valor más alto 8.1 horas y el más bajo en enero con 5.1 horas. (PDM, 2015-2019)

2.2. MATERIALES

2.2.1. Materiales de campo

- Cinta métrica
- Varilla para medir altura
- Libreta de campo
- Planillas de campo
- Bolígrafo
- Cámara fotográfica
- Pintura
- GPS
- Bolsas plásticas
- Brújula
- Cinta diamétrica
- Wincha
- Jalones
- Machetes

2.2.2. Materiales de escritorio

- Computadora
- Mapa base
- Impresora
- Bolígrafos
- Hojas de papel bond
- Calculadora
- Información bibliográfica

2.3. METODOLOGÍA

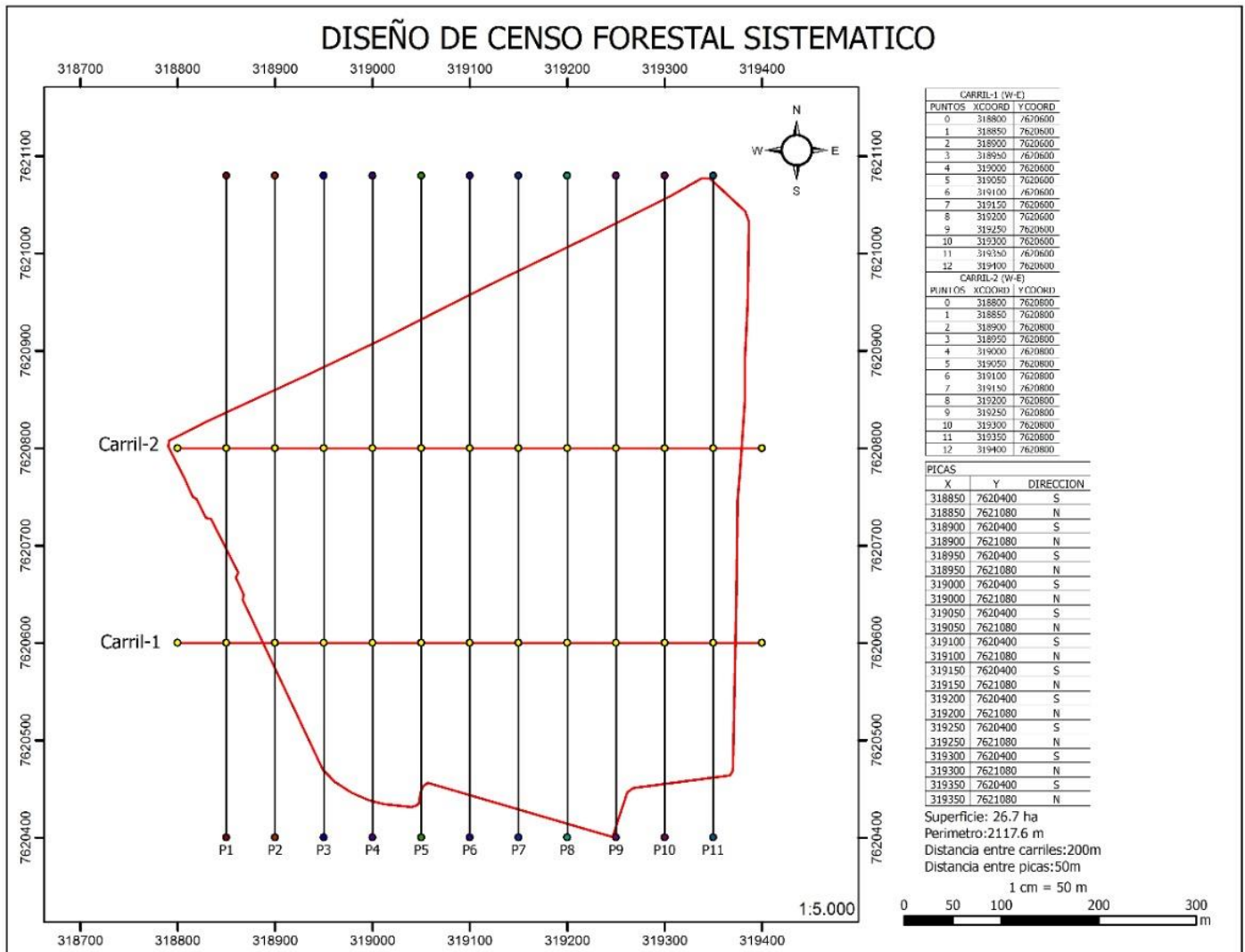
La metodología empleada en la recopilación de información necesaria para dar cumplimiento a los objetivos propuestos fue descriptiva y de observación, en base a evaluaciones cuantitativas, cualitativas mediante censo forestal, se aplicó el método sistemático.

2.3.1. Censo forestal

Se realizó un censo forestal en toda en el área del Bioparque urbano donde se registraron y evaluaron los árboles con DAP mayor a 10 cm que se encontraron en dicha área, tomando en cuenta las variables mencionadas en el formulario N° 1.

Para la elaboración del censo se procedió a la planificación donde con la ayuda de herramientas geomáticas como el SIG, se ubicaron los carriles cada 200 m con dirección de Este-Oeste, con picas de 50 m con dirección Sur-Norte, cuyo diseño básico fue el siguiente:

Mapa 2. Diseño del censo forestal sistemático



Fuente: Elaboración propia 2020.

Una vez diseñado el censo forestal, se procedió a la apertura de carriles cada 200 m. y las picas cada 50 m los árboles registrados durante el censo fueron referenciados a la pica correspondiente con distancias en X, Y.

2.3.2. Diversidad florística del Bioparque urbano

Para la determinación de la diversidad florística se registró los nombres comunes de las especies identificadas durante el censo forestal, las mismas que fueron validadas con su nombre técnico y la familia correspondiente de cada una de ellas por el Ingeniero Ismael Acosta encargado del Herbario Universitario.

2.3.4. Abundancia relativa

La abundancia, se determinó tomando en cuenta el número de árboles por especie sobre el número de árboles para todas las especies, estos datos se registraron en una planilla.

$$ABR = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ total de arboles}} * 100$$

La fórmula se aplicó para determinar la abundancia de cada una de las especies identificadas como se puede verificar en el siguiente ejemplo donde se calculó la abundancia del Taco según los datos obtenidos durante el censo.

$$ABR = \frac{509 \text{ Arb.}}{1597} * 100 = 32\%$$

2.3.6. Densidad

Para determinar la densidad se tomó el número total de individuos expresado por una unidad de área.

$$Densidad = \frac{\text{Número total de árboles}}{ha}$$

Según los datos arrojados para cada especie se aplicó la formula anterior para determinar la densidad de cada una de las especies existentes dentro del área de estudio, como se puede ver el ejemplo del Taco *Prosopis spp*

$$Densidad = \frac{509 \text{ Arb.}}{26,7 \text{ ha}} = 19 \text{ arb./ha}$$

2.3.8. Identificación de los principales agentes de daño

Se identificaron los problemas sanitarios causados por plagas y enfermedades presentes en las diferentes especies arbóreas del área objeto de estudio, de acuerdo a los síntomas y signos detectados durante las visitas preliminares al terreno y la toma de muestras respectivas con apoyo de un registro fotográfico.

Se colectaron muestras de las diferentes especies que fueron infestadas por algún agente que ocasionan daños y/o enfermedades, y con la ayuda del encargado de laboratorio de biología Ing. Victor Hugo Hiza Zúñiga se identificó las mismas.

2.3.9. Evaluación del estado fitosanitario

Esta variable se refiere a la observación de la parte dañada del árbol por ataque de insectos y/o presencia de enfermedad, mediante la organografía de la planta.

Para la identificación de esta variable se utilizó planillas (formulario N° 2), y se calificó de acuerdo a los siguientes parámetros: porcentaje de incidencia y severidad.

2.3.10. Incidencia

Para determinar la incidencia y el daño se procedió a evaluar las especies más afectadas, aquellas que presentaran síntomas de enfermedades y/o daños mecánicos severos según datos arrojados en el censo.

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).

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

La fórmula propuesta por (Ivancovich, 1998). Se utilizo de la siguiente manera para determinar la incidencia de cada una de las plagas, en el siguiente ejemplo se calculó la incidencia del serrucho o corta palos en la especie Jarca y de la misma forma se determinó para las demás especies.

$$\textit{Incidencia (I)} = \frac{397}{250} * 100 = 63\%$$

3.3.11. Daño o severidad

Para precisar este parámetro se evaluó el porcentaje de la superficie del órgano enfermo de cada individuo, ya sea hoja, tallos, raíces o frutos afectados por plaga o enfermedades y varía entre 0 y 100

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).

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

De acuerdo a esta fórmula se estimó de forma subjetiva la variable severidad para todas las plagas y enfermedades encontradas durante el censo forestal.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1. ESPECIES Y NÚMERO DE INDIVIDUOS REGISTRADOS EN EL ÁREA CENSADA.

Tabla 2. Especies, N° de individuos, densidad y abundancia de árboles censados.

N° de especies	Nombre común	Nombre científico	N° de árboles	Abundancia (%)	Densidad Árb./ha
1	Taco	<i>Prosopis sp.</i>	509	32	19
2	Chañar	<i>Geophroea decorticans (Gill.ex H.et A.) Burk.</i>	357	22	13
3	Jarca	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.	397	25	15
4	Molle	<i>Schinus molle</i> L.	157	10	6
5	Churqui	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	58	4	2
6	Paraíso	<i>Melia azedarach</i> L.	8	0,5	0,3
7	Lapacho rosado	<i>Tabebuia avellanadae</i> (Lorentz ex Griseb.) Mattos.	6	0,4	0,2
8	Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	7	0,4	0,3
9	Toborochoi	<i>Chorisia insignis</i> HBK.	1	0,1	0,0
10	Tusca	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook. & Arn.	7	0,4	0,3
11	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	67	4	3
12	Brachichito	<i>Brachychiton populneus</i> (Schott & Endl.) R.Br.	1	0,1	0,0
13	Timboy	<i>Enterolobium contortosiliquum</i> (Vell.) Morong.	3	0,2	0,1
14	Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze.	6	0,4	0,2
15	Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	9	0,6	0,3
16	Sina sina	<i>Parkinsonia aculeata</i> L	1	0,1	0,0
17	Sauce lloron	<i>Salix babylonica</i> L.	1	0,1	0,0
18	Álamo deltoide	<i>Populus deltoides</i> W. Bartran ex Marshall	2	0,1	0,1
Total, de individuos			1597		60

Fuente: Elaboración propia. 2020.

Durante el censo forestal aplicado bajo el método sistemático, se registraron 18 especies, presentando mayor número de árboles la especie Taco con 509 individuos, continuando la Jarca con 397, Chañar 357, Molle 157, Eucalipto 67 y Churqui 58 árboles.

En cuanto a la abundancia y densidad evidentemente corresponde al Taco presentando la mayor abundancia con 32 % y una densidad de 19 árboles/ha.

La densidad total según el número de árboles con respecto al área total de estudio se determinó 60 árboles/hectárea.

3.2. Diversidad florística

En el área de estudio, se identificó 1597 individuos, distribuidos en 9 familias, 18 especies. Las familias con mayor número de especies fue la Leguminosa con 8 especies, seguida de la Bignoniaceae, Salicaceae, Anacardiaceae, Meliaceae, Bombacaceae, Myrtaceae, Sterculiaceae y Casuarinaceae cómo se observa en la siguiente Tabla.

Tabla 3. Diversidad florística del Bioparque urbano

Familia	Nombre común	Nombre científico
1. Leguminosae	1. Taco	<i>Prosopis sp.</i>
	2. Chañar	<i>Geophroea decorticans (Gill.ex H.et A.) Burk.</i>
	3. Timboy	<i>Enterolobium contortosiliquum (Vell.) Morong.</i>
	4. Tusca	<i>Acacia aroma Gillex ex Hook. & Arn.</i>
	5. Churqui	<i>Acacia caven (Mol.) Mol.</i>
	6. Tipa blanca	<i>Tipuana tipu (Benth.) Kuntze.</i>
	7. Sina sina	<i>Parkinsonia aculeata L.</i>
	8. Jarca	<i>Acacia visco Lor. ex Griseb.</i>
2. Bignoniaceae	1. Lapacho rosado	<i>Tabebuia avellanadae (Lorentz ex Griseb.) Mattos.</i>
	2. Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia D. Don</i>
3. Salicaceae	1. Álamo deltoide	<i>Populus deltoides W. Bartran ex Marshall</i>
	2. Sauce llorón	<i>Salix babylonica L.</i>
4. Casuarinaceae	1. Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana Miq.</i>
5. Sterculiaceae	2. Brachichito	<i>Brachychiton populneus (Schott & Endl.) R.Br.</i>
6. Anacardiaceae	1. Molle	<i>Schinus molle L.</i>
7. Myrtaceae	1. Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>
8. Bombacaceae	1. Taborochi	<i>Chorisia insignis HBK.</i>
9. Meliaceae	1. Paraíso	<i>Melia azedarach L.</i>

Fuente: Elaboración propia. 2020.

3.3. EVALUACIÓN DEL ESTADO FITOSANITARIO DEL ARBOLADO

Primera evaluación fitosanitaria.

La primera evaluación se llevó a cabo el 2 de diciembre de 2020, paralelamente con el censo forestal, donde se evidenciaron las siguientes plagas:

Tabla 4. Primera evaluación fitosanitaria.

Especie	Enfermedades y plagas	Partes de la planta afectada			
		Hojas	Frutos	Ramas	Fuste
Taco	Serrucho, clavel de aire, liga liga	x		x	
Jarca	Serrucho, clavel de aire, liga liga	x		x	
Chañar	Clavel de aire, lila liga			x	
Churqui	Clavel del aire, liga liga			x	
Tusca	Clavel del aire, liga liga			x	
Molle	Cigarra, clavel del aire, parasitas	x		x	
Eucalipto	Manchas foliares, clavel del aire	x		x	

Fuente: Elaboración propia. 2020

Segunda evaluación.

Se realizó el 14 de enero de 2021.

Tabla 5. Segunda evaluación fitosanitaria.

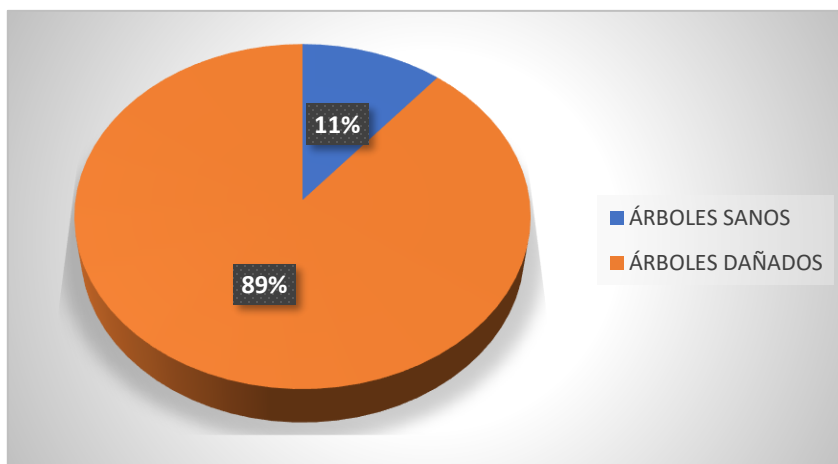
Especie	Enfermedades y plagas	Partes de la planta atacadas			
		Hojas	Frutos	Ramas	Fuste
Taco	Serrucho, clavel de aire, liga liga, hormiga negra	x		x	
Jarca	Serrucho, clavel de aire, liga liga, hormiga negra, rupa rupa	x		x	
Chañar	Clavel de aire, lila liga			x	
Churqui	Clavel del aire, liga liga, serrucho			x	
Tusca	Clavel del aire, liga liga, rupa rupa			x	
Molle	Cigarra, clavel del aire, parasitas	x		x	
Eucalipto	Hongo, clavel del aire, psilidio	x		x	
Casuarina	Clavel de aire			x	

Fuente: Elaboración propia. 2020.

3.4. EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL BIOPARQUE URBANO

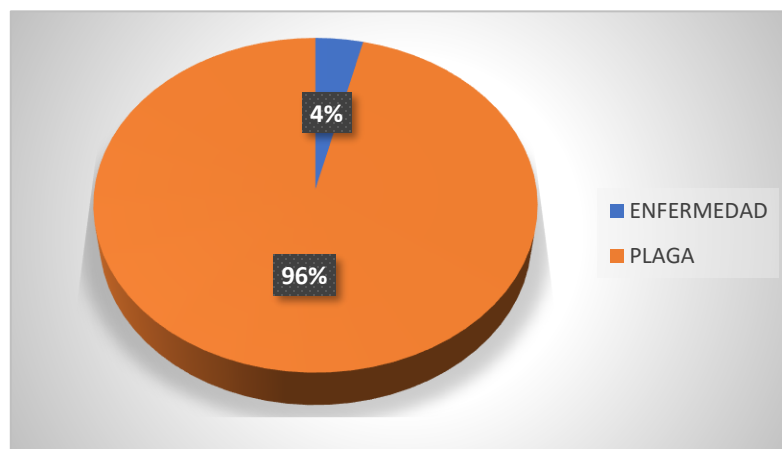
Durante el censo forestal, se registró 1597 árboles, de los cuales 176 son árboles sanos representando el 11% y 1421 árboles enfermos correspondiendo al 89% del total de los árboles censados.

Figura 1 Porcentaje de árboles sanos y enfermos



De acuerdo a lo anterior, de los 1421 árboles enfermos 1367 son árboles afectados por plagas representando el 96%, y los restantes 54 árboles presentan enfermedad haciendo un 4%. Esto hace notar que el mayor problema que presentan los árboles de esta área, son por plagas. (figura 2)

Figura 2 Porcentaje de árboles enfermos según el agente causal.



La incidencia y severidad del daño causado a los árboles censados, se presenta en la siguiente tabla.

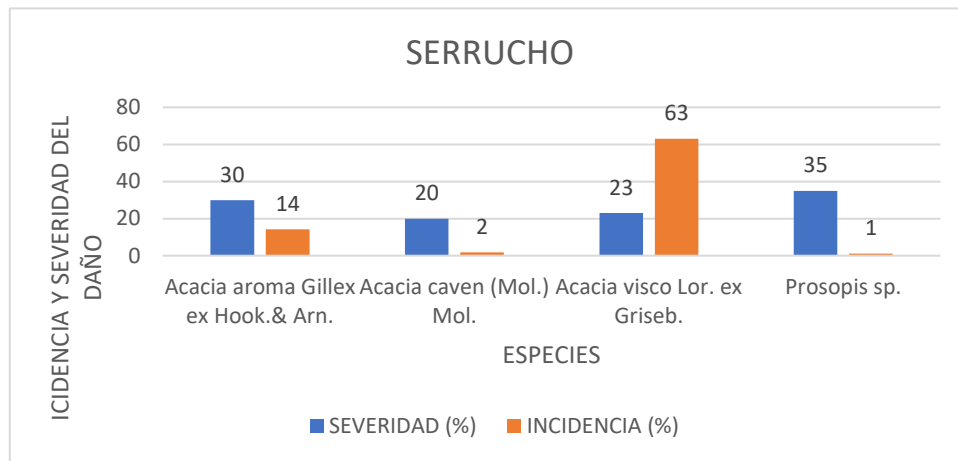
Tabla 6. Evaluación de las principales plagas y enfermedades detectadas.

Fuente: Elaboración propia. 2020.

Enfermedad	Especies	Nº total de árboles	Nº de árboles afectados	Severidad (%)	Incidencia (%)
Serrucho	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.	397	250	23	63
	<i>Prosopis sp.</i>	509	6	35	1
	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	58	1	20	2
	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	7	1	30	14
Clavel del aire	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.	397	342	23	86
	<i>Prosopis sp.</i>	509	458	48	90
	<i>Geophroea decorticans</i> (Gill.ex H.et A.) Burk.	357	322	35	90
	<i>Eucalyptus sp.</i>	67	5	24	7
	<i>Schinus molle</i> L.	157	9	29	6
	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	58	52	44	90
	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	7	6	30	86
	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	9	3	47	33
Liga liga	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.	397	85	30	21
	<i>Prosopis sp.</i>	509	103	51	20
	<i>Geophroea decorticans</i> (Gill.ex H.et A.) Burk.	357	46	46	13
	<i>Schinus molle</i> L.	157	2	45	1
	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	58	29	44	50
	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	7	4	33	57
Psilidio	<i>Eucalyptus sp.</i>	67	28	30	42
Mancha foliar	<i>Eucalyptus sp.</i>	67	54	25	81
Cigarra	<i>Schinus molle</i> L.	157	141	21	90
Rupa rupa	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.	397	1	30	0,3
	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	7	1	40	14
Hormiga negra	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.	397	1	20	0,3
	<i>Prosopis sp.</i>	509	1	10	0,2

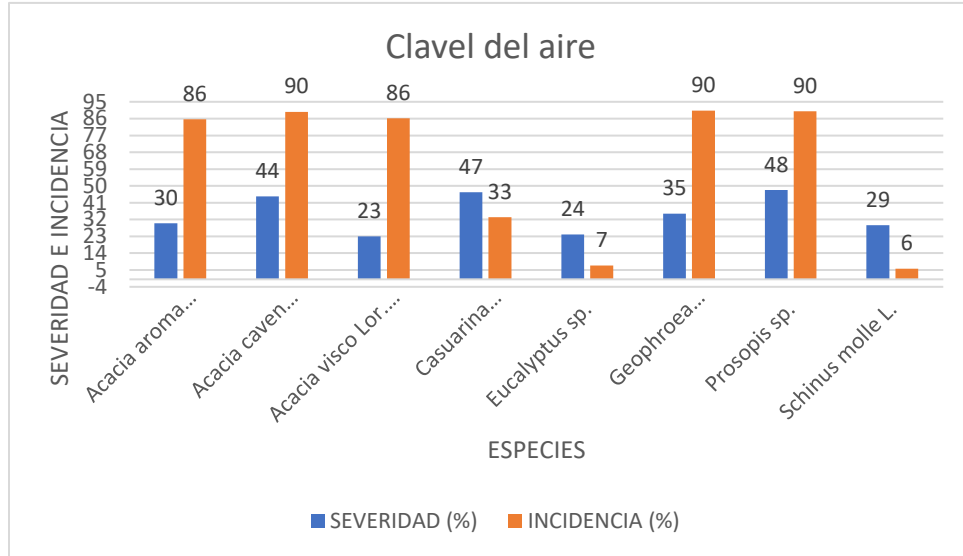
Conforme se observa en la tabla anterior, predomina 3 plagas que afectan en mayor porcentaje a las especies forestales del Bioparque urbano, las mismas se muestra en las siguientes figuras.

Figura 3 Porcentaje de incidencia y daño ocasionado por la plaga Serrucho (*Oncideres saga*).



Con respecto a la incidencia la plaga del serrucho, esta se presenci6 más en la especie Jarca (*Acacia visco Lor. ex Griseb.*) con 63%, seguida por la Tusca (*Acacia aroma Gillex ex Hook.& Arn.*), el Churqui (*Acacia caven (Mol.) Mol.*) y finalmente en el Taco (*Prosopis sp.*). Con respecto al mayor da1o que ocasion6 la plaga se evidenci6 en el Taco 35%, seguido por la Tusca, Jarca y la menor severidad fue en el Churqui.

Figura 4 Porcentaje de incidencia y daño ocasionado por la plaga clavel del aire (*Tillandsia aeranthus* (Loisel) L.)

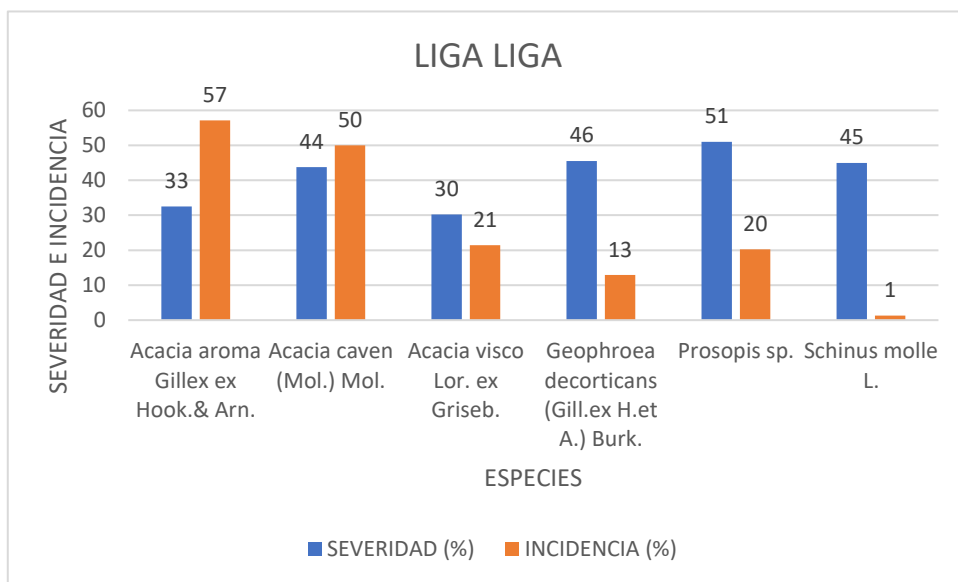


Esta plaga poseyó mayor incidencia en las especies Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), Chañar (*Geophroea decorticans* (Gill.ex H.et A.) Burk.) y Taco (*Prosopis sp.*) con un 90%, seguido por la Jarca (*Acacia visco* Lor. ex Griseb), Tusca (*Acacia aroma* Gillex ex Hook.& Arn.) con 86%. La menor incidencia se presentó en el molle (*Schinus molle L.*) con 6%.

El clavel del aire fue la plaga que mayor incidencia tuvo con respecto a especies; ya que se presenta en 8 especies, llegando en algunas hasta un 90% de incidencia.

Con respecto a la severidad de esta plaga fue menor que la incidencia, siendo la más alta en la especie Taco con 48%, y la menor severidad se ubicó en la Jarca con 23% de daño.

Figura 5 Porcentaje de incidencia y daño ocasionado por la plaga Liga liga (*Loranthus cuneifolius*)



La liga liga (*Loranthus cuneifolius*) tuvo mayor incidencia en la Tusca con 57%, Churqui 50%, jarca 21%, Taco 20% y por último en el Chañar con 13%.

En cuanto a la severidad de plaga se estimó como la más alta severidad de todas las plagas y enfermedades, la especie más afectada es el Taco con 51%, seguido por el chañar con 46%, Sauce con 45%, Churqui 44%, tusca 33% y por último la jarca 30%.

Evaluación del daño de plagas y enfermedades por especie arbórea.

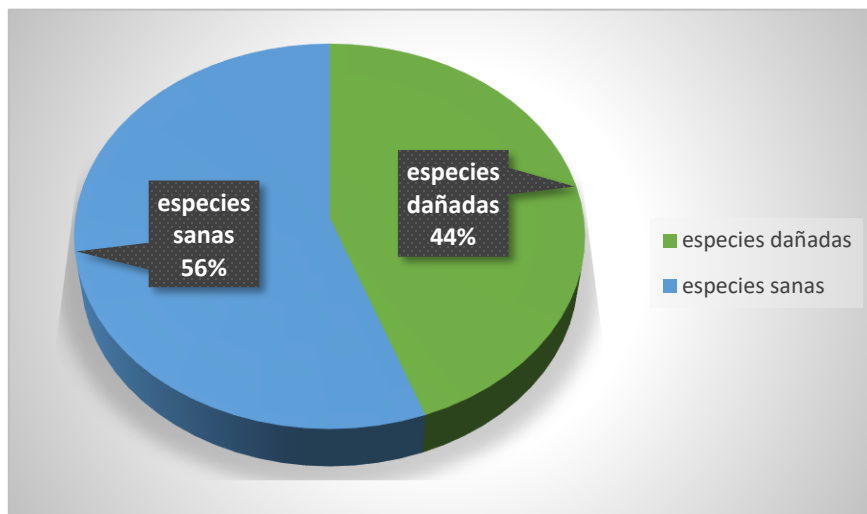
Durante el censo se registró 18 especies arbóreas de las cuales 8 presentaron daños por plagas y enfermedades (cuadro 6) por tanto el 44% de especies presentaron algún daño por plagas o enfermedades. (Figura 6).

Tabla 7 Especies censadas en el Bioparque urbano con y sin problema fitosanitario.

Especies sin presencia de daño	Especies con presencia de daño
<i>Enterolobium contortosiliquum</i> (Vell.) Morong.	<i>Prosopis sp.</i>
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze.	<i>Geophroea decorticans</i> (Gill.ex H.et A.) Burk.
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.
<i>Tabebuia avellaneda</i> (Lorentz ex Griseb.) Mattos.	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	<i>Acacia visco</i> Lor. ex Griseb.
<i>Populus deltoides</i> W. Bartran ex Marshall	<i>Schinus molle</i> L.
<i>Salix babylonica</i> L.	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.
<i>Brachychiton populneus</i> (Schott & Endl.) R.Br.	<i>Eucalyptus sp.</i>
<i>Chorisia insignis</i> HBK.	
<i>Melia azedarach</i> L.	

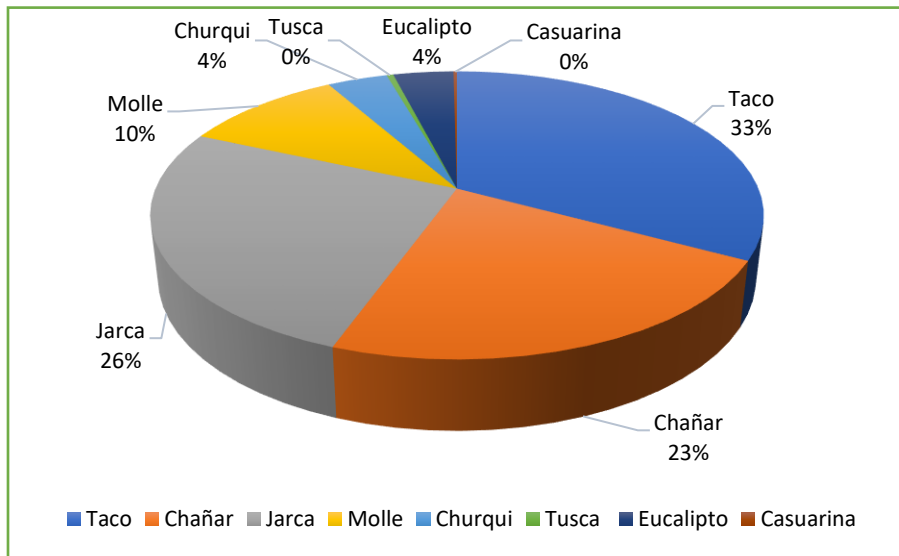
Fuente: Elaboración propia. 2020

Figura 6 Porcentaje de especies de árboles sanos y dañados en el Bioparque urbano.



Acorde con la evaluación anterior de enfermedades y plagas por especie arbórea, se determinó que la especie con mayores problemas de sanidad fue el *Prosopis sp.* con 33%, continuando con *Acacia visco* Lor. ex Griseb. 26%, y con el menor porcentaje *Acacia aroma* Gillex ex Hook.& Am. 0,4%, *Casuarina cunninghamiana* Miq. 0,2%, como se observa en la siguiente figura.

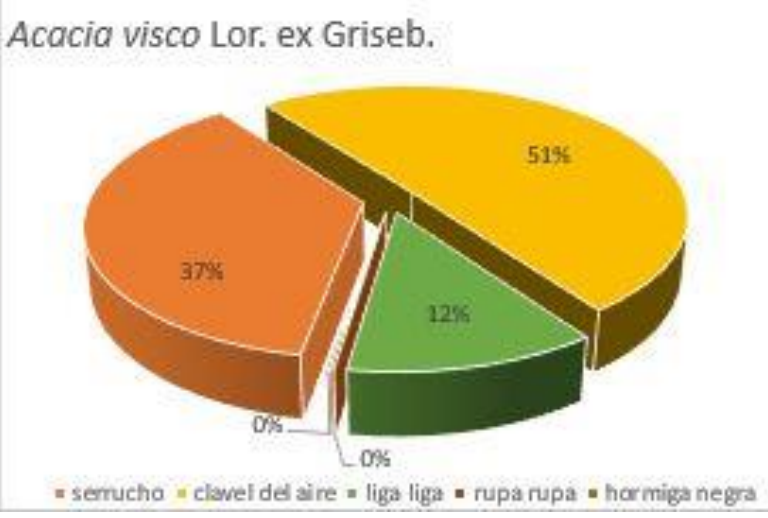
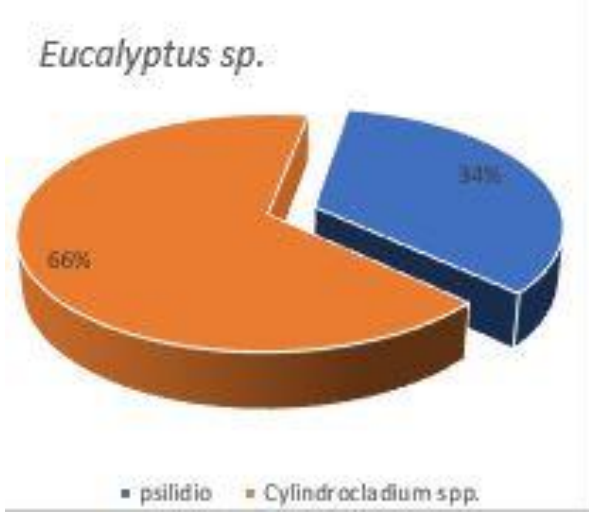
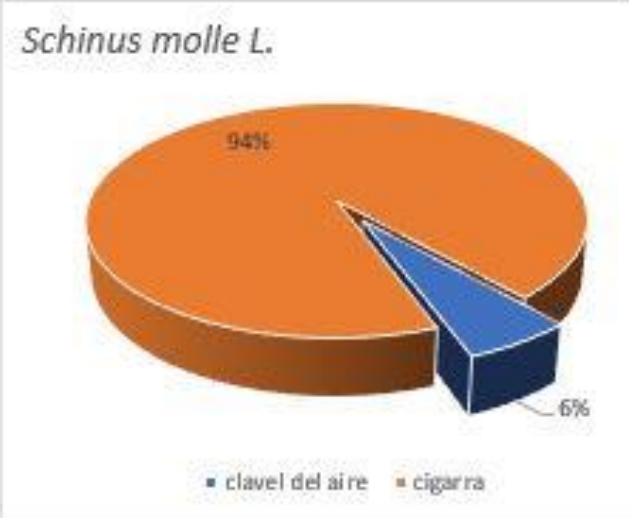
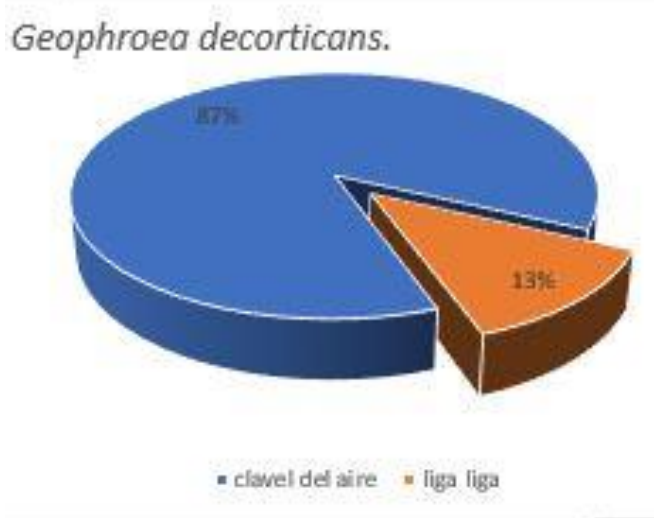
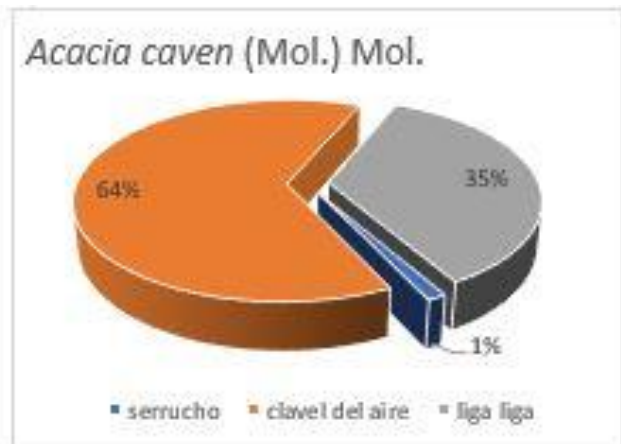
figura 7 Porcentaje de daño ocasionado por plagas y enfermedades por especie.



Principales agentes causales de las especies más afectadas del Bioparque urbano.

Según el cuadro anterior las especies más afectadas fueron *Prosopis sp.* seguida por *Acacia visco* Lor. ex Griseb., *Geophroea decorticans* (Gill.ex H.et A.) Burk., *Schinus molle* L. *Eucalyptus sp.* y *Acacia caven* (Mol.) Mol. En las siguientes figuras se presentan las plagas y enfermedades que ocasionaron daño:

Figura 8 Porcentaje de incidencia de las plagas y enfermedad en las especies arbóreas más afectadas según su agente causal.



En la especie *Prosopis sp.* el agente que hubo en mayor presencia fue el clavel del aire (*Tillandsia aeranthus* (Loisel) L.) con 81%, de igual manera la misma plaga en las siguientes especies en el *Acacia caven* (Mol.) Mol 64%, en el *Geophroea decorticans* (Gill.ex H.et A.) Burk. 87% y *Acacia visco* Lor. ex Griseb. 51%; en el *Schinus molle* L.

La plaga que estuvo presente en la mayor cantidad de individuos fue *Calophya schini* con 94% y en el *Eucalyptus sp.* la enfermedad Mancha foliar por *Cylindrocladium spp.* con 66%.

3.5. Características de los principales agentes causales encontrados en el Bioparque urbano.

Serrucho o Corta palos (*Oncideres saga*).

Según (Dioato, 1997) el género *Oncideres* (Orden Coleoptera, Familia Cerambycidae) Se trata de insectos xilófagos que se caracterizan por cortar ramas de árboles de gran porte y troncos de árboles jóvenes, especialmente de la familia Leguminosas, tales como algarrobos (*Prosopis spp.*) y acacias (*Acacia spp.*), entre otros. Las larvas al cavar numerosas galerías en la madera, inutilizan parte de esta, pudiendo llegar a destruir totalmente las ramas.

Evidentemente durante el recorrido en el censo se observó los síntomas y daños producidos por los adultos mediante un corte en forma de anillo en las ramas impidiendo la circulación de la savia, provocando el amarillamiento de las hojas y posterior muerte de la rama en sí, en otros casos la caída de aquellas ramas más finas.

Durante la investigación se pudo evidenciar que el corta palos se encontraba en estado larval, la misma que generaba numerosas galerías llegando en las ramas que fueron cortadas anteriormente en su estado adulto inutilizando parte de esta o algunos casos la destrucción total.

Figura 9 Larva del *Oncideres saga* y rama cortada en forma de anillo por esta plaga



Clavel del aire (*Tillandsia aeranthus* (Loisel) L.)

Pertenece a la familia de las bromeliáceas las cuales son hierbas perennes generalmente epifitas, *Tillandsia aeranthus* (Loisel) L. para su anclaje y reproducción utiliza hospedadores orgánicos e inorgánicos, vivos e inertes es muy común encontrarlo en las copas de árboles, rocas e incluso líneas de cables. (Neumann, 2004).

Se identificó que esta epífita ataca a diferentes especies arbóreas, pero que no se alimenta de su hospedador y solo requiere apoyo físico, sin embargo, durante el estudio realizado se observó que su presencia en los árboles de alguna manera provoca su debilitamiento y muerte en algunos casos, debido a que cuando el árbol comienza por un clavel, termina cubierto por muchos de ellos; lo cual provoca desórdenes en la vida y desarrollo normal del árbol hospedante, modificando sus mecanismos de intercambio gaseoso, impidiendo la emergencia de nuevos brotes y el exceso de sombra sobre las zonas donde el árbol necesita luz solar para su proceso fotosintético.

Se observó que esta plaga se presenta más en los árboles de corteza rugosa como por ejemplo en este caso tuvo más incidencia en el taco y no así en los eucaliptos.

Figura 10 Árbol infestado por *Tillandsia aeranthus* (Loisel) L.



Mancha foliar por *Cylindrocladium* spp.

Pertenece a la familia Nectriaceae, El género *Cylindrocladium* presenta esporas cilíndricas con extremos redondeados que pueden ser septados. Micelio aéreo bien desarrollado, al principio blanco y algodonoso, más tarde logra un tono de marrón en el centro. Conidios solitarios en las fiálides, cilíndricos, con o más septos (Boedijn, 1950).

La infección por estos hongos da lugar a síntomas que incluyen podredumbre, damping-off, mancha foliar, tizón del brote, canchros del tallo y enfermedad de la raíz en varias especies de árboles forestales.

Las infecciones en el eucalipto se centran frecuentemente en los pecíolos de las hojas. Este hecho sugiere que la infección comienza en el follaje y progresa a los tallos a través de los pecíolos. (M. Wingfield, 2010)

Esta fue la única enfermedad detectada durante el recorrido del área de estudio, la cual fue identificada por los síntomas que presentaban las hojas del eucalipto por parte del encargado del laboratorio de Biología.

figura 11 Hojas de Eucalipto con manchas foliares



***Glycaspis brimblecombei*.**

Glycaspis brimblecombei (Hemiptera: Psyllidae) es nativo de Australia, y es común en las densidades bajas de los eucaliptos.

Tanto los adultos como las ninfas de *Glycaspis brimblecombei* se alimentan de la savia de las hojas sésiles y pecioladas de algunas especies de eucalipto, pero estas últimas son las que causan mayor daño. Una vez que la ninfa empieza a alimentarse, comienza a extraer una sustancia azucarada (honeydew) con la que construye un cono blanco (lerp) bajo la cual quedará protegida hasta transformarse en adultos (SAG, 205).

Se pudo evidenciar esta plaga durante las visitas al área de estudio mediante los síntomas de los árboles infestados como la caída de follaje, y lo importante fue que se presenció en las hojas una cápsula blanca a modo de pelusilla como se ve en la figura 12, además que en algunos se encontró al insecto adulto.

Esta plaga al igual que la demás fue identificada por el encargado del laboratorio de Biología mediante síntomas y fotos de las muestras tomadas, el *Glycaspis brimblecombei* es un insecto succionador de la savia de las hojas, donde tanto adultos como ninfas se alimentan. Sin embargo, son principalmente las ninfas las que causan el daño. El psílido induce el crecimiento de hongos por la gran producción de mielecilla sobre las hojas infestadas.

Figura 12 Follaje del Eucalipto infestado por *Glycaspis brimblecombei*



***Calophya schini* (Hemiptera: Psyllidae)**

Calophya schini hospeda en la especie nativa *Schinus molle*, la que se utiliza como especie ornamental.

Las ninfas se caracterizan por las típicas agallas y perforaciones que forman sobre las hojas, pecíolos, ramillas y brotes de su hospedero; producto de la succión de savia por el insecto, el cual puede causar defoliación y deformación de las hojas cuando la infestación es muy severa, pero generalmente no producen la muerte del árbol. (Villa, 2017).

La plaga se la identificó mediante los síntomas como se observa en la figura 13. Se evidencio pequeños bolsones eso producidos por ninfas de esta plaga.

Figura 13 Hojas del *Schinus molle* infestadas por *Calophya schini*



Liga liga (*Loranthus cuneifolius*)

Pertenece a la familia Loranthaceae, son plantas hemiparásitas que se desarrollan sobre vástagos leñosos, es decir que dependen del hospedante para vivir, de donde obtienen el agua y los nutrientes minerales; son organismos fotosintetizadores ya que producen sus propios carbohidratos. Por su condición de hemiparásitas, en general están desprovistas de raíces; al germinar la semilla da lugar a un disco de adhesión en el hipocótilo que le permite aferrarse a la superficie de las ramas y de los tallos del hospedante. Luego generan un cono de penetración que crece entre los tejidos hasta llegar al xilema por donde circulan el agua y las sales (Abbiatti, 1946)

En el transcurso del censo los síntomas y daños que se observó de esta plaga fue el estrés hídrico, un decaimiento generalizado y pérdida de vigor, ya que esta zona se registran periodos de sequía prolongados, siendo que en individuos con abundantes matas de liga ligase puede llegar hasta la muerte de los mismos.

Figura 14 Árbol infestado por liga liga



RUPA RUPA O QUEMA QUEMA (*Tolyte inserta* (doning))

Pertenece a la familia Lasiocampidae, estas larvas son de 20-80 mm, peludas, con abundantes setas secundarias de longitud irregular algunas de estas se encuentran agrupaciones de pequeñas verrugas. Cabeza redondeada el labro con una hendidura profunda. (jiri & Milan, 1990)

Aunque esta plaga es muy frecuente en las especies nativas del Valle Central de Tarija en el área de estudio no se pudo evidenciar de esta manera. La Rupa rupa ataca a cultivos agrícolas y forestales, siendo en algunos casos verdaderas catástrofes los daños causados por estas larvas. La mayoría de estos insectos devoran el follaje y brotes de los árboles.

El *Tolyte inserta* se identificó de acuerdo a las características de esta plaga, imágenes y ejemplares, se observó durante el estudio que esta plaga tiene preferencia más por las especies de la familia Leguminosae.

Figura 15 Rupa rupa presente en el fuste de la Jarca.



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Respecto a la diversidad florística del Bioparque urbano, se tiene las siguientes conclusiones:

- La diversidad florística de Bioparque Urbano, está constituida por un total de 1597 árboles, distribuidos en 18 especies, pertenecientes a 23 familias, de las cuales la más representativa es la familia Leguminosae con un total de 8 especies y las menos representativas son: Casuarinaceae, Sterculiaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae, Bombacaceae y Meliaceae con solo una especie.
- La especie más abundante corresponde al Taco *Prosopis sp.* con 509 individuos, lo cual representa el 32 %, al igual que la densidad está comprendida con 19 Árb./Ha de la misma especie.
- La densidad total de los individuos registrados durante el censo forestal es de 60 Arb. /Ha.
- En el mapa elaborado de árboles correspondientes a diferentes especies, se observa que en algunas partes se concentra cierta cantidad de árboles, lo cual constituye una base de datos para desarrollar un sin número de labores culturales. Ver mapa N° 3.

Las conclusiones respecto al estado fitosanitario del arbolado urbano, son las siguientes:

El mantenimiento de los árboles jóvenes a maduros es de mucha importancia, ya que estos requieren cierto seguimiento y control para potenciar sus funciones como la purificación del aire, reducción de ruidos, etc.

- Las plagas más representativas y de mayor incidencia en el arbolado del Bioparque urbano son: Serrucho o Corta palos (*Oncideres saga*), Clavel del aire *Tillandsia aeranthus* (Loisel) L., Mancha foliar por *Cylindrocladium spp.*, *Calophya schini* (Hemiptera: Psyllidae) y Liga liga.

- La plaga que tiene mayor incidencia es el Clavel de aire, presente en 8 especies de las 18 en total, seguida por la Liga liga presente en 6 especies.
- Acorde al censo realizado en el Bioparque urbano, se determinó que, de los 1597 árboles evaluados, el 89% presenta problemas de sanidad, siendo el 96% los problemas ocasionados por plagas y solo un 4% por enfermedades; como se puede observar la distribución de árboles con problemas de sanidad y los sanos en el mapa. Ver mapa N° 4.

4.2. RECOMENDACIONES

- Después de haber realizado la evaluación detallada de cada ejemplar existente dentro del Bioparque urbano, se recomienda realizar prácticas silviculturales, y manejo integrado de plagas como parte de la gestión del manejo del arbolado urbano, de manera que los árboles tengan mejores condiciones de salud.
- Es recomendable considerar una propuesta de manejo silvicultural como podas y raleos, para mejorar la calidad de vida de los árboles de esta zona, permitiendo de esta manera sus funciones sin ningún problema y de esta forma beneficiar a la población tarijeña.
- En cuanto a la plaga más incidente clavel del aire *Tillandsia aeranthus* (Loisel) L. se recomienda realizar un sistema de podas de limpieza para la mejorar la condición sanitaria y su estética de cada individuo.
- En función de haber realizado el conteo en su totalidad de todos los árboles mayores a 10 cm. De DAP se recomienda que todos aquellos árboles severamente afectados por plagas y enfermedades deben ser eliminados, por constituirse como focos de infección y de paso por tratarse de árboles sobre maduros.
- Se sugiere medidas de control mecánico para las plagas *Oncideres saga* y *Tolyte inserta*, en la primera consiste en recolectar las ramas cortadas las mismas que deben ser quemadas, en cuanto a la rupa rupa de igual forma recolectarlas las larvas y orugas para despues enterrarlas.
- Teniendo en cuenta que el Bioparque urbano es un área publica y un centro de custodia de animales para plaga *Glycaspis brimblecombei*, se recomienda realizar un estudio en la introducción de un entomófago biológico.
- Se hace necesaria una investigación más exhaustiva sobre las plagas y enfermedades; para luego desarrollar y proponer un manejo integrado a los problemas fitosanitarios en el arbolado urbano.