

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CONCEPTO BÁSICO EN EL ESTUDIO DEL ARBOLADO URBANO

2.1.1. Vegetación

La vegetación es uno de los elementos más perceptible del medio físico y también más significativo debido a las múltiples relaciones que mantiene con otros elementos del medio; influye en los procesos morfo genéticos y por tanto en el modelado del relieve, en los flujos hídricos, es uno de los elementos más diferenciadores del paisaje como indicador expresivo y nudo de las interacciones (PIZON, 1983), refleja los cambios de las condiciones climáticas en el espacio, crea microclimas locales, constituye un recurso económico y ecológico.

Definición de un árbol

Un árbol se define como una planta leñosa perenne, que típicamente tiene un solo tallo o tronco que crece a una altura considerable y que tiene ramas laterales a cierta distancia del suelo.

Los árboles están alrededor de la mayoría de nosotros. Crecen en la naturaleza y se cultivan en patios, parques e incluso a lo largo de la mediana de las calles para proporcionar sombra y belleza. Sin embargo, para toda esa familiaridad, puede ser algo difícil definir qué hace que un árbol sea diferente de un arbusto u otras plantas perennes leñosas. (CONTRERAS, 2019)

Bosque urbano

El bosque urbano genera una serie de beneficios y servicios ambientales similares a los de las áreas forestales, aunque es innegable que presenta una serie de condiciones y características diferentes. El establecimiento del bosque urbano tiene un origen antropogénico por lo general e incluso obedece a los gustos y exigencias del ser humano al momento de su establecimiento (Rowntree & Benavides, 1988, 1989)

El bosque urbano tiene una gran importancia ecológica y social, que ha empezado a ser reconocida y valorada con mayor amplitud en los últimos años, conforme la calidad ambiental de las manchas urbanas se deteriora al igual que los niveles de calidad de vida de las personas que habitan en ellas (Rowntree & Benavides, 1988, 1989)

2.1.2. Árbol en la ciudad

En la ciudad, el árbol es a menudo el primer vínculo con la naturaleza. Estructura el paisaje, suaviza la omnipresencia del mineral, mejora la calidad de vida y participa en la biodiversidad que luego se expresa tanto por la variedad de especies plantadas como por el atractivo de la planta para la fauna. El árbol, en un entorno urbano, se puede plantar de diferentes maneras, más o menos atractivas para la biodiversidad. (Bonell, 2021)

Silvicultura urbana

Según FAO “la Silvicultura Urbana, es una rama especializada de la silvicultura, que tiene por finalidad el cultivo y la ordenación de árboles con miras a aprovechar la contribución actual y potencial que éstos pueden aportar al bienestar de la población urbana, tanto desde el punto de vista fisiológico como sociológico y económico.

2.1.3. Principales características de la Silvicultura Urbana

Escalas de intervención: las problemáticas pueden responder a una escala regional (cientos de hectáreas o km², zonal (un barrio o Delegación) o puntual (sector de una plaza, un frente de vivienda). Así, se puede hablar de grupos de rodales, hasta rodales o árboles individuales (arboricultura).

Factores de producción: Son esencialmente los mismos (genética, edad, calidad de sitio, tratamientos culturales, densidad), aunque muy influenciados por el entorno urbano (concepto de morfología urbana como determinante de la "calidad de sitio") y los objetivos distintivos de la silvicultura urbana.

Marco legal: El arbolado urbano tiene un marco legal (Provincial y Municipal), específico, diferente en general al de los bosques nativos y las plantaciones. (FAO)

2.2. EVALUACIÓN DE RIESGO DE ÁRBOLES URBANOS

Con la entrada de la estación lluviosa algunos árboles empiezan a caerse provocando daños, lo cual genera preocupación en la ciudadanía que muchas veces solicitan la corta de árboles a las municipalidades o a las empresas distribuidoras de energía.

El riesgo se define como la combinación entre la probabilidad de un evento y sus consecuencias y su gestión debería iniciar por el dueño o entidad responsable del mismo. (Garzón, 2019)

2.3. GESTIÓN DEL RIESGO

No se trata de eliminar el riesgo asociado al arbolado urbano, incluso ni se trata de disminuirlo sistemáticamente. El riesgo se debe gestionar, es decir, evaluarlo, establecer los límites de tolerancia, valorar los recursos y actuar cuando sea razonable. Una gestión adecuada supone un ajuste de los medios y de los objetivos a las distintas situaciones. No podemos aplicar el mismo nivel de precisión a todos los árboles del Municipio. (Garzón, 2019)

2.4. EL ARBOLADO URBANO

La existencia de áreas verdes en la ciudad proporciona un conjunto de beneficios para el medio ambiente y la sociedad. Entre ellos destacan brindar sombra y refrescar el aire, producir oxígeno, regular la humedad ambiente, disminuir ruidos, atenuar los vientos, retener partículas sólidas (hollín y polvo), embellecer las vías de tránsito y viviendas, moderar el escurrimiento superficial, recrear e invitar al descanso y mejorar la calidad de vida de quienes viven en las urbes. Estos motivos hacen el arbolado urbano indispensable y la convierte en una necesidad básica del ser humano, ya que mejora la calidad del ambiente en que vive.

Desde las consideraciones anteriores, se vislumbra la necesidad de cuidar los espacios verdes y el arbolado urbano de cualquier actividad que dañe o limite su eventual desarrollo; como, por ejemplo, mediante prácticas silviculturales inadecuadas, el daño antrópico directo sobre el arbolado, la acción de diversos contaminantes y las plagas y enfermedades. Estos dos últimos factores están poco especificados y estudiados a escala urbana.

La escasez de cuidado fitosanitario es un factor importante de deterioro de los árboles urbanos. Ésta ocurre debido al poco conocimiento de los organismos que atacan al arbolado y las actividades de manejo que existen para solucionar problemas específicos. Faltan estudios que reúnan documentación sobre plagas y enfermedades que atacan al arbolado urbano y recomienden las actividades de manejo, que eviten daños que a la larga se pueden transformar en pérdidas económicas y que además afecten la calidad de vida de las personas.

Es posible definir como silvicultura urbana al arte de instalar y manejar árboles y arboledas en una ciudad, en forma continua, para obtener rendimientos sustentables en los beneficios que le aportan al entorno, a través de la aplicación de principios ecológicos (científicos) de manejo. Las funciones primarias de la silvicultura aplicadas en el arbolado urbano deben enfatizar las actividades recreativas, la protección ambiental y el realce de la estética urbana. Esta definición contiene dos conceptos que es necesario diferenciar, la arboricultura, que es la atención árbol a árbol, y la silvicultura, el manejo de la vegetación arbórea como un todo, la gestión del conjunto (Díaz y Mazzoni, 2003a). Entre las actividades silviculturales destacan las podas, raleos, fertilización, riego y el manejo de plagas y enfermedades. El manejo fitosanitario se ha desarrollado más extensamente en plantaciones que en el ámbito urbano.

2.5. ÁRBOLES DESTINADOS AL ARBOLADO URBANO

2.5.1. Características que deben tener y cuáles deben ser las condiciones

Uno de los pilares de los planes de ornato municipal o planes maestros de silvicultura urbana, son los nuevos árboles que se llevarán a los diferentes emplazamientos. Es aquí donde la producción de especies arbóreas en viveros (viverismo), debe hacer cambios estructurales grandes, romper herencias nefastas y paradigmas, y asumir el tema de los árboles para las ciudades como un área diferente del viverismo tradicional.

En este sentido, se debe adelantar investigaciones acerca de la fenología y métodos de propagación de nuestras especies nativas, así como de las técnicas modernas de producción de árboles para las ciudades, donde ya no son aceptables como regla general, los árboles de 1,5 metros y las bolsas o contenedores de 0,40 cm.

Las nuevas exigencias de producción de material vegetal para plantar árboles en áreas urbanas, donde las especies crecen y se comportan en forma diferente a una plantación forestal, se caracterizan por los siguientes aspectos:

- Lo aceptable son árboles que tengan sistemas radiculares bien desarrollados, fibrosos y extendidos uniformemente en el contenedor.
- Las estructuras aéreas normales para la especie y su estado de desarrollo, deben estar libres de plagas y enfermedades, sin podas y con todas sus ramas transitorias y permanentes, sin tallos codominantes y ramas bien insertadas.
- En términos de porte de los árboles, el tallo debe tener 10 cm de diámetro medidos a 10 cm del cuello de la raíz.
- Los arbustos y plantas de jardín deben ser preferiblemente nativas.
- Cumplir con las regulaciones en términos de sanidad.

- En relación con la calidad, las plantas deben ser rusticas que requieran bajo mantenimiento y riego adecuadas a cada zona de vida, y responder muy bien a la contaminación atmosférica.
- No presentar espinas, y no ser toxicas, alergénicas o urticantes

2.6. PROGRAMACIÓN DE LA ARBORIZACIÓN DE MANZANOS Y ÁREAS VERDES DE LA CIUDAD

Programar la arborización en la ciudad con especies adecuadas iniciando en las zonas identificadas en el censado y áreas verdes en general de la ciudad como quebradas, torrenteras, zonas de recarga hídrica y erosionadas de los barrios. Es necesario contemplar un plan de riego en las zonas o manzanos que se realice la plantación de árboles, para garantizar la sobrevivencia de los plantines, especialmente en época seca, y que cada plantín cuente con sus protectores para el cuidado de los animales.

2.7. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES FORESTALES Y ORNAMENTALES

Este trabajo enfatiza la importancia de las especies nativas, sin embargo, hay que considerar que muchos de los espacios urbanos como aceras, que ya no tienen las condiciones ideales para el desarrollo de estas especies. Es más, las especies nativas pueden adaptarse como árboles urbanos en las áreas verdes amplias. Es por ello por lo que, no se puede dejar de nombrar algunas especies exóticas muy bien adaptadas y principalmente, aquellas que funcionan bien en espacios extremadamente difíciles, como las veredas angostas, las calles céntricas o en áreas con un alto grado de contaminación ambiental, los espacios con cableado público limitante y otros. Además, algunas especies exóticas frutales como cítricos son importantes fuentes de alimento para la fauna silvestre local adaptada a la ciudad o migratoria como: cardenales, bien te fue, chulupias, etc. Otro factor importante a considerar la elección de especies, es el ancho de las aceras, especialmente en los barrios del casco viejo que presentan aceras

angostas, se recomienda plantar especies arbóreas de porte pequeño y de copa piramidal que no tengan mucho crecimiento y no interfieran con las redes de energía y con raíces que no causen el levantamiento de las aceras. En caso de barrios semi periféricos o periféricos, se observa que el ancho de las aceras es mayor, pero existe el cableado por lo que las especies a plantar tampoco deben ser de porte muy elevado. A continuación, se presenta algunas de las especies recomendadas en función al ancho de la acera y el lugar.

Cuadro 1. Especies recomendadas a plantar en función al espacio urbano

Espacio Urbano	Características del Árbol	Ejemplo de especie
Aceras con poco espacio, anchos de 1.50 a 2 metros aproximadamente	Porte pequeño, copa piramidal, no debe interferir en las redes de energía y las raíces no deben causar levantamiento de veredas y vías.	Laurel rosa, lecherón, paraguayo, crespón, cucardas, brachichito, Jasmín, ligustre y otras
Aceras con espacio más amplio mayor de 2 m.	Porte que no genere problemas con el cableado.	Ligustre, lecherón, brachichito, carnaval, cina cina, pata de vaca, etc.

Paseos centrales.	Forma de copa abierta para permitir la visualización del peatón y automotor.	Nativas: jacaranda, molle, ceibo, chañar, algarrobo, tipa, guaranguay, etc. Exóticas paraíso, palmeras, lapacho etc.
Parques, plazas y áreas verdes	Árboles altos con copa ancha.	Nativas molle, ceibos, chañar, timboy, jarca, pino del cerro, guaranguay, etc. exóticas: naranjo, mandarina, limonero, álamo, paraíso, lapacho, toborochi.
Cursos hídricos (quebradas, arroyos, torrenteras y ríos)	Especies que eviten la erosión, la pérdida de suelos en estas áreas, deslizamiento de tierra y sedimentación de los cauces.	Nativas: Churqui, algarrobo, molle, jarca, chañar, aliso, chilca, tusca, tola, arrayan, saúco, sauce, tipa, pino del cerro.
Rotondas	No se recomienda la plantación de árboles.	

Fuente: ((Consultor), (CERDET), (CERDET), & Ecológica)., 2024) (Mejorado y complementario por mi persona. 2024)

2.8. MANEJO Y CONDICIONES QUE SE DEBEN DAR A LOS ÁRBOLES URBANOS

En el arbolado urbano se tienen en cuenta algunas características de los árboles, siendo una de ellas la resistencia a plagas y enfermedades, las cuales están asociadas al estado nutricional en que la planta se encuentra, es decir, su vigor, que contempla mayor ciclo de vida y sanidad de los árboles urbanos (Texeira, 2021)

El vigor puede ser definido como robustez, fuerza, energía y longevidad, estas denominaciones se relacionan con árboles que están bien nutridos y con presencia de copa viva, o sea, con un formato adecuado, vistoso y sanidad entre otros atributos (Ferreira, 2006)

De esta forma, tal conceptualización depende principalmente del pleno desempeño del sistema radicular y asimilación de nutrientes por las hojas a través de los procesos bioquímicos y fisiológicos, siendo que, para determinar si un individuo está con pleno vigor, una forma es el uso del análisis foliar y el análisis del producto donde el mismo está implantado.

El análisis foliar y del suelo son parámetros cuantitativos utilizados por Biondi (2), con gran importancia para la relación de nutrientes disponibles en el suelo y la cantidad de nutrientes absorbidos por los individuos. Se observa que el problema está asociado con la disponibilidad de nutrientes en el suelo o con la absorción de estos por el árbol. En el caso de los árboles urbanos, el manejo eficaz de las mismas y la creación de grupos de vigor, a través de las cuestiones abordadas por. (Brun, 2012)

De esta forma, en los medios científicos se observa la escasez de estudios sobre intervalos nutricionales adecuados para árboles en el medio urbano, los cuales según

lo mencionado son esenciales como punto de observación del vigor o declinación de las mismas.

Con ello, la evaluación del estado nutricional no siempre se obtiene a partir de un solo elemento aislado, siendo que todos deben estar en cantidades adecuadas para el crecimiento y vigor del individuo. (Malavolta V. &, 1997)

2.8.1. Cuidado y mantenimiento del arbolado urbano en el exterior

Según Nilsson et al, 2002, señala que dos son los criterios de selección primaria de árboles en muchos países: la salud y resistencia a las enfermedades. En Europa, desde la Segunda Guerra Mundial, el incremento en el uso de maquinarias y plaguicidas ha sido un elemento central aceptado en el establecimiento y cuidado de las áreas verdes. Hoy, la conciencia ambiental incrementada ha logrado una actitud más cauta y despierta sobre el uso de los plaguicidas, y el consumo de herbicidas, insecticidas y fungicidas está disminuyendo.

En general, los sistemas de cuidado y mantenimiento varían según la región geográfica y están impuestos por las tradiciones locales y nacionales (Nowak et al, 2002). En Latinoamérica y el Caribe se hace imprescindible el manejo técnico en la arborización y mantenimiento del arbolado con técnicas más adecuadas en la plantación, poda, mantenimiento y protección, control de plagas, monitoreo de los efectos de la contaminación atmosférica en especies determinadas, suficiente espacio físico para el desarrollo de los árboles y otros aspectos que se deben considerar (Cobo, 2002)

En Rio Gallegos, Argentina, desde el año 2000 y más intensamente desde el año 2002, se han comenzado a desarrollar herramientas técnicas para alcanzar un manejo integral y planificado del arbolado urbano y los espacios verdes públicos (Mazzoni, 2003) El mantenimiento de las áreas verdes públicas es financiado íntegramente por los municipios, con sus propios recursos. Este costo fijo hace que muchos municipios no se incentiven para construir áreas verdes, ya que junto con la habilitación de estas áreas

están adquiriendo un compromiso de gasto permanente para su cuidado. Las municipalidades pueden optar por un mantenimiento con recursos propios o a través de empresas contratistas, que mediante licitaciones públicas se contratan para cuidar dichas áreas verdes. La mayoría de las municipalidades del país han optado por un mantenimiento a través de empresas contratistas, con un éxito relativo (Ceballos, 2002) En diversas comunas se hacen podas, extracción de árboles, riego, fertilización, tratamientos fitosanitarios y mantenimiento, que son llevados a cabo por las mismas municipalidades y en otros casos por contratistas (Hernández, 2002). Así mismo, González y Espinoza señalan que en general, se aplican actividades preventivas y curativas que se basan en investigaciones desarrolladas en el extranjero y por experiencias propias de quienes las aplican.

El personal a cargo de la gestión del arbolado público tiene un alto conocimiento del recurso en términos de su composición y abundancia, pero un conocimiento medio o bajo de las necesidades de manejo y de control de plagas y enfermedades (Hernández, 2002) .

Según Andrade y Espinoza, el tema de manejo de plagas y enfermedades de especies urbanas no está desarrollado en el país

2.9. FITOSANIDAD, ENFERMEDADES QUE SE PRESENTAN EN LOS ÁRBOLES FORESTALES, DAÑOS FISIOLÓGICOS, DAÑOS FÍSICOS, ETC.

El estudio de las enfermedades se ubica en el campo de la patología forestal, rama de la Fitopatología. La patología forestal estudia las enfermedades de las especies forestales (tienen leño y son de larga vida), plantaciones y de bosques naturales, producidas por HONGOS, CHROMISTAS, BACTERIAS y NEMÁTODOS principalmente. La patología forestal también estudia las pudriciones de los productos forestales maderables y no maderables.

Aunque la Patología Forestal, se ocupa de los agentes bióticos, las enfermedades producidas por los agentes abióticos causantes de enfermedades también deben ser consideradas en el campo de la protección forestal.

Hemos hablado de que la protección forestal está encargada de proteger al bosque de los agentes destructores bióticos y abióticos. En este capítulo se estudiarán las enfermedades de las plantaciones y los parásitos que las causan; También se dará una introducción a las pudriciones (saprofitismo), debido a que es parte del funcionamiento de los bosques naturales cuando se produce la muerte natural y de las plantaciones cuando éstas no están sujetas a los tratamientos silviculturales adecuados o no están bajo planificación. Así mismo se dará las nociones de enfermedades causantes por agentes abióticos (Ayala, 2010), así como las nociones del control de enfermedades.

A modo de historia conviene detallar que la fitopatología se desarrolla a partir del descubrimiento del microscopio. En 1833 Theodoro Harting propulsor de la "Teoría de la Generación Espontánea" formuló la idea de que a partir de la madera se formaba el Hongo.

En 1874 Robert Harting publica un tratado donde aclara que era el micelio del hongo el que degradaba la madera y por ello, es considerado como el "Padre de la Patología Forestal".

En 1899 se fundó el primer laboratorio de Investigación forestal; de Patología en Missisipi, Estados Unidos, y en menos de un siglo aportó muchas, metodológicas y conocimientos acerca de las enfermedades forestales.

1 PLAGA

FAO (2003a) define plaga como cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. Parra y González (2000) señalan a una planta enferma cuando está afectada por patógenos o por ciertas condiciones ambientales y una o más de sus funciones fisiológicas es alterada en forma

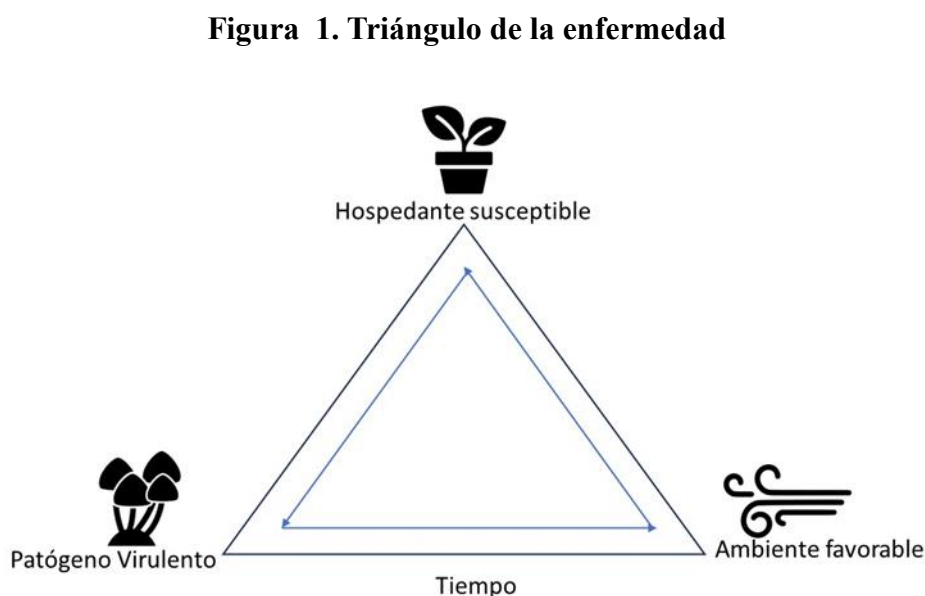
prolongada, lo que genera características morfológicas anormales y produce una desviación de su rango normal determinado por su potencial genético. En tanto Donoso (1999), define enfermedad como un proceso fisiológico, anormal y dañino que puede afectar una porción o la totalidad del hospedante y que se manifiesta por síntomas (expresión gráfica del individuo afectado) y signos (presencia física del agente causal, ya sea sexual y/o somática).

2.10. CONCEPTO DE ENFERMEDAD

Es toda alteración orgánica o funcional significativa en la vida de la planta, o también una alteración significativa y continua en la fisiología de la planta. Se manifiesta a través de síntomas y signos en los árboles y otras especies vegetales del bosque.

2.10.1. Triángulo de la enfermedad

Para que se produzca la enfermedad tienen que estar presente los siguientes factores:



Fuente: Elaboración FAO (2003). (Mejorado y complementario por mi persona. 2024)

Hospedante (hospedero). Es el organismo susceptible de ser invadido por alguno de los agentes perjudiciales. Es importante mencionar que hay especies forestales que son más susceptibles que otras y que la susceptibilidad puede estar asociada a un elemento nutricional.

Ambiente se sabe que cuando hay ambientes húmedos y cálidos la proliferación de estos microorganismos es más abundante. Así por ejemplo una alta humedad influye en la germinación de esporas; una alta temperatura ocasiona la apertura de estomas para transpirar y por lo tanto el hospedante abre la puerta para ingreso de patógeno; el viento participa en el transporte de los patógenos y ocasiona daños al hospedante que es otra puerta para el ingreso del patógeno. Así mismo los daños producidos por los insectos, el fuego y el hombre son otras fuentes de entrada para estos microorganismos.

Patógeno: Es el agente causante de la enfermedad. Los agentes bióticos son normalmente parásitos porque obtienen alimento del hospedante y dependen parcial o totalmente de este. Es importante mencionar que los agentes patógenos tienen diferentes grados de virulencia.

Virulencia: Es la capacidad del organismo para producir enfermedad. Hay patógenos tan virulentos que en cuestión de horas causa la muerte, mientras que otras enfermedades pueden llegar a ser crónicas sin causar la muerte del hospedante.

Tiempo: Es el último factor que influye en la enfermedad, mientras más tiempo este el patógeno en el hospedante, sus síntomas y signos se harán más visibles.

Actualmente se habla de tetraedro de la enfermedad donde la cuarta dimensión está formada por el hombre; éste con sus malas prácticas en los cultivos forestales puede crear focos de infección, que pueden constituirse en verdaderas epidemias, sino se siguen las practicas silviculturales conocidas.

2.11. PUDRICIÓN

Es la descomposición profunda de los componentes químicos de la madera (muerta en pie y cosechada) u de otros productos diferentes de la madera provocada por la acción de hongos y bacterias principalmente. En la pudrición hay una marcada modificación de la consistencia y de las características organolépticas, así como de las propiedades físicas, mecánicas y químicas.

En el caso de los bosques naturales, los microorganismos que causan pudriciones son saprofitos y su actividad permite la desintegración de la materia orgánica (la albura, duramen, hojas, flores, frutos y semillas) para su incorporación al suelo.

2.12. EFECTO DE LAS ENFERMEDADES EN LAS PLANTACIONES

- Causan muerte de plántulas en los viveros (Dumping-off)
- Disminuyen la vida productiva: ritmos de crecimiento, ritmos de fructificación, así como la muerte del número de árboles en las plantaciones.
- Pérdida de calidad y deterioro de las cosechas forestales maderable y no maderable, con la consiguiente pérdida económica

2.13. EL PAPEL DEL INGENIERO FORESTAL ANTE LAS ENFERMEDADES FORESTALES

- a) Tener conocimientos básicos sobre la naturaleza biológica, abiótica y ecológica de los agentes patógenos y las alteraciones fisiológicas que causan en el arbolado.
- b) Diagnosticar las enfermedades a través del reconocimiento de los síntomas y signos causados por el patógeno
- c) Determinar la incidencia (intensidad) y la severidad de la enfermedad

- d) Conocer y recomendar las técnicas de control preventivo y curativo de las enfermedades para reducir o evitar el efecto nocivo.

El estado sanitario de los árboles está muy ligado a su edad y a los factores de estrés que lo han afectado. Por ejemplo, los árboles que han sufrido podas severas y se les causa heridas que facilitan la transmisión de enfermedades, están sometidos a factores de estrés adicionales que afectan su desarrollo y duración

La presencia de plagas y enfermedades en los árboles es revelada a través de los síntomas, los que son la respuesta del vegetal a la acción de un agente dañino y por lo tanto, se pueden manifestar como cambios de color del follaje, resinación, marchitamiento, formación de tumores, etc. Otro aspecto que delata la aparición de un agente dañino es su presencia física o partes de él; por ejemplo, larvas de un insecto comiendo hojas, fructificaciones o partes de un hongo en el vegetal, hojas comidas, galerías en la madera o corteza, aserrín en la base del tronco, perforaciones en el fuste y otras (González, 2000)

Las plagas y enfermedades causan pérdidas no sólo a escala productiva en una plantación. En el arbolado urbano los daños causan también una disminución de los beneficios ambientales y sociales que los árboles ofrecen. Por ello es necesario mantener planificadamente las plagas y enfermedades a niveles tolerables, mediante tácticas y estrategias preventivas, supresoras o reguladoras, las cuales tienen que ser ecológicas y económicamente eficientes, además de socialmente aceptables (clases, 1999)

Las plagas del arbolado urbano se clasificaron según el principal tipo de daño o parte del árbol afectada:

- Insectos defoliadores.
- Insectos chupadores de savia

- Insectos de tejidos meristemáticos
- Insectos de la corteza y la madera
- Termitas

Las enfermedades se agruparon según el principal lugar del daño en el árbol:

- El follaje
- El tronco
- Las raíces

Se describieron aspectos de biología, características morfológicas, síntomas de su presencia en el árbol y el tipo de daño para cada patógeno o plaga.

Algunos grupos de plagas son más conocidos que otros, simplemente porque son más fáciles de ver. Los insectos se encuentran frecuentemente en los árboles, aunque muchos sólo se alimentan de ellos en forma casual y no constituyen plagas graves, y algunos son benéficos (enemigos naturales). Los hongos a menudo se encuentran en materia orgánica muerta o descompuesta, pero no necesariamente constituyen la causa primaria de los síntomas observados. En la naturaleza, la mayoría de hongos son saprofitos (viven en tejidos muertos o en descomposición) y sólo una pequeña proporción son patogénicos. Los insectos y los hongos son relativamente fáciles de distinguir por observación directa, mientras que el resto de grupos de plagas no lo son. Algunos otros agentes vivos se presentan en los árboles, incluyendo musgos, líquenes y epífitas como bromeliáceas, pero estos sólo ejercen un impacto superficial en la salud del árbol.

Los principales grupos de plagas que se presentan en los árboles aparecen descritos en la Cuadro 2 y están ilustrados en las láminas a color.

Cuadro 2. Principales grupos de plagas que infectan árboles

PLAGA / ENFERMEDADES	DESCRIPCIÓN	ENFERMEDAD
HONGOS	Microorganismos vivos caracterizados por una pared celular que contiene quitina y que carece de clorofila. Causa común de enfermedad. Asociado con una amplia gama de síntomas. Grupo diverso de organismos plaga: algunos con grandes cuerpos fructíferos productores de esporas visibles a simple vista, pero muchos sólo “visibles” cuando crecen en un cultivo artificial en el laboratorio. Los hongos también desempeñan un papel secundario en procesos de descomposición y putrefacción.	Roya en Acacia mangium 
BACTERIAS	Microorganismos vivos caracterizados por tener membranas y paredes celulares. Causa poco común de	Exudado bacteriano de <i>Eucalyptus sp.</i>

	enfermedades, pero varias especies han provocado extensas pérdidas en árboles. No pueden ser detectadas a simple vista, excepto en exudados bacterianos en masa.	 Marchitez bacteriana del <i>Eucalyptus</i> 
VIRUS	Organismos ultramicroscópicos (de dimensión menor de 200 pm). Los virus no pueden reproducirse por sí mismos (por lo tanto, no son organismos vivos conforme algunas definiciones), para multiplicarse primen) tienen que infectar a una célula viva y	Decoloración de hojas y pecas en <i>Gliricidia septum</i>

	se apoderan de sus capacidades de síntesis y reproducción. Son causa de síntomas más comúnmente de lo que generalmente se percibe. Los síntomas pueden parecerse a los de otras plagas y factores. Se transfieren a nuevas plantas hospedantes mediante vectores (insectos), y algunas veces mediante transmisión manual.	
FITOPLASMAS	Extremadamente pequeños, son fitopatógenos procariotas limitados al floema parecidos a bacterias, que carecen de pared celular, Causa poco frecuente de enfermedad, pero más ampliamente distribuidos de lo que usualmente se cree, principalmente debido a que los síntomas típicos no son reconocidos.	Enfermedad de la hoja pequeña de <i>Gliricidia</i>  Nótese muerte descendente leve a la izquierda, debido a la enfermedad de la hoja pequeña (fitoplasma). El follaje amarillo también es anormal.

		 El mismo árbol de la fotografía anterior exactamente un año después. Nótese la muerte descendente más extendida.
INSECTOS	Fácilmente observados, y a menudo acusados de ser la causa de mayores daños que los sustentados por evidencias biológicas. Los diferentes órdenes de insectos están asociados con patrones particulares de alimentación y cría sobre árboles.	Daños por el minador de las hojas en <i>Pterocarpus indicas</i>  Daño por minador de la hoja (<i>Neolithocolletis pentedesma</i>).

		<i>Pterocarpus indicus</i> , Mahé, Seychelles
ACAROS	Plagas comunes cuyos hábitos de alimentación típicamente producen síntomas distintivos (Ej. agallas); los ácaros no son fácilmente observables a simple vista.	Agallas de la hoja en <i>Vangueria infausta</i>  Agallas inducidas por ácaros causando daño significativo en viveros. <i>Vangueria infausta</i>, Gaborone, Botswana.
PLANTAS PARÁSITAS	Presentes ampliamente en muchas especies de árboles que han sido debilitadas por otros factores. Raramente son causa de pérdidas grandes.	Planta parásita en <i>Schinus molle</i>  Planta parásita en la copa, como lo muestran las flores rojas de <i>Ligaria cunefolia</i>

		<i>Schinus molle</i> , Santa Cruz, Bolivia
MALEZAS	Algunas malezas compiten contra los árboles, especialmente cuando son jóvenes; otras crecen en las copas y pueden estrangular a los troncos y ramas.	<i>Bromeliáceas</i> en cacao  (arriba) Una de las varias <i>bromeliáceas</i> comunes encontrada en cacao. <i>Theobroma cacao</i>.

ANIMALES GRANDES	Incluye grandes mamíferos como la taruca (venado andino), el puma, el oso jukumari, y especies de insectos como la rupa rupa, que causa graves daños a árboles nativos. Que se alimentan del follaje y la corteza. Los daños y pérdidas pueden ser significativos, aunque frecuentemente las plantas se recuperan.	Daño por ciervos en <i>Gmelina arborea</i>  Daños por alimentación de ciervos. <i>Gmelina arborea</i>
-----------------------------	---	--

Fuente: (OIRSA, 2008)

Los factores no vivientes que estropean la salud de los árboles están resumidos en el Cuadro 3. Es necesario un examen cuidadoso de los efectos del suelo pobre y las condiciones generalmente adversas para el crecimiento, en la salud de los árboles y su asociación causal con los síntomas observados. Los desórdenes de nutrientes producen síntomas similares a los producidos por enfermedades virales y otras infestaciones de plagas o infecciones y, a menudo, la falta de información dificulta aún la preparación de un diagnóstico preliminar del problema.

El Cuadro 3 describe los factores abióticos que afectan la salud de los árboles y presenta ejemplos correspondientes en las láminas a color. Nótese que el fuego puede debilitar a los árboles y volverlos más susceptibles al ataque de insectos.

Cuando las condiciones pobres de crecimiento han producido efectos a largo plazo en la salud de un árbol, el examen de los anillos de crecimiento puede ayudar a revelar la historia de factores tales como períodos prolongados de sequía. Otra evidencia puede ser más inmediata y visible. Por ejemplo.

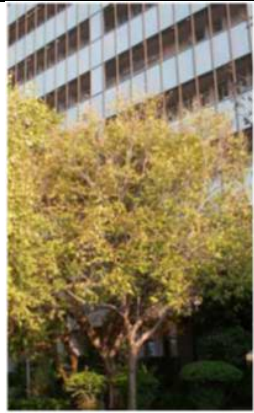
Cuadro 3. Factores abióticos que afectan la salud de los árboles

FACTOR PRINCIPAL	CATEGORIAS Y EJEMPLOS	DESCRIPCIÓN	
QUÍMICOS	TÓXICOS: plaguicidas, herbicidas Contaminación: acumulación sobre plantas, atmosférica, desechos industriales MISCELÁNEOS : sal, aceite vertido en el suelo	El papel de la contaminación atmosférica en el decaimiento de los árboles puede estar sobredimensionado.	 Tizón follar (quemadura),
AGENTES MECÁNICOS	MAQUINARIA: usada en	El daño mecánico puede proporcionar medios para la entrada de	Daño por equipos segadores de grama

	agricultura para construcción HUMANOS: malintencionados , accidentales	patógenos (mayormente hongos).	 Sangrado ilegal para extraer savia.  Sangrado ilegal para extraer savia, la cual es utilizada para preparar una bebida alcohólica.
--	--	---------------------------------------	---

			<i>Acacia</i> sp., <i>Kamataka</i>. La mala poda permite la entrada de hongos y produce podredumbre del corazón
CONDICIONES DE SUELO	Disponibilidad de nutrientes: deficiencia, exceso ESTRUCTURA FÍSICA: mal drenaje, inhibición del desarrollo de raíces	Los árboles responden en forma diferente a la falta de nutrientes específicos.	Deficiencia de boro en <i>Pinus patula</i>  La poda mal hecha permite que los hongos penetren y se establezca la podredumbre del corazón.

			<i>Acacia mangium</i>, <i>Kalimantan</i> Malas prácticas en vivero  Las malas prácticas en viveros conducen a que las raíces se retuerzan. Los árboles crecen poco. <i>Acacia mangium</i>, <i>Kalmantan</i>.
AGUA	DEMASIADA: inundación; anegamiento Insuficiente: sequía	Los árboles responden en forma diferente a la falta de nutrientes específicos.	Anegamiento

			 Anegamiento. Todos los árboles afectados y varios cercanos ya han muerto. <i>Celtis africana</i>. Sequía  Las copas ralas y la caída prematura de las hojas, así como los síntomas de cuello de jirafa,
--	--	--	--

			indican decaimiento. <i>Azadirachta indica</i> .
CLIMA	TEMPERATUR A: demasiado baja o demasiado alta OTROS: rayos, granizo, viento, nieve	Los efectos del clima en la salud de los árboles usualmente no son inmediatos	Helada  Daño por helada. <i>Pinus radiata</i>, Daño por granizada  Daño por granizo. Las cicatrices han sanado encima del

			daño original. <i>Prunus pérsica</i>, <i>Nor Cinti</i>, Bolivia.
--	--	--	---

Fuente: (OIRSA, 2008)

CAPÍTULO III

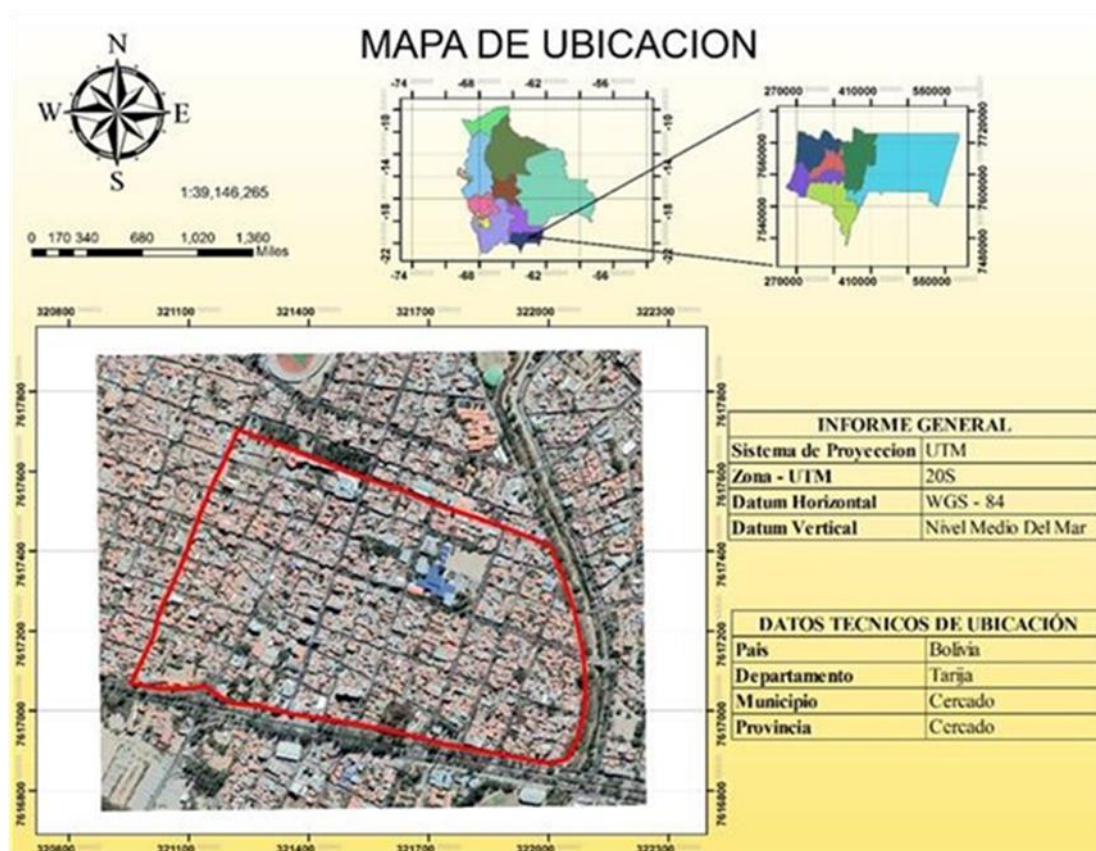
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización

El área de estudio está centrada en el Distrito 5 “Barrio Fátima” donde se lleva acabo el levantamiento de datos, por todas las zonas y calles que pertenecen al barrio

Mapa 1. Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia. 2024

3.1.2. Características climáticas

En Tarija, los veranos son largos, calurosos, mojados y mayormente nublados y los inviernos son cortos, frescos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 1 °C. La temporada templada dura 4,2 meses, del 1 de octubre al 7 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C. El mes más cálido del año en Tarija es diciembre, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y mínima de 16 °C.

La temporada fresca dura 2,5 meses, del 16 de mayo al 31 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 21 °C. El mes más frío del año en Tarija es julio, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima de 20 °C, °C o sube a más de 29 °C. (weather spark).

Temperatura

La temperatura media oscila alrededor de 18°C, con máximas extremas que sobre pasan 30°C en verano y las mínimas hasta -9.6°C en invierno. La Provincia de Cercado se caracteriza por tener un clima templado. (SENAMHI, 2017).

Precipitación.

Un día lluvioso es un día en el que caen al menos 0,1 mm de precipitación (=0,1 litros) por metro cuadrado. Puede ser lluvia, nieve, granizo o incluso rocío. No es necesario que llueva todo el día. Con 12 días de lluvia, marzo ofrece la mayor cantidad de días lluviosos y septiembre la menor.

La cantidad de precipitaciones se mide en milímetros por metro cuadrado. Por lo tanto, a 2 mm/día, caen 2 litros de agua en un metro cuadrado en 24 horas. La menor lluvia cae en agosto con sólo 0,1 mm. El mes de febrero, en cambio, es el más lluvioso. (mundail.com, 2024)

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. Las direcciones de los vientos son hacia el SE (Sur-Este), con una velocidad de vientos de 10 km/h. (SENAMHI, 2017)

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. (SENAMHI, 2017)

Humedad relativa.

La humedad relativa media es de 59.4% 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.

La humedad relativa califica de moderada, como un promedio de 62%, sobrepasando el 60% durante los meses de diciembre a abril. Una de las características interesantes con respecto a la humedad es la presencia de masas de aire húmedo y frío (surazos) en algunos días de la estación de invierno que son acompañados de vientos, que da origen a una sensación térmica diferente a la observada en los termómetros. (SENAMHI, 2017)

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. (SENAMHI, 2017).

3.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

3.2.1. Geología

La zona central de Tarija presenta tres tipos plegamientos tectónicos de bien definidos que corresponden a las provincias fisiográficas de la Cordillera Oriental, el Subandino y la Llanura Chaco-Beniana.

El plegamiento y fallamiento en las formaciones geológicas es más acentuada en la Cordillera Oriental y menos complejo en el Subandino. La Llanura Chaco-Beniana, aunque de aparente simplicidad tectónica, al igual que las anteriores formaciones, fue influenciada por eventos de carácter estructural en su formación y definición actual.

Estratigráficamente el departamento de Tarija presenta una de las secuencias geológicas más completas del país, desde el Precámbrico al Cuaternario. (ZONISIG, 2001)

3.2.2. Geomorfología

La zona central de Tarija presenta características geomórficas complejas como resultado de los movimientos tectónicos y procesos morfológicos a los que estuvo sometido en épocas pasadas, los mismos que son responsables del desarrollo y evolución del paisaje actual, diferenciando las tres provincias fisiográficas: la Cordillera Oriental, el Sub andino y la Llanura Chaco-Beniana. (ZONISIG, 2001)

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN

Uno de los principales atractivos turísticos de la zona central de Tarija es la variedad de flora que se puede apreciar en las principales calles, avenidas del área urbana en el cual se puede destacar una gran variedad de plantas y árboles.

3.4. MATERIALES

3.4.1. Materiales de campo y registro

- Planillas
- GPS
- Tablero
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Lápiz

3.4.2. Materiales de escritorio

- Hojas de papel
- Mapa de base
- Computadora
- Impresora

- Información bibliográfica

3.5. METODOLOGÍA

3.5.1. Descripción de la metodología del censo forestal.

Para realizar los levantamientos de los datos se aplicó un censo forestal, de manera que, las unidades de muestreo fueron manzanos (cuadras) que están distribuidas en una retícula sobre la imagen y localizadas mediante GPS. En cada manzano se procedió primeramente a levantar datos dasométricos y seguido de a hacer una evaluación visual del arbolado urbano.

3.5.2. Muestreo sistemático del área

Para la obtención de datos de cada manzano se utilizó una planilla tomando en cuenta lo siguiente:

Bloque: Numero de manzano: cada manzano se enumerará de acuerdo al orden que se realizó el levantamiento de datos.

Coordenada acumulada: se realizó el levantamiento de las coordenadas X y Y mediante el uso del GPS.

Azimut: mediante el azimut se realizó el levantamiento de los ángulos para cada calle mediante el uso de la brújula.

Amarre: el amarre se lo realizo utilizando las distancias en cada esquina de los manzanos permitiendo unir cada punto y así cerrar todo el manzano.

Distancia: se realizó la medición de la distancia en metros mediante el uso de una wincha, calculando la distancia de árbol a árbol.

Cuadro 4. Planilla de levantamiento geo referencial

Nº de manzano	Muestra	COORD. Acumulada X	COORD. Acumulada Y	AZIMUT base 360°	amarre	distancia (m)	especie

Fuente: Elaboración propia. 2024

3.6. DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN VISUAL DEL ARBOLADO

Este método está basado en los principios de la biomecánica y en el principio de que los árboles consumen energía para alcanzar una distribución homogénea de las cargas mecánicas; el denominado axioma de la carga uniforme o axioma del estrés (tensión) constante, lo cual significa que la estructura biológica se desarrolla de tal forma que asegura una distribución regular de la carga en su superficie en tiempos medios (MARTINEZ, 2016)

La metodología está constituida por tres etapas, estas son:

- Inspección visual para identificar síntomas de defectos y la vitalidad del árbol.
- La confirmación de los defectos y la vitalidad del árbol mediante el llenado de la ficha de evaluación.
- Si se confirma el defecto y es motivo de preocupación se procede a categorizar el riesgo que presenta.

Para la evaluación de los datos se utilizó una ficha de evaluación de riesgo de arbolado.

El levantamiento de datos se realizó recorriendo calle por calle evaluando cada árbol apoyado de un mapa diseñado y una planilla para el censo de los árboles, la información referida al manzano o acera, calle, nombre del árbol, etc.

3.7. PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.7.1. Datos de los árboles

Para el levantamiento de datos de los árboles se utilizó planillas de campo para determinar la altura, circunferencia del árbol, calidad de fuste, edad relativa, y ratio de ocupación.

Especie: se realizó el levantamiento de cada especie situadas en la zona.

Altura total: se tomó la altura aproximada del árbol, expresada en metros

Circunferencia del tronco: se mide la circunferencia del tronco con el uso del flexómetro.

Altura de la primera rama: se tomó la altura desde la base hasta la primera rama del árbol.

Calidad de fuste: la calidad de fuste se clasifica visualmente mediante el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Calidad de fuste

CATEGORÍA	TIPO DE FUSTE
1	Fuste recto sin defecto
2	Fuste recto con algunos defectos en los bordes
3	Fuste de eje sinuoso
4	Fuste de eje totalmente sinuoso

Fuente: Elaboración propia. 2024

Edad relativa: edad estimada del árbol, se tomó el siguiente parámetro para la clasificación de la edad relativa.

Edad relativa	
Joven	
Adulto	
Maduro	
Viejo	

Cuadro 6. Clasificación de la edad relativa

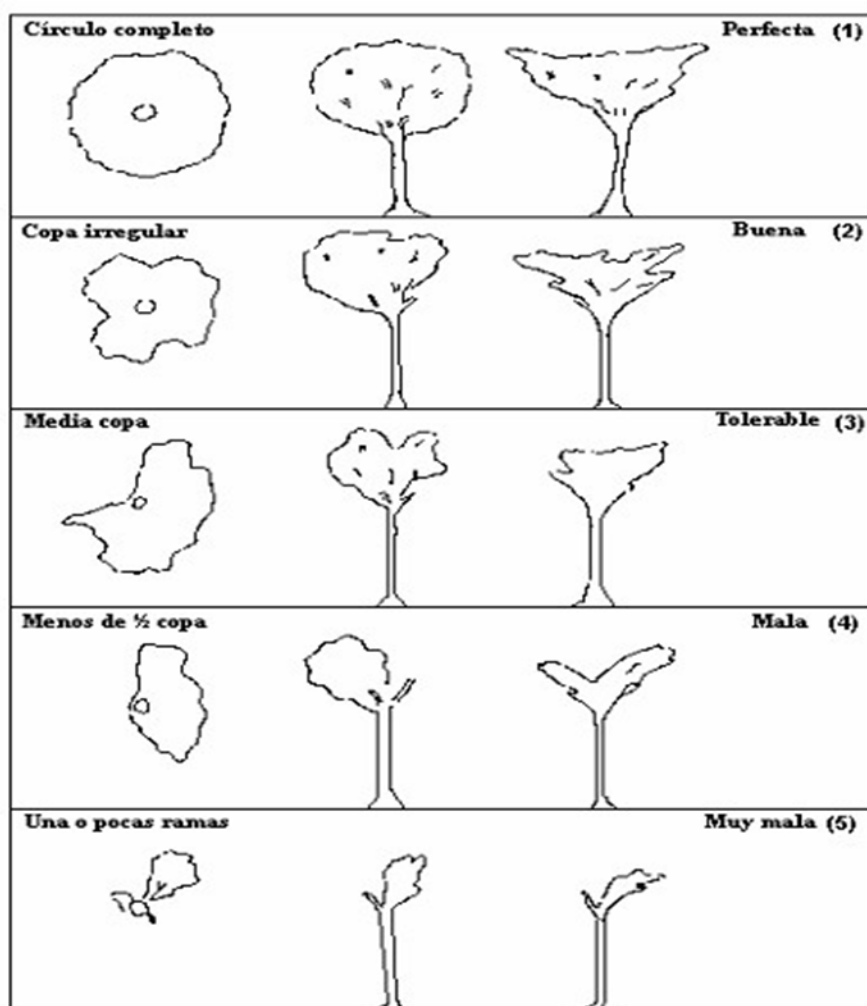
3.8.ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Para determinar el estado del árbol y sus características de la especie se tomó en cuenta: Copas y ramas, Tronco y Raíces.

Copas y ramas: se tomó en cuenta la existencia y estado del follaje en las copas y ramas, el diámetro de la copa de árboles expresado en metros que se ha medido con una wincha, como así también se ha tomado en cuenta las podas en los árboles.

Copa: Se tiene las siguientes formas:

Figura 2. Forma de la copa



Fuente: (Freddy Contreras, 1999)

Tronco: se tomó en cuenta la inclinación del tronco, la existencia de textura o color anormal y también la presencia de agentes entomológicos de tipo procariotas y eucariotas.

Raíces: se tomó en cuenta la presencia de raíces muertas, pudrición, hongos, exudaciones, cortes o elevación de las raíces provocando debilidad del suelo y haciendo que la acera se levante.

3.9. CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO

Se utilizó la matriz de riesgo ISA, la cual mediante las características que presenta los árboles en sus copas, tronco y raíces se podrá clasificar el nivel de riesgo existente.

Cuadro 7. Matriz de riesgo

Probabilidad de fallo e impacto	Consecuencias del fallo			
	Insignificante	Menor	Significativa	Severa
Muy probable	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
Probable	Bajo	Moderado	Alto	Alto
Algo probable	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado
Improbable	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente:(Formulario de Evaluación Básica de Riesgo de Arbolado)

IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS EN EL DISTRITO 5

Se identificaron los problemas sanitarios causados por plagas y enfermedades en las especies arbóreas presentes en el distrito 5, de acuerdo a los síntomas y signos detectados durante las diferentes evaluaciones en el sitio, y la toma de muestras respectivas que fueron llevadas a un experto para su identificación. Estas muestras se analizaron e identificaron bajo el asesoramiento de un experto de los diferentes patógenos e insectos, que atacan el arbolado urbano de la ciudad.

3.10. MEDIDAS DE CONTROL FITOSANITARIAS

Una vez realizada la evaluación fitosanitaria se propusieron las medidas que permitan superar los problemas sanitarios y fisiopatológico del arbolado urbano en el distrito 5 del Municipio de Cercado – Tarija.

3.10.1. Las medidas de control son:

1) Medidas Preventivas

Inspección y Monitoreo: Se realizan inspecciones periódicas en el campo y se implementan programas de vigilancia para detectar precozmente la presencia de plagas y enfermedades. Esto puede incluir el uso de trampas, muestreo y el monitoreo por imágenes o sensores.

Control de Movimientos y Cuarentenas: Se establecen protocolos para controlar la entrada y salida de material vegetal y se aplican restricciones o cuarentenas en áreas de riesgo para evitar la propagación de plagas y patógenos.

Uso de Material Vegetal Sano: Es fundamental la utilización de semillas y plantas certificadas y libres de patógenos para impedir la introducción de agentes de enfermedades en nuevos cultivos.

2) Medidas Culturales

Rotación de Cultivos: Alternar diferentes especies o variedades de plantas en el mismo terreno ayuda a romper ciclos de vida de plagas y enfermedades específicas, reduciendo su incidencia.

Manejo del Suelo y Sanidad Agronómica: La mejora de la estructura y la fertilidad del suelo (mediante prácticas como la incorporación de materia orgánica y una adecuada preparación del suelo) favorece el vigor y resistencia de las plantas frente a ataques fitosanitarios.

Eliminación y Manejo de Restos Vegetales: La remoción y destrucción adecuada de restos de cultivos infectados o infestados evita que los patógenos y plagas puedan persistir y reinfectar en ciclos futuros.

Manejo de la Densidad de Plantación: Espaciar adecuadamente las plantas contribuye a reducir la humedad y mejorar la circulación del aire, lo cual puede disminuir la incidencia de enfermedades fúngicas y bacterianas.

3) Medidas Biológicas

Control Biológico: Consiste en la utilización de enemigos naturales, como insectos depredadores, parásitos, o microorganismos antagonistas (bacterias, hongos benéficos) para reducir las poblaciones de plagas. Esta estrategia forma parte de los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Bioplaguicidas: Son productos de origen biológico que pueden incluir extractos de plantas, microorganismos o sustancias naturales que tienen efecto de control sobre patógenos y plagas, ofreciendo una opción menos contaminante que los químicos tradicionales.

4) Medidas Químicas

Fungicidas, Insecticidas y Herbicidas: Se aplican productos químicos de forma controlada y de acuerdo a normativas específicas para el manejo de plagas y enfermedades. Es fundamental que su aplicación se realice siguiendo criterios técnicos (en cuanto a dosis, momento de aplicación y condiciones climáticas) para maximizar la eficacia y minimizar impactos ambientales y en la salud humana.

Rotación y Alternancia de Productos Químicos: Para evitar el desarrollo de resistencias en las poblaciones de plagas, se recomienda alternar productos con diferentes modos de acción, cumpliendo protocolos de manejo y uso racional.

5) Medidas de Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Integración de Varias Estrategias: El MIP combina medidas culturales, biológicas, químicas y genéticas para un control sostenible. Esta estrategia se basa en la toma de decisiones fundamentadas en el monitoreo y el conocimiento del comportamiento de las plagas en cada sistema productivo, buscando reducir el uso de químicos y priorizando prácticas amigables con el ambiente.

Resistencia Genética: La selección y uso de cultivares resistentes a determinadas plagas o enfermedades es otra herramienta clave en el manejo integrado. Con el tiempo, la resistencia genética puede reducir la necesidad de intervenciones químicas.

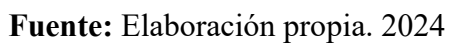
6) Medidas Regulatorias y de Capacitación

Normativas y Certificaciones Fitosanitarias: Los gobiernos y organismos internacionales establecen reglamentos y protocolos de manejo fitosanitario que deben seguir los productores para asegurar la sanidad de los cultivos y el comercio internacional.

Capacitación y Asesoría Técnica: La educación y formación continua de productores y técnicos en prácticas fitosanitarias es crucial para la correcta implementación de las medidas de control y para la adaptación a nuevas amenazas o normativas.

1 4.1. GEOREFERENCIACIÓN DEL ÁREA EVALUADA

Mapa 2. Georreferenciación del área evaluada



4.2. NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS EVALUADOS POR ESPECIE

El número de árboles evaluados asciende a 2158 árboles y habiendo 74 especies diferentes en toda el área, predominando más la especie de Lapacho Rosado con 216 y Níspero con 212 árboles.

Cuadro 8. Número total de árboles registrados por especie

Nº Especies	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Nº Arboles
1	Lapacho rosado	<i>Handrourthus impetiginosus</i>	Bignoniaceae	216
2	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	212
3	Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	188
4	Crespón	<i>Lagerstroemia indica</i>	Lythraceae	149
5	Olmo	<i>Ulmus minor</i>	Ulmaceae	134
6	Lecherón	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	110
7	Ligustre	<i>Ligustrum vulgare</i>	Oleaceae	104
8	Cítrico limón	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	102
9	Grevilla	<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	96

10	Jacaranda	<i>Jacaranda misosifolia</i>	Bignoniaceae	83
11	Brachichito	<i>Brachychiton poluneus</i>	Malvaceae	77
12	Cítrico naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	65
13	Fresno común	<i>Fraxinus excelsior</i>	Oleaceae	63
14	Carnaval	<i>Senna spectabilis</i>	Asparagaceae	63
15	Jazmín paraguayo	<i>Brunfelsia australis</i>	Solanaceae	37
16	Acacia negra	<i>Acacia melanoxyton</i>	Fabáceae	35
17	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabáceae	28
18	Cítrico mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	28
19	Laurel rosa	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	27
20	Molle chileno	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	24
21	Lapacho amarillo	<i>Handroanthus lapacho</i>	Bignoniaceae	22
22	Palmera abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Arecaceae	19

23	Duranta	<i>Duranta erecta</i>	Verbenaceae	18
24	Molle criollo	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	18
25	Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Fabáceae	17
26	Sauce lloron	<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	13
27	Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>	Fabáceae	13
28	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	12
29	Toboroichi	<i>Ceiba speciosa</i>	Malvaceae	11
30	Sauco	<i>Sanbucus nigra</i>	Adoxaceae	11
31	Fresno blanco	<i>Fraxinus americana</i>	Oleaceae	10
32	Arce	<i>Hacer rubrun</i>	Sapindaceae	10
33	Jarca	<i>Acacia visco</i>	Fabaceae	10
34	Coronillo	<i>Scutia buxifolia</i>	Rhamneae	9
35	Guayaba	<i>Psidium guayava</i>	Myrtaceae	8
36	Pino	<i>Pinus pinea</i>	Pinaceae	8
37	Gomero	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae	8
38	Pomelo	<i>Citrus paradici</i>	Rutaceae	6

39	Cina cina	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabáceae	6
40	Cítrico lima	<i>Citrus latifoliada</i>	Rutaceae	6
41	Guaranguay	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniáceae	6
42	Tipa	<i>Citrus paradici</i>	Rutaceae	5
43	Higuera	<i>Tipuana tipu</i>	Fabáceae	5
44	Cucarda	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Malvaceae	5
45	Mora	<i>Rubus glaucus</i>	Rosaceae	5
46	Calistemo	<i>Melaleuca viminalis</i>	Myrtaceae	5
47	Santa rita	<i>Bougainbilla glabra</i>	Nyctaginaceae	4
48	Bay-rum	<i>Pimenta racemosa</i>	Myrtaceae	4
49	Timboy	<i>Enterebolium contortisiliquum</i>	Fabáceae	4
50	Palmera datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>	Arecaceae	3
51	Clavellina	<i>Dianthus chinensis</i>	Nyctaginaceae	3
52	Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnoliaceae	3

53	Laurel blanco	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	2
54	Palta	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	2
55	Sangre de libano	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Euphorbiaceae	2
56	Alamo negro	<i>Populus nigra</i>	Salicaceae	2
57	Pino radiata	<i>Pinus insignis</i>	Pinaceae	2
58	Cipres	<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	2
59	Lapacho blanco	<i>Tabebuia roseo alba</i>	Bignoniaceae	2
60	Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Fabaceae	2
61	Lantana	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	1
62	Quirquiña	<i>Porophyllum ruderale</i>	Asteraceae	1
63	Granada	<i>Punica granatum</i>	Punicoiadeae	1
64	Nogal común	<i>Junglans regia</i>	Jungladaceae	1
65	Tulipanero	<i>Spathodea campanulada</i>	Bignoniaceae	1
66	Duraznero	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae	1
67	Pino piñotero	<i>Pinus pinea</i>	Pinaceae	1

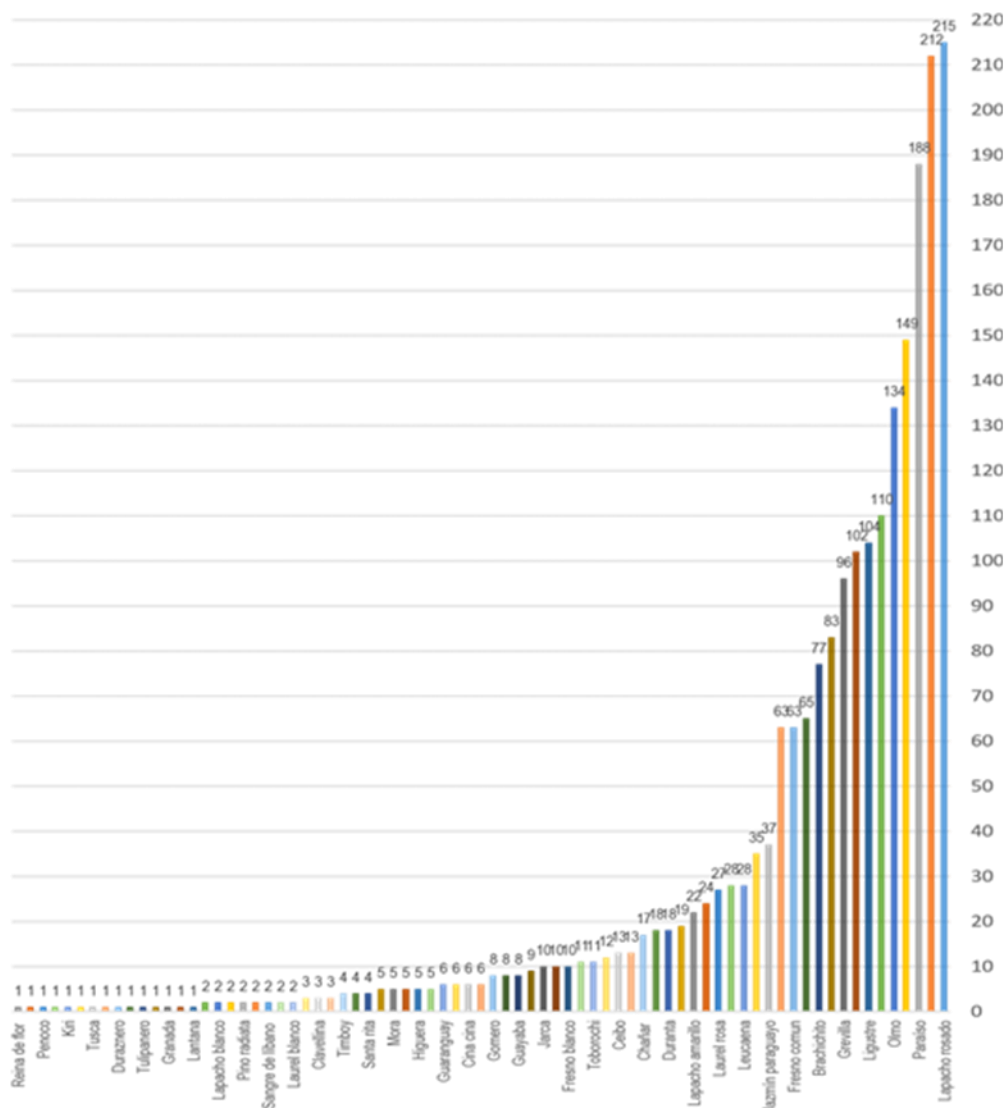
68	Tusca	<i>Vachellia aroma</i>	Fabaceae	1
69	Narciso amarillo	<i>Cascabella thevetioides</i>	Amaryllidaceae	1
70	Kiri	<i>Paulownia tomentosa</i>	Paulowniaceae	1
71	Guayacan	<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae	1
72	Penoco	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	1
73	Algarrobo negro	<i>Prosopis nigra</i>	Fabaceae	1
74	Reina de flor	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Lythraceae	1
	Total			2158

Fuente: Elaboración propia. 2024

En el cuadro número 8 tenemos un total de 2158 árboles y en su totalidad 74 especies registradas o censada.

Las especies más utilizadas por el ornato público y la que predomina más en el área evaluada es el Lapacho Rosado, con 216 árboles y Níspero con 212 árboles ya que estas presentan mayor resistencia y rápido crecimiento.

Figura 3. Número total de árboles registrados por especie



Fuente: Elaboración propia. 2024

En la figura número 4 tenemos un total de 2158 árboles y en su totalidad 74 especies registradas o censada.

Las especies más utilizadas por el ornato público y la que predomina más en el área evaluada es el Lapacho rosado con 216 árboles, que se encuentran en la línea de color celeste y Níspero con 212 árboles en la línea de color naranja, ya que estas presentan mayor resistencia y rápido crecimiento.

4.3. DATOS DIÁMETROS

Se tomó en cuenta la altura del árbol, circunferencia del tronco y la altura a la primera rama del árbol sacando consigo el promedio de cada uno.

Cuadro 9. Levantamiento de datos diamétricas

Especies	CLASE DIAMETRICA									Total, general
	<10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	>80	
Lapacho rosado	36	32	67	62	15	3		1	1	216
Níspero	82	106	22	1	1					212
Paraíso	15	2	16	39	35	26	33	15	7	188
Crespón	110	33	6							149
Olmo	3	6	25	59	35	6				134
Lecherón	24	61	22	3						110
Ligustre	55	33	10	4	2					104
Cítrico limón	57	38	7							102
Grevilla		2	7	24	40	13	5	4	1	96
Jacaranda	5	3	17	21	21	12	2	2		83
Brachichito	19	34	18	5	1					77

Cítrico naranja agria	23	30	9	3						65
Fresno común	8	11	17	18	2	5		2		63
Carnaval	2	6	13	21	12	6	1	1	1	63
Jazmín paraguayo	33	1	1	1	1					37
Acacia negra		7	17	7	1	2	1			35
Leucaena	6	12	8	2						28
Cítrico mandarina	11	10	7							28
Laurel rosa	9	13	3	2						27
Molle chileno	2	7	11	3	1					24
Lapacho amarillo	11	6	2	3						22
Palmera abanico	4		1		3	7	2	1	1	19
Duranta	13	3	2							18
Molle criollo	1		2	2	5	5	1		2	18

Chañar	1	5	5	2	2	1	1			17
Sauce lloron		3		1	3	3	2		1	13
Ceibo		1	2	4	2	2	2			13
Casuarina			1	3	5	2	1			12
Toborochoi		2		1	1	2	3	1	1	11
Sauco	2	2	5	2						11
Fresno blanco	1	2	3	4						10
Arce		1	2	4	3					10
Jarca			7	2		1				10
Coronillo	4		2	2	1					9
Guayaba	6		1	1						8
Pino				6	1	1				8
Gomero	8									8
Pomelo	1	1	4							6
Cina cina		2	1	2	1					6
Cítrico lima	2	4								6
Guaranguay	1		3	2						6
Tipa			2	3						5

Higuera	3	1	1							5
Cucarda	5									5
Mora	1	2	2							5
Calistemo	4	1								5
Santa rita	3					1				4
Bay-rum				1	2	1				4
Timboy				2	1		1			4
Palmera datilera	1						1		1	3
Clavellina		1		2						3
Magnolia	3									3
Laurel blanco			1	1						2
Palta	1			1						2
Sangre de Líbano	1	1								2
Alamo negro	1			1						2
Pino radiata	1				1					2
Cipres	2									2

Lapacho blanco	1		1							2
Pata de vaca		2								2
Lantana	1									1
Quirquiña	1									1
Granada		1								1
Nogal común			1							1
Tulipanero		1								1
Duraznero	1									1
Pino piñotero					1					1
Tusca		1								1
Narciso amarillo	1									1
Kiri		1								1
Guayacan	1									1
Penoco								1		1
Algarrobo negro			1							1

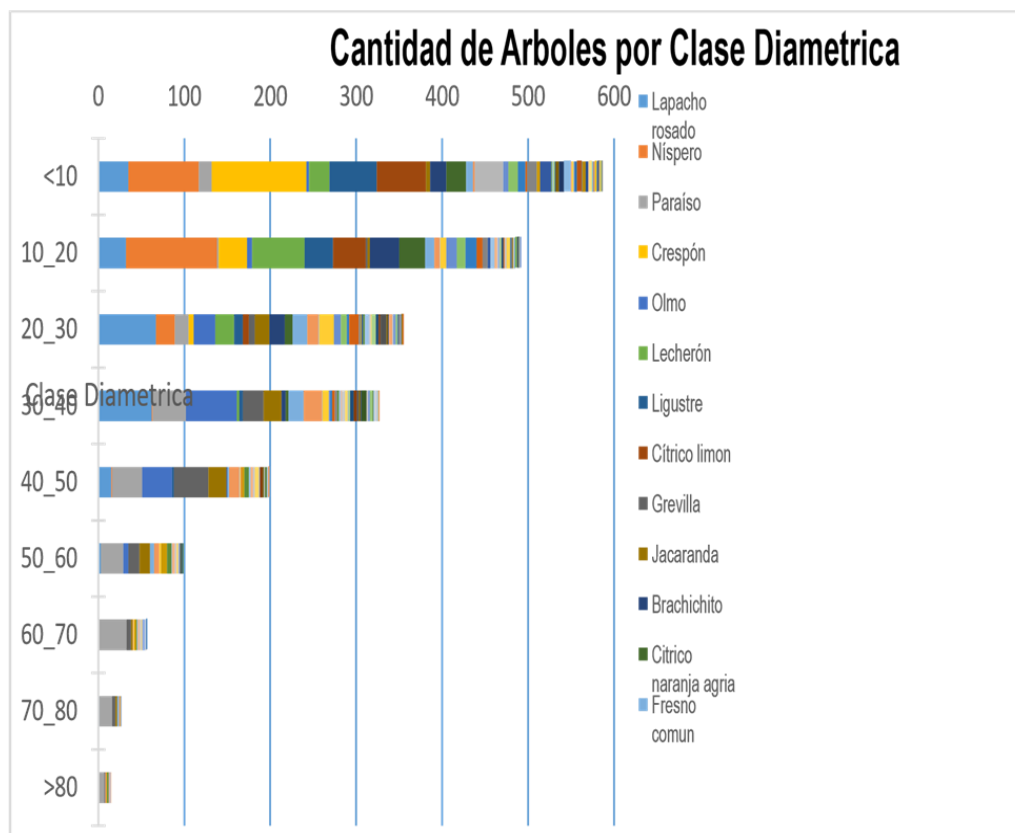
Reina de flor	1										1
Total	588	492	355	327	199	99	57		27	15	2.158

Fuente: Elaboración propia. 2024

Al hacer el levantamiento de los datos dimétrico se obtuvo los siguientes resultados

Menor a 10 un total de 588, entre 10 y 20 cm se tiene un total de 492 cm, de 20 a 30 cm se obtuvo un total de 355 cm, de 30 a 40 cm tenemos un total de 327, de 40 a 50 existe un total de 199, de 50 a 60 se llegó a un total de 99 cm, de 60 a 70 cm se tiene un total de 57 cm, de 70 a 80 cm obtuve un total de 27 cm y con el 80 cm obtuve 15 cm, de lo cual se llegó a los 2158 cm árboles evaluado.

Figura 4. Cantidad de árboles por clase diamétrica



Fuente: Elaboración propia. 2024

En la figura numero 5 mostramos un gráfico de barras horizontales, donde cada barra representa una clase diamétrica (rango de diámetros) y su longitud indica la cantidad de arbole en esa clase. Los datos están organizados por rangos de diámetros, con árboles más pequeños a la izquierda y más grande a la derecha. Cada barra está dividida por colores, representando diferentes especies de árboles dentro de cada clase diamétricas.

4.4. CUANTIFICACIÓN DE ÁRBOLES ENFERMOS

Se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Número total de árboles registrados enfermos/especie

N.º	Nombre Común	Nombre Científico	Número Total, de Árboles
1	Lapacho rosado	<i>Handrourthus impetiginosus</i>	45
2	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	31
3	Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	29
4	Crespón	<i>Lagerstroemia indica</i>	21
5	Olmo	<i>Ulmus minor</i>	26
6	Lecherón	<i>Euphorbia heterophylla</i>	26
7	Ligustre	<i>Ligustrum vulgare</i>	24
8	Cítrico limón	<i>Citrus limon</i>	46
9	Grevilla	<i>Grevillea robusta</i>	8
10	Jacaranda	<i>Jacaranda misosifolia</i>	12
11	Brachichito	<i>Brachychiton poluneus</i>	12
12	Cítrico naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	35

13	Fresno común	<i>Fraxinus excelsior</i>	8
14	Carnaval	<i>Senna spectabilis</i>	15
15	Jazmín paraguayo	<i>Brunfelsia australis</i>	8
16	Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>	6
17	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	5
18	Cítrico mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	14
19	Laurel rosa	<i>Nerium oleander</i>	3
20	Molle chileno	<i>Schinus molle</i>	3
21	Lapacho amarillo	<i>Handroanthus lapacho</i>	7
22	Palmera abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	2
23	Duranta	<i>Duranta erecta</i>	2
24	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	1
25	Cítrico lima	<i>Citrus latifoliada</i>	2
26	Mora	<i>Rubus glaucus</i>	2
27	Timboy	<i>Enterebolium contortisiliquum</i>	1
28	Lapacho blanco	<i>Tabebuia roseo alba</i>	1
			395

Fuente: Elaboración propia. 2024

Se evaluó el número total de árboles enfermos del cual se llegó a 395 árboles enfermos de 2158 árboles en total censados, En relación al total de especies enfermos en tenemos que 20 especies se encuentran con enfermedad.

4.5. ESTADO DEL FOLLAJE DE LOS ÁRBOLES DONADOS POR ALGUNA PLAGA O ENFERMEDAD

Se evaluó el estado de follaje de las copas y ramas de los árboles visualmente tomando en cuenta el estado de las hojas teniendo los siguientes resultados de los árboles donados por alguna patología.

Cuadro 11. Número de árboles afectados por alguna patología

Nombre Común)	Normal Todo verde	Clorótico Hoja amarillentas o secas	Necrótico Muerte parcial o total de las hojas	Plaga Con enfermedad o ataque de plagas	Daños abióticos Daños mala poda	TOTAL
Lapacho rosado	73	25	7	13	98	216
Níspero	99	8	11	12	82	212
Paraíso	98	12	2	15	61	188
Crespón	94	5	9	7	34	149
Olmo	64	13	4	9	44	134
Lecherón	72	9	7	10	12	110

Ligustre	54	7	9	8	26	104
Cítrico limon	33	13	7	26	23	102
Grevilla	41	4	3	1	47	96
Jacaranda	35	5	3	4	36	83
Brachichito	33	4	2	6	32	77
Citrico naranja agria	26	9	3	23	4	65
Fresno común	28	3	1	4	27	63
Carnaval	27	2	1	12	21	63
Jazmín paraguayo	16	4	2	2	13	37
Acacia negra	14	3	1	2	15	35
Leucaena	12	2	1	2	11	28
Cítrico mandarina	12	2	1	11	2	28
Laurel rosa	12	1	0	2	12	27

Molle chileno	12	1	0	2	9	24
Lapacho amarillo	9	2	0	5	6	22
Palmera abanico	15	0	0	2	2	19
Duranta	16	1	0	1	0	18
Molle criollo	9	0	0	0	9	18
Chañar	11	0	0	0	6	17
Sauce lloron	8	0	0	0	5	13
Ceibo	9	0	0	0	4	13
Casuarina	7	1	0	0	4	12
Toborocho	6	0	0	0	5	11
Sauco	8	0	0	0	3	11
Fresno blanco	5	0	0	0	5	10
Arce	7	0	0	0	3	10
Jarca	6	0	0	0	4	10

Coronillo	7	0	0	0	2	9
Guayaba	7	0	0	0	1	8
Pino	6	0	0	0	2	8
Gomero	7	0	0	0	1	8
Pomelo	5	0	0	0	1	6
Cina cina	5	0	0	0	1	6
Cítrico lima	3	1	0	1	1	6
Guarangua y	4	0	0	0	2	6
Tipa	4	0	0	0	1	5
Higuera	4	0	0	0	1	5
Cucarda	4	0	0	0	1	5
Mora	2	1	0	1	1	5
Calistemo	4	0	0	0	1	5
Santa rita	3	0	0	0	1	4
Bay-rum	3	0	0	0	1	4
Timboy	2	1	0	0	1	4
Palmera	3	0	0	0	0	3

datilera						
Clavellina	2	0	0	0	1	3
Magnolia	2	0	0	0	1	3
Laurel blanco	2	0	0	0	0	2
Palta	1	0	0	0	1	2
Sangre de líbano	2	0	0	0	0	2
Alamo negro	1	0	0	0	1	2
Pino radiata	1	0	0	0	1	2
Cipres	2	0	0	0	0	2
Lapacho blanco	1	1	0	0	0	2
Pata de vaca	1	0	0	0	1	2
Lantana	1	0	0	0	0	1
Quirquiña	1	0	0	0	0	1
Granada	1	0	0	0	0	1

Nogal común	1	0	0	0	0	1
Tulipanero	1	0	0	0	0	1
Duraznero	1	0	0	0	0	1
Pino piñotero	1	0	0	0	0	1
Tusca	0	0	0	0	1	1
Narciso amarillo	1	0	0	0	0	1
Kiri	1	0	0	0	0	1
Guayacan	0	0	0	0	1	1
Penoco	0	0	0	0	1	1
Algarrobo negro	1	0	0	0	0	1
Reina de flor	1	0	0	0	0	1
Total	1070	140	74	181	693	2158

Fuente: Elaboración propia. 2024

Se evaluó visualmente los árboles, obteniendo como resultado los siguientes afectados por algunas patologías del cual se obtuvo, Normal todo verde con 1070 árboles sanos, en el cual los Cloróticos (hoja amarillentas o secas) se obtuvo 140 árboles enfermos, los necróticos (muerte parcial o total de las hojas) del se tiene 74 árboles enfermos, en

los árboles observados con plagas (con enfermedad o ataque de plaga) tenemos 181 árboles igual enfermos, y se tiene como resultado que con más daños son los abióticos de todo lo evaluado con 693 árboles afectados con Daños abióticos (daños de mala podas). Y en todo lo evaluados de árboles enfermos con 395 árboles enfermos.

Cuadro 12. Porcentaje de árboles afectados por alguna patología

Nombre Común)	Normal Todo verde	Clorótico Hoja amarillentas o secas	Necrótico Muerte parcial o total de las hojas	Plaga Con enfermedad o ataque de plagas	Daños abióticos Daños mala poda	Total
Lapachorro	34	11.2	3.3	6	45.6	100
Níspero	46.7	3.8	5.2	5.7	38.7	100
Paraíso	52.1	6.4	1.1	8	32.4	100
Crespón	63.1	3.4	6	4.7	22.8	100
Olmo	47.8	9.7	3	6.7	32.8	100
Lecherón	65.5	8.2	6.4	9.1	10.9	100
Ligustre	51.9	6.7	8.7	7.7	25	100
Cítrico limon	32.4	12.7	6.9	25.5	22.5	100
Grevilla	42.7	4.2	3.1	1	49	100
Jacaranda	42.2	6	3.6	4.8	43.4	100
Brachichito	42.9	5.2	2.6	7.8	41.6	100
Citrico naranja agria	40	13.8	4.6	35.4	6.2	100

Fresno comun	44.4	4.8	1.6	6.3	42.9	100
Carnaval	42.9	3.2	1.6	19	33.3	100
Jazmín paraguayo	43.2	10.8	5.4	5.4	35.1	100
Acacia negra	40	8.6	2.9	5.7	42.9	100
Leucaena	42.9	7.1	3.6	7.1	39.3	100
Cítrico mandarina	42.9	7.1	3.6	39.3	7.1	100
Laurel rosa	44.4	3.7	0	7.4	44.4	100
Molle chileno	50	4.2	0	8.3	37.5	100
Lapacho amarillo	40.9	9.1	0	22.7	27.3	100
Palmera abanico	78.9	0	0	10.5	10.5	100
Duranta	88.9	5.6	0	5.6	0	100
Molle criollo	50	0	0	0	50	100
Chañar	64.7	0	0	0	35.3	100
Sauce lloron	61.5	0	0	0	38.5	100
Ceibo	69.2	0	0	0	30.8	100
Casuarina	58.3	8.3	0	0	33.3	100
Toborochi	54.5	0	0	0	45.5	100
Sauco	72.7	0	0	0	27.3	100
Fresno blanco	50	0	0	0	50	100
Arce	70	0	0	0	30	100

Jarca	60	0	0	0	40	100
Coronillo	77.8	0	0	0	22.2	100
Guayaba	87.5	0	0	0	12.5	100
Pino	75	0	0	0	25	100
Gomero	87.5	0	0	0	12.5	100
Pomelo	83.3	0	0	0	16.7	100
Cina cina	83.3	0	0	0	16.7	100
Cítrico lima	50	16.7	0	16.7	16.7	100
Guarangua y	66.7	0	0	0	33.3	100
Tipa	80	0	0	0	20	100
Higuera	80	0	0	0	20	100
Cucarda	80	0	0	0	20	100
Mora	40	20	0	20	20	100
Calistemo	80	0	0	0	20	100
Santa rita	75	0	0	0	25	100
Bay-rum	75	0	0	0	25	100
Timboy	50	25	0	0	25	100
Palmera datilera	100	0	0	0	0	100
Clavellina	66.7	0	0	0	33.3	100
Magnolia	66.7	0	0	0	33.3	100
Laurel blanco	100	0	0	0	0	100
Palta	50	0	0	0	50	100

Sangre de líbano	100	0	0	0	0	100
Alamo negro	50	0	0	0	50	100
Pino radiata	50	0	0	0	50	100
Cipres	100	0	0	0	0	100
Lapacho blanco	50	50	0	0	0	100
Pata de vaca	50	0	0	0	50	100
Lantana	100	0	0	0	0	100
Quirquiña	100	0	0	0	0	100
Granada	100	0	0	0	0	100
Nogal común	100	0	0	0	0	100
Tulipanero	100	0	0	0	0	100
Duraznero	100	0	0	0	0	100
Pino piñotero	100	0	0	0	0	100
Tusca	0	0	0	0	100	100
Narciso amarillo	100	0	0	0	0	100
Kiri	100	0	0	0	0	100
Guayacan	0	0	0	0	100	100
Penoco	0	0	0	0	100	100
Algarrobo negro	100	0	0	0	0	100
Reina de flor	100	0	0	0	0	100

Fuente: Elaboración propia. 2024

Interpretar en %

Se evaluó visualmente los árboles, obteniendo como resultado los siguientes afectados por algunas patologías del cual se obtuvo, Normal todo verde con 1070 árboles sanos, en el cual los Cloróticos (hoja amarillentas o secas) se obtuvo 140 enfermos, los necróticos (muerte parcial o total de las hojas) del se tiene 74 árboles enfermos, en los árboles observados con plagas (con enfermedad o ataque de plaga) tenemos 181 y se tiene como resultado que con más daños de todo lo evaluado con 693 árboles afectados con Daños abióticos (daños de mala podas).

2 4.6. ESTADO DE LAS COPAS DE LOS ÁRBOLES

Se evaluó el estado de copas de los árboles de las especies encontradas en el área de estudio.

Cuadro 13. Estado de las copas

Estado de las copas de los árboles	Nº de individuos	Porcentaje
Copa Afectada por alguna de las enfermedades	395	18.30 %
Copa Libre de daños	1070	49.58 %
Arboles con daños físicos	693	32.11 %

Fuente: Elaboración propia. 2024

Se observó que el 18.30 % del total de los árboles estudiados presenta Copa Afectada por alguna de las enfermedades debido a que algunas especies presentan menor crecimiento en sus copas ya sea por la edad o también atribuye a la poda exagerada que se realiza, 49.58 % del arbolado presenta Copa Libre de daños esto se atribuye a la edad de los árboles y también al manejo que se le hace y el 32.11 % de los Árboles con daños físicos.

3 4.7. ESTADO Y CARACTERÍSTICAS DEL TRONCO DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS

Tomando en cuenta las características del tronco se realizó el levantamiento visualmente de los datos en las respectivas planillas, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 14. Número de Árboles y Porcentaje de las características del tronco por calidad

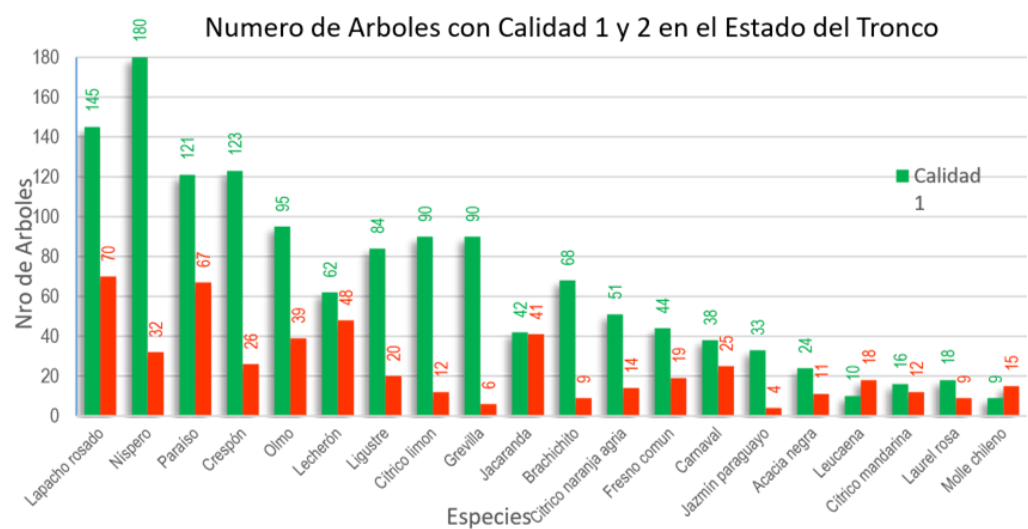
Nombre Común	ESTADO DEL TRONCO (Calidad 1 y 2) Número de árboles			ESTADO DEL TRONCO (Calidad 1 y 2) Porcentaje (%)	
	1	2	Total	1	2
Lapacho rosado	146	70	216	67.44	32.56
Níspero	180	32	212	84.91	15.09
Paraíso	121	67	188	64.36	35.64
Crespón	123	26	149	82.55	17.45

Olmo	95	39	134	70.90	29.10
Lecherón	62	48	110	56.36	43.64
Ligustre	84	20	104	80.77	19.23
Cítrico limón	90	12	102	88.24	11.76
Grevilla	90	6	96	93.75	6.25
Jacaranda	42	41	83	50.60	49.40
Brachichito	68	9	77	88.31	11.69
Cítrico naranja agria	51	14	65	78.46	21.54
Fresno común	44	19	63	69.84	30.16
Carnaval	38	25	63	60.32	39.68
Jazmín paraguayo	33	4	37	89.19	10.81
Acacia negra	24	11	35	68.57	31.43
Leucaena	10	18	28	35.71	64.29
Cítrico mandarina	16	12	28	57.14	42.86
Laurel rosa	18	9	27	66.67	33.33
Molle chileno	9	15	24	37.50	62.50
Total	1.344	497	1.840		

Fuente: Elaboración propia. 2024

La tabla refleja el estado del tronco de 1 840 árboles de distintas especies, clasificados en dos calidades (1 = mejor calidad; 2 = calidad inferior). En conjunto, el 73,04 % de los ejemplares presentan troncos de calidad 1, mientras que el 26,96 % corresponden a calidad 2. Sin embargo, hay notables variaciones entre especies: algunas, como Grevilla y Cítrico limón, superan el 90 % de calidad 1, mientras que otras, como Leucaena y Molle chileno, tienen más de la mitad de sus troncos en calidad 2.

Figura 5. Número de árboles por calidad



Fuente: Elaboración propia. 2024

En esta figura de barras apiladas por especie:

Barras verdes: muestran el número de árboles cuya calidad de tronco fue clasificada como Calidad 1 (el mejor estado).

Barras rojas: muestran el número de árboles cuya calidad de tronco fue clasificada como Calidad 2 (estado inferior).

Así, una barra verde alta frente a una roja baja significa que esa especie tiene mayoría de ejemplares con troncos en óptimo estado; en cambio, cuando la fracción roja es grande, indica que un porcentaje significativo de esos árboles presenta troncos de

calidad menor. Por ejemplo, en Níspero predomina el verde (calidad 1), mientras que en Leucaena la franja roja (calidad 2) supera en algunos casos a la verde.

4 4.8. ESTADO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS RAÍCES DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS

Mediante la evaluación visual del estado de las raíces de los árboles se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 15, Número de Árboles y Porcentaje de las características de las raíces

Nombre Común	AFECTACIÓN RAÍZ (Calidad 1 y 2) Número de Árboles			AFECTACIÓN RAÍZ (Calidad 1 y 2) Porcentaje	
	1	2	Total	1	2
Lapacho rosado	175	41	216	80.93	19.07
Níspero	198	14	212	93.40	6.60
Paraíso	88	100	188	46.81	53.19
Crespón	145	4	149	97.32	2.68
Olmo	70	64	134	52.24	47.76
Lecherón	103	7	110	93.64	6.36
Ligustre	96	8	104	92.31	7.69
Cítrico limón	99	3	102	97.06	2.94
Grevilla	54	42	96	56.25	43.75

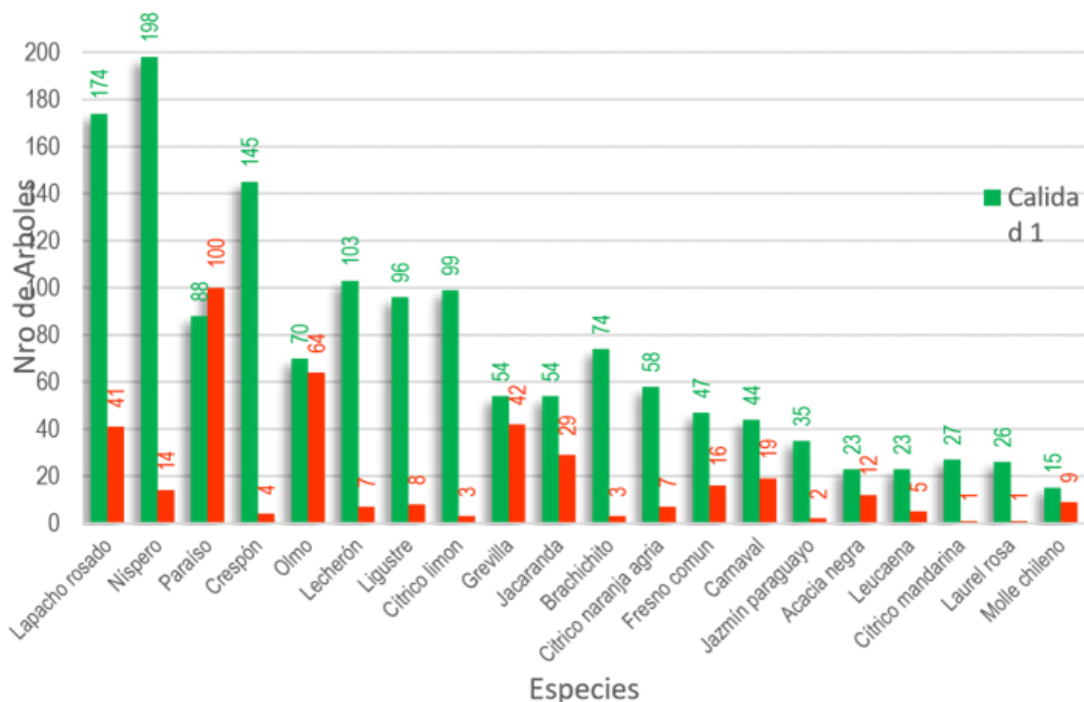
Jacaranda	54	29	83	65.06	34.94
Brachichito	74	3	77	96.10	3.90
Cítrico naranja agria	58	7	65	89.23	10.77
Fresno común	47	16	63	74.60	25.40
Carnaval	44	19	63	69.84	30.16
Jazmín paraguayo	35	2	37	94.59	5.41
Acacia negra	23	12	35	65.71	34.29
Leucaena	23	5	28	82.14	17.86
Cítrico mandarina	27	1	28	96.43	3.57
Laurel rosa	26	1	27	96.30	3.70
Molle chileno	15	9	24	62.50	37.50
Total	1454	387	1.840		

Fuente: Elaboración propia. 2024

“Cuadro 15” sobre afectación de raíces (Calidad 1 = raíces sanas, Calidad 2 = raíces con algún grado de afectación), basada en los valores de número de árboles y porcentajes:

De un total de 1 840 árboles muestreados, 1 454 (79,02 %) presentan raíces en buen estado (Calidad 1) y 387 (20,98 %) muestran algún grado de afectación (Calidad 2). En términos prácticos, casi cuatro de cada cinco ejemplares tienen un sistema radicular sano, aunque existen especies (como Paraíso y Olmo) con más de la mitad de sus individuos en nivel de afectación moderado a severo.

Figura 6. Número de Árboles con Afectación de Raíz Calidad 1 y 2



Fuente: Elaboración propia. 2024

En esta figura de barras por especie:

Barras verdes (Calidad 1): representan el número de árboles cuyas raíces están en buen estado, es decir, sin afectación o con afectación mínima.

Barras rojas (Calidad 2): indican el número de árboles cuyas raíces presentan algún grado de afectación (daños, plagas, compactación, etc.).

De este modo:

Cuando la barra verde es mucho más alta que la roja, la especie goza en general de un sistema radicular saludable (por ejemplo, Níspero, Crespón, o Cítrico limón).

Si la franja roja es grande, sugiere que un porcentaje importante de individuos sufre daño en las raíces (por ejemplo, Paraíso, Olmo o Grevilla).

La comparación visual de las dos franjas permite identificar rápidamente qué especies necesitan prioridades de manejo para protección o mejoramiento del suelo.

HOSPEDANTE NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ENFERMEDAD/ NECROTICOS /ABIOTICOS	Nº DE ESPECECIES	% DE INSIDENCIA	IMAGEN
Lapacho Amarillo	<i>Handroanthus albus</i>	Tizón tardío (<i>Fythophthora infestans</i>)	Número total de especies identificadas 22 Número total de especies enfermas 2	31%	 Tizón tardío <i>Fythophthora infestans</i>
Naranja Agria	<i>Citrus aurantium var. amara L.</i>	Cancro deprimido y grietas verticales (<i>Corticium salmonicolor</i> .)	Número total de especies identificadas 65 Número total de especies enfermas 35	54%	 Cancro deprimido y grietas verticales (<i>Corticium salmonicolor</i>.)

Cítrico Limón	<i>Citrus limón</i>	Cochinilla algodonosa (<i>Planococcus citri</i>)	Número total de especies identificadas 102 Número total de especies enfermas 46	45%	
Naranja Agria	<i>Citrus aurantium</i> var. <i>amara</i> L.	Carbón de los cítricos (<i>Xanthomonas citri</i>)	Número total de especies identificadas 65 Número total de especies enfermas 35	54%	

Cochinilla algodonosa (*Planococcus citri*)

Carbón de los cítricos (*Xanthomonas citri*)

Níspero	<i>Eriobotrya japónica</i>	Cochinilla algodonosa (<i>Planococcus citri</i>)	Número total de especies identificadas 212 Número total de especies enfermas 31	15%	 Cochinilla algodonosa (<i>Planococcus citri</i>)
Cítrico Lima	<i>Citrus aurantiifolia</i>	Cochinilla	Número total de especies identificadas 6 Número total de especies enfermas 2	33%	 Cochinilla

Lapacho Rosado	<i>Tabebuia avellanedae</i>	Mancha Foliar (<i>Pseudocercospora ranjita</i>)	Número total de especies identificadas 216 Número total de especies enfermas 45	21%	 Mancha Foliar (<i>Pseudocercospora ranjita</i>)
Lapacho Blanco	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Oidium cenizo o mal blanco	Número total de especies identificadas 2 Número total de especies enfermas 1	50%	 Oidium cenizo o mal blanco

Lapacho Amarillo	<i>Handroanthus albus</i>	Mancha foliar por Cladosporium ssp	Número total de especies identificadas 22 Número total de especies enfermas 5	32%	 Mancha foliar por Cladosporium ssp
Lapacho Rosado	<i>Tabebuia avellanedae</i>	Daño por heladas Quemadura por frío	Número total de especies identificadas 216 Número total de especies enfermas 45	21%	 Daño por heladas Quemadura por frío

Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Manchas cloróticas del virus de la mora	Número total de especies identificadas 5 Número total de especies enfermas 2	40%	 Manchas cloróticas del virus de la mora
Lapacho Rosado	<i>Tabebuia avellanedae</i>	Adulto de <i>Ectinogonia buqueti</i> .	Número total de especies identificadas 216 Número total de especies enfermas 45	21%	 Adulto de <i>Ectinogonia buqueti</i>.

Naranja Agria	<i>Citrus aurantium</i> <i>var. amara L.</i>	Cochinilla del tronco	Número total de especies identificadas 65 Número total de especies enfermas 35	54%	 Cochinilla del tronco
HOSPEDANTE NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ENFERMEDAD/ NECROTICOS /ABIOTICOS	Nº DE ESPECECIES	% DE INSIDENCIA	IMAGEN
Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Planta epifita Orquídea (<i>Pholidota imbrincada</i>)	Número total de especies identificadas 188 Número total de especies enfermas 29	15%	

Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Crecimiento de Ciprés (<i>Cupressus</i>)	Número total de especies identificadas 188 Número total de especies enfermas 29	15%	 Ciprés (<i>Cupressus</i>)
Lapacho Rosado	<i>Tabebuia avellanedae</i>	Liquen (<i>Parmelia sp</i>)	Número total de especies identificadas 216 Número total de especies enfermas 45	21%	 Liquen (<i>Parmelia sp</i>)

Cina Cina	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Muerte descendente Problemas de la Raíz	Número total de especies identificadas 6 Número total de especies enfermas 1	17%	
Brachichito	<i>Brachychiton populneus</i>	Liquen (<i>Parmelia sp.</i>)	Número total de especies identificadas 77 Número total de especies enfermas 12	16%	

Muerte descendente

Liquen (*Parmelia sp.*)

HOSPEDANTE NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ENFERMEDAD/ NECROTICOS /ABIOTICOS	Nº DE ESPECECIES	% DE INSIDENCIA	IMAGEN
Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Cancrosis	Número total de especies identificadas 188 Número total de especies enfermas 29	15%	 Cancrosis
Fresno Común	<i>Fraxinus exelsior</i>	Cancrosis	Número total de especies identificadas 63 Número total de especies enfermas 8	13%	 Cancrosis

Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Daño mecánico y Cancrosis	Número total de especies identificadas 188 Número total de especies enfermas 29	15%	 Daño mecánico y Cancrosis
Arce	<i>Acer negundo</i>	Cicatrización por mala poda	Número total de especies identificadas 10 Número total de especies enfermas 3	30%	 Cicatrización por mala poda

Lecherón	<i>Thevetia peruviana</i>	Cancrosis	Número total de especies identificadas 110 Número total de especies enfermas 26	24%	 Cancrosis
Molle Chileno	<i>Schinus areira</i>	Mal formación mala poda y conducción	Número total de especies identificadas 24 Número total de especies enfermas 9	43%	 Mal formación

Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Muerte descendente de la planta, patología del follaje y muerte de ases vasculares	Número total de especies identificadas 28 Número total de especies enfermas 2	7%	 Muerte descendente de la planta
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Muerte ascendente enfermedad de las raíces	Número total de especies identificadas 100 Número total de especies enfermas 11	11%	 Muerte ascendente

Carnaval	<i>Cassia carnaval</i>	Muerte ascendente enfermedad de las raíces	Número total de especies identificadas 63 Número total de especies enfermas 15	24%	 Muerte ascendente
Carnaval	<i>Cassia carnaval</i>	Muerte de la planta	Número total de especies identificadas 63 Número total de especies enfermas 21	24%	 Muerte de la planta

4.9. IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES (continuación de los trabajos realizados)

El término enfermedad de los árboles hace referencia a los efectos negativos que causan los agentes de daño de origen biótico y abiótico, excluyendo al fuego, insectos y animales ((Callan 2. M., 2008) Mencionan que las semillas y plántulas forestales pueden ser afectadas por desórdenes físicos y fisiológicos (abióticos) y por enfermedades provocadas por hongos, bacterias y virus (bióticos). Dentro de las enfermedades bióticas, los hongos son considerados los agentes causales de mayor importancia, ocasionando cerca del 80% de las patologías conocidas ((Balatti et al.) y provocando grandes pérdidas económicas ((Callan 2. A., 2010)

La "identificación de las enfermedades" se realizó a partir de los síntomas, signos y daños observados y del estudio de las características culturales y microbiométricas de los patógenos aislados y la consulta de bibliografía relacionada con la sistemática y morfología fúngica ((Barnett, Ellis, & Sutton, 2006)

Este es el principal agente de daño en la arboleda; ya que la poda incorrecta causa daños innecesarios y desgarrar la corteza, los cortes inadecuados que se realizan durante la poda dañan los tejidos del tronco y pueden ocasionar pudrición ya que su efecto es que las heridas causadas, son una vía de entrada de microorganismos patógenos que enferman al árbol hasta causarles la muerte, esto ocurre con frecuencia en la arboleda en estudio, la mayoría de las enfermedades encontradas fueron causadas por heridas durante la poda, ya que las herramientas no fueron desinfectadas, también por el tipo de corte que se le realizó.

El daño mecánico puede ser causado en las raíces impidiendo la absorción de agua y nutrientes, al igual que en ramas y tronco y las hojas se ven afectadas al momento de realizar la fotosíntesis, lo importante es que el efecto que causan puede ser mortal.

ÍNDICE DE RIESGO

Luego de que un árbol haya sido sometido a una inspección y evaluación, Las mismas se hayan identificado los defectos que lo constituyan en un ejemplar de riesgo, deberá evaluarse, cuál es la solución para remediar el problema.

Las alternativas pueden variar desde la no intervención no inmediata hasta el retiro del árbol, dependiendo de la naturaleza y severidad del problema.

El proceso de toma de decisión resulta a menudo muy dificultoso y también costoso, por lo cual habitualmente no se logrará complementar con todas las acciones en un mismo ejercicio por lo que corresponderá efectuar una acertada selección de las acciones prioritarias.

Se brinda a continuación una guía orientativa para interactuar con los riesgos asociados a arboles urbanos.

1. Árboles muertos: Si un árbol está muerto, y tiene un porcentaje mayor al 50% de sus ramas principales muertas y tiene antecedentes de decaimiento, debe ser removido.
2. Ramas muertas y/o colgantes: Como regla general, todas las ramas secas y/o colgantes iguales o mayores a los 5 cm de diámetro deben ser podadas y/o retiradas.
3. Ramas dañadas o sobre extendidas. Cuando el daño exceda el 33% del volumen de una rama, la misma deberá ser eliminada, podada para reducir la carga o cableada para soportar su peso. Una rama sobre extendida puede definirse como aquella que es más larga que lo que es habitual en la especie y que no presenta ramas subsidiarias activas a lo largo de los dos tercios inferiores de su longitud. Este tipo de ramas deberán ser correctamente podadas o eliminadas.
4. Ramas codominantes: En arboles jóvenes, se deberá ralea (eliminar) una de las dos ramas, mientras que en arboles maduros se deberá garantizar la seguridad mediante el empleo de elementos de fijación y sostén.

5. Podredumbre o decaimiento del tronco: Árboles que presenten más del 33% de pérdida de madera sana deben ser removidos. Si el porcentaje es menor, deberá considerarse la presencia de otros factores estructurales concurrentes tales como inclinación, canchros, copas desbalanceadas y blancos importantes.

4.1 Evaluación y caracterización del riesgo.

Su finalidad es la de reducir la ocurrencia de siniestros previsibles mediante la intervención temprana de aquellos ejemplares que se encuentren en situación de riesgo.

Apunta fundamentalmente a efectuar el retiro de aquellos árboles secos o que por su estado constituyan una amenaza a la seguridad pública, así como la poda de aquellos que presenten ramas de riesgo.

Los niveles de riesgo para la seguridad pública se basan en los siguientes criterios:

- Características de las vías de tránsito (tipo y flujo de tránsito y patrones de congestión).
- Uso de las áreas públicas y patrones de ocupación (alto, moderado y bajo).
- Características del árbol (calificación del riesgo, edad y densidad).
- Interferencias de ramas con el tránsito, peatones o líneas de servicios.
- Interferencias de raíces con las aceras o propiedades.

En general la infraestructura urbana es permanentemente evaluada según códigos que estipulan grados de riesgos previstos y que no dan lugar a dudas ni discusiones, lo que ocurre pocas veces en el caso del arbolado, dando lugar a conflictos innecesarios entre la evaluación profesional, las decisiones políticas de gestión y el parecer de los ciudadanos.

Es indispensable entonces, la participación de profesionales capacitados y experimentados capaces de manejar con niveles aceptables el riesgo del arbolado urbano.

El umbral de riesgo aceptable dependerá no solo de las políticas y objetivos prefijados, sino también de las situaciones coyunturales por las que se atraviese. Por tal motivo se considera importantísimo el definir los árboles que superen el nivel de riesgo aceptable, que constituirán el núcleo de las intervenciones, mientras que los restantes serán los riesgos que se asuman desde el punto de vista programático de la gestión en esta situación extraordinaria, por lo que una vez superada la misma se deberá volver a redefinir este capítulo.

La gestión del riesgo, requiere un proceso sistemático para detectar, evaluar, prevenir y corregir los defectos de árboles considerados peligrosos, o especies inapropiadas. Estas acciones complementan el programa integrado de mantenimiento del arbolado urbano, junto con la plantación, poda y los programas de respuesta a emergencias.

Árboles peligrosos o de riesgo: son aquellos que tienen defectos estructurales en raíces, tallo o ramas que pueden causar daños a la propiedad o lesiones a las personas.

Defectos de árboles: pueden ser de varios tipos:

- Por lesiones o enfermedades que debilitan gravemente los troncos, raíces o ramas.
- Por problemas estructurales derivados de una arquitectura pobre.
- Por raíces poco profundas o por mal manejo de poda.

Para una apropiada evaluación del riesgo es apropiado plantear una serie de instancias de inspección que incluyen:

- El relevamiento global del arbolado.
- La inspección visual del ejemplar.
- La comprensión de la biología del árbol y su comportamiento en el bosque urbano.
- Estudios con instrumental de detección de patologías, y
- Observación de las zonas de uso.

Cada paso en la evaluación es significativo y complementa el proceso: pero de todas maneras es imposible pensar en el "riesgo 0". Teniendo en cuenta la enorme interacción que ocurre en la ciudad entre infraestructura - habitantes - árboles - tiempo - clima - mantenimiento.

Existen varios sistemas de evaluación de riesgo, daño o perjuicio que representa un árbol o alguna parte del mismo. Algunos se definen a través de un valor numérico, mientras que otros describen el nivel de riesgo en una escala de "baja" a "muy alta", que podrán ser adoptados de acuerdo a cada situación particular.

Independientemente del sistema de calificación de riesgo, el objetivo es el de contar con una base de datos permanentemente actualizada que permita una toma de decisiones eficiente, y donde se vea reflejado el trabajo de campo recogido mediante un formulario estándar que resuma los aspectos más importantes de la evaluación.

Al establecer un programa de categorización de riesgos, es muy importante incluir a la comunidad, informándoles sobre sus responsabilidades en cuanto a los trabajos clandestinos que pueda incrementar el riesgo del árbol en la vía pública.

Para la evaluación del riesgo se deberán tener en cuenta una serie de parámetros que deben interrelacionarse al momento de la toma de decisiones sobre el ejemplar:

- A. Categorías de defectos que ocasionan riesgo
- B. Estimación del grado de riesgo
- C. Guía para la Evaluación de Riesgos. Códigos
- D. Gestión zonas según riesgo, Medidas a adoptar

A. Categorías de defectos que ocasionan riesgo

Los defectos de un árbol inseguro (o riesgoso) son signos visibles de que el árbol se está perdiendo vitalidad o fortaleza estructural lo que puede generar riesgos. Se dice que un árbol con defectos no es inseguro, a no ser que el mismo o que algunas de sus partes puedan alcanzar a un objetivo. Los protocolos internacionales reconocen siete tipos de defectos de árbol que pueden ocasionar riesgos:

1. Pudrición o descomposición de la madera, plagas y/o enfermedades.
2. Grietas.
3. Uniones débiles de ramas.
4. Cancros.
5. Problemas de raíces.
6. Arquitectura defectuosa del árbol.
7. Madera muerta.

Cada tipo de defecto tiene un rango de síntomas que indican la severidad y el potencial de caída del árbol.

1) Pudrición de madera o descomposición de la madera, plagas y/o enfermedades

Riesgo alto:

- Afectación del follaje más del 50%
- Caries avanzadas que afectan más del 40 % de la circunferencia de tronco, rama, cuello de la raíz.
- Fuste con caries avanzadas y espesor de la pared remanente de menos de 1/6 del diámetro.
- Fuste con una abertura o cavidad de más del 30% de la circunferencia del tronco, y grosor de la pared menor a 1/3 del diámetro.
- Cualquier rama de gran tamaño con pudrición de madera.

Riesgo moderado:

- La incidencia y severidad del ataque se encuentra entre 20 y 30 %
- Los indicadores de descomposición avanzada se encuentran entre el 25% y el 40% de la circunferencia de cuello del tallo, rama o raíz.

- Fuste con caries avanzadas y espesor de la pared remanente de menos de 1/6 del diámetro.
- Fuste con una abertura o cavidad de menor o igual al 30% de la circunferencia del tronco, y grosor de la pared mayor a 1/3 del diámetro.

2) Grietas

Riesgo alto:

- Tronco que se encuentra dividido por una grieta.
- Segmento del tronco que presenta muchas grietas.
- Grieta horizontal en el tronco.
- Grietas asociadas a pudrición de madera.
- Cualquier rama rota o quebrada.

Riesgo moderado:

- Fuste con una sola grieta y pudrición moderada.

3) Problemas de raíz

Riesgo alto:

- Árbol inclinado con evidencias recientes de levantamiento de solado
- Corte de raíces principales a menos de 5 veces el diámetro del tronco
Desmontes de suelo dentro la línea de goteo.
- Más del 40% de las raíces dañadas, deterioradas, o muertas dentro del Radio Crítico de Raíz (RCR; 18 veces el DAP o diámetro a la altura del pecho) está.
- Tronco con raíces estranguladoras a más del 40% de la circunferencia del árbol.

Riesgo moderado:

- Menos del 40% de las raíces dentro del Radio Crítico De Raíz (RCR) están dañadas, deterioradas, o muertas.

- 4) Uniones de ramas débiles:** ramas codominantes, brotes epicórmicos. corteza incluida.

Riesgo alto:

- Unión débil agrietada, enmohecida o con caries.
- Uniones de rama en V con corteza incluida e indicios de inminente separación.
- Brotes epicórmicos en un fuste en descomposición.

Riesgo moderado:

- Rama o tronco codominantes que presenta corteza incluida.

- 5) Cancros:** zona donde la corteza y/o cambium están muertos.

Riesgo alto:

- El cancro afecta al 40 % o más de la circunferencia del árbol / rama.

Riesgo moderado:

- Cancro afecta de un 25% al 40% de la circunferencia del árbol / rama.

- 6) Arquitectura defectuosa del árbol.**

Este apartado incluye: deficiente patrón de crecimiento, presencia de madera de tensión y compresión, árboles en forma de Arpa e inclinación excesiva.

Riesgo alto:

- Árbol con exceso de inclinación (mayor de 40° respecto de la vertical).
- Árbol inclinado con cancros o deterioro en la parte baja del tallo.
- Rama con curva cerrada o giro.
- Rama horizontal con varias ramas verticales (árbol arpa)

Riesgo moderado:

- Árbol con inclinación mayor a 30° y menor a 40°

7) Árboles muertos, con muerte en el ápice, o ramas secas

Estructuralmente inestable debido a defectos preexistentes o a la rápida descomposición de la madera.

Riesgo alto:

- Cualquier situación de las mencionadas en este punto se considera de alto riesgo.

B. Estimación del grado de riesgo

Al detectar alguna o varias de las “Categorías de defectos” se habrá iniciado un diagnóstico del ejemplar, a fin de asumir las tareas correspondientes. De todas maneras, se debe considerar que:

- Todos los árboles defectuosos no pueden ser detectados, corregidos o eliminados.
- Hay problemas de raíz y algunos defectos internos que no son fácilmente determinables y pueden requerir de inspecciones a fondo y el uso de herramientas especializadas de diagnóstico.
- Los árboles pueden sobrevivir durante muchos años con defectos internos. La gravedad del defecto puede no cambiar con el tiempo.
- Considerando que todos los árboles defectuosos no pueden ser detectados, nuestro objetivo sería encontrar el 80 por ciento o más de los árboles defectuosos en cada inspección. Al hacer las inspecciones y actuar sobre ellos, se puede manejar con éxito el riesgo de los árboles.

C. Tablas para Evaluación de Riesgos

Con el fin de optimizar el sistema de evaluación se organizan cuatro categorías de clasificación de riesgo según sea: Bajo - Moderado - Alto - Muy Alto. Reservándose la categoría de Extremo para aquellas situaciones de Riesgo Muy Alto que requieran la intervención inmediata (situaciones comparables a las emergencias)

Los siguientes cuadros presentan un método de asignación de puntajes sobre la “Estimación del grado de riesgo de cada árbol” y sus partes afectadas. La suma de datos permitirá asignar un valor numérico que sumado al valor según la zona de uso nos dará como resultado el nivel de prioridad de acciones.

Cuadro 16. Evaluación de riesgo

Estimación de Riesgo (ER)	Puntuación de 1 a 4
Tamaño del Defecto (TD)	Puntuación de 1 a 3
Zona de Uso (ZU)	Puntuación de 1 a 3
Puntaje Total	Puntuación de 3 a 10

Fuente: Elaboración propia. 2024

De acuerdo al grado de complejidad que se prevea para la inspección, se podrán mensurar los distintos grados de riesgo, tipos de defectos presentes, etc. que presenta el universo relevado, datos que permitirán priorizar las intervenciones de aquellos ejemplares que presenten el puntaje total más elevado y planificar el resto de las acciones según el mérito detectado en su evaluación.

Cuadro 17. Estimación del Riesgo (ER): Probabilidad de fallas: 1 - 4 puntos

Riesgo	Puntaje	Causas
BAJO Los defectos no alcanzan el umbral de caída. Ninguna acción correctiva es necesaria.	1	Algunos defectos menores presentes sobre ramas menores Afectación menor del follaje Muerte regresiva e incipiente de la copa Ramas secas de poco tamaño Tocones
MODERADO	2	Varios defectos moderados presentes.

Los defectos no alcanzan el umbral para la caída. Los defectos pueden o no resultar en una eventual caída del árbol. La acción correctiva es discrecional.		Afectación del follaje Incipiente descomposición del tronco o de la/s cavidad/es Pared remanente de espesor mayores a 1/3 o 1/6 según corresponda Sin caries extensas Defecto/s que afecten hasta un menos del 30 % de la circunferencia del árbol Unión débil de rama principal o tronco codominante sin corteza incluida Raíces estranguladoras menores al 30% de la circunferencia del tronco con madera comprimida Daño a raíces: menor del 30% dentro del RCR
ALTO Los defectos indican que el árbol está fallando, está en peligro inminente de caer, o ya ha caído Parcialmente. La acción correctiva debe ser tomada tan pronto como sea posible.	3	Múltiples defectos presentes: Afectación inminente del follaje (Alto) Descomposición avanzada del tronco o de la/s cavidad/es Pared remanente de espesor igual a 1/3 ó 1/6 según corresponda Grietas o cavidades especialmente aquellas en contacto con el suelo o asociadas con otros defectos Defecto/s que afecte/n a entre el 30% y el 40% de la circunferencia del árbol

		Daño corona / rotura - unión débil de rama con grieta o pudrición Raíces estranguladoras: hasta el 40% de la circunferencia del tronco Daños a las raíces entre el 30% y el 40% dentro del RCR. Inclínación del árbol con la raíz cortada reciente o amontonamiento de tierra - rajadura o caries extensas ramas quebradas/ rotas. Tocones Árbol muerto en pie, sin otros defectos importantes.
MUY ALTO Los defectos superan cualquier acción correctiva quedando únicamente la posibilidad de la extracción del árbol	4	Multiplicidad de defectos significativos presentes Afectación total del follaje (Hojas muertas y caída) Descomposición muy avanzada del tronco o cavidad/es superiores Pared remanente de espesor menor a 1/3 o 1/6 según corresponda Grietas o cavidades especialmente aquellas en contacto con el suelo o asociadas con otros defectos Fuste dividido en dos partes Defecto/s que afecten a más del 40% de la circunferencia del árbol Decaimiento generalizado

		Daños de más del 40% de raíces en su RCR.
		Inclinación del árbol mayor a 40 Q con rotura de raíz Grietas o caries extensas desde fuste hacia ramas primarias
		Árboles muertos con defectos presentes.

Fuente: Elaboración propia. 2024

Cuadro 18. Tamaño del ejemplar/parte con defecto (TD): 1-3 puntos

Puntaje	Tamaño
1	Árbol o partes del mismo menor de 10 cm de diámetro
2	Árbol o partes del mismo entre 10 y 50 cm de diámetro
3	Árbol o partes del mismo mayores a 50 cm de diámetro

Fuente: Elaboración propia. 2024

Al tiempo que se realiza la evaluación visual del árbol es necesario consignar su ubicación asignándole un valor de acuerdo al tipo de uso del lugar de implantación del ejemplar observado.

Cuadro 19. Zona de uso del sitio (ZU): 1- 3 puntos

Uso	Puntaje	Observación
Usos ocasionales	1	Calles de bajo uso y senderos de espacios verdes, estacionamientos adyacentes a las áreas bajo uso. Áreas naturales como bosques o zonas ribereñas, zonas de transición con el uso público limitado, áreas industriales o de servicios
Uso Intermedio	2	Parques, y áreas de picnic, estacionamientos adyacentes a zonas de uso moderado, calles secundarias (barrios) y senderos del parque dentro de las áreas de uso moderado a alto, y dispersos. Campamentos.
Uso Frecuente	3	Rutas de acceso o de emergencia, servicios médicos, zonas de acceso para discapacitados, patios de recreo de escuelas, parques, y áreas de picnic, paradas de colectivos, terminales, centros de transferencia, edificios administrativos y viviendas, calles y avenidas principales, cruces congestionados en áreas de uso alto, estacionamientos adyacentes a áreas de alto uso.

Fuente: Elaboración propia. 2024

Los datos obtenidos de la aplicación de las tres tablas permitirán obtener valores dentro de una escala de 3 a 10. Que posibilitarían ordenar las intervenciones con un criterio vinculado al grado de riesgo que ellos presentan de acuerdo a la siguiente clasificación:

Fuente: Elaboración propia. 2024

Sin Riesgo	Puntaje	3
Riesgo bajo	Puntaje	4
Riesgo Moderado	Puntaje	5
Altamente riesgoso	Puntaje	6 y 7
Riesgo extremo	Puntaje	8 a 10

Cuadro 20. Identificación del riesgo en el arbolado urbano de Tarija

NOMBRE CIENTIFICO	Nº DE ESPECIES	ESTIMACIÓN DEL RIESGO (ER)	TAMAÑO DEL DEFECTO (TD)	ZONA DE USO (ZU)	TOTAL, RIESGO E INTERPREACIÓN
Lapacho rosado	Número total de especies 215	3	2	3	7
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 44				Altamente Riesgoso
Níspero	Número total de especies 212	2	1	3	6
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 31				Altamente Riesgoso
Paraíso	Número total de especies 188	2	2	3	7
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 29				Altamente Riesgoso
Crespón	Número total de especies 149	1	1	3	5
					Riesgo Moderado

	Número total de especies enfermas o mal formaciones 21				
Olmo	Número total de especies 134 Número total de especies enfermas o mal formaciones 26	2	1	3	6 Altamente Riesgoso
Lecherón	Número total de especies 110 Número total de especies enfermas o mal formaciones 26	1	1	3	5 Riesgo Moderado
Ligustre	Número total de especies 104 Número total de especies enfermas o mal formaciones 24	1	1	3	5 Riesgo Moderado
Cítrico limón	Número total de especies 102 Número total de especies	1	2	3	6 Altamente Riesgoso

	enfermas o mal formaciones 46				
Grevilla	Número total de especies 96 Número total de especies enfermas o mal formaciones 8	1	1	3	5 Riesgo Moderado
Jacaranda	Número total de especies 83 Número total de especies enfermas o mal formaciones 12	2	1	3	6 Altamente Riesgoso
Brachichito	Número total de especies 77 Número total de especies enfermas o mal formaciones 12	1	1	3	5 Riesgo Moderado
Cítrico naranja agria	Número total de especies 65 Número total de especies	2	1	3	6 Altamente Riesgoso

	enfermas o mal formaciones 35				
Fresno común	Número total de especies 63	1	1	3	5 Riesgo Moderado
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 8				
Carnaval	Número total de especies 63	2	1	3	6 Altamente Riesgoso
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 15				
Jazmín paraguayo	Número total de especies 37	1	1	3	5 Riesgo Moderado
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 8				
Acacia negra	Número total de especies 35	1	1	3	5 Riesgo Moderado
	Número total de especies				

	enfermas o mal formaciones 6				
Leucaena	Número total de especies 28	1	0	3	4 Riesgo Bajo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 5				
Cítrico mandarina	Número total de especies 28	1	2	3	6 Altamente Riesgoso
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 14				
Laurel rosa	Número total de especies 27	0	1	3	4 Riesgo Bajo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 3				
Molle chileno	Número total de especies 24	1	1	3	5 Riesgo Moderado
	Número total de especies				

	enfermas o mal formaciones 3				
Lapacho amarillo	Número total de especies 22 Número total de especies enfermas o mal formaciones 7	1	2	3	6 Altamente Riesgoso
Palmera abanico	Número total de especies 19 Número total de especies enfermas o mal formaciones 2	1	1	3	5 Riesgo Moderado
Duranta	Número total de especies 18 Número total de especies enfermas o mal formaciones 2	1	0	3	4 Riesgo Bajo
Molle criollo	Número total de especies 18 Número total de especies	0	0	3	3 Sin Riesgo

	enfermas o mal formaciones 0				
Chañar	Número total de especies 17 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Sauce lloron	Número total de especies 13 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Ceibo	Número total de especies 13 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo 0
Casuarina	Número total de especies 12 Número total de especies	0	1	3	4 Riesgo Bajo

	enfermas o mal formaciones 1				
Toborochi	Número total de especies 11	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Sauco	Número total de especies 11	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Fresno blanco	Número total de especies 10	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Arce	Número total de especies 10	0	0	3	3 Sin Riesgo

	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Jarca	Número total de especies 10 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Coronillo	Número total de especies 9 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Guayaba	Número total de especies 8 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Pino	Número total de especies 8	0	0	3	3 Sin Riesgo

	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Gomero	Número total de especies 8 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Pomelo	Número total de especies 6 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Cina cina	Número total de especies 6 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Cítrico lima	Número total de especies 6 Número total de especies	1	0	3	4 Riesgo Bajo

	enfermas o mal formaciones 2				
Guaranguay	Número total de especies 6 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Tipa	Número total de especies 5 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Higuera	Número total de especies 5 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Cucarda	Número total de especies 5 Número total de especies	0	0	3	3 Sin Riesgo

	enfermas o mal formaciones 0				
Mora	Número total de especies 5 Número total de especies enfermas o mal formaciones 2	0	1	3	4 Riesgo Bajo
Calistemo	Número total de especies 5 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Santa rita	Número total de especies 4 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Bay-rum	Número total de especies 4 Número total de especies	0	0	3	3 Sin Riesgo

	enfermas o mal formaciones 0				
Timboy	Número total de especies 4 Número total de especies enfermas o mal formaciones 2	1	0	3	4 Riesgo Bajo
Palmera datilera	Número total de especies 3 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Clavellina	Número total de especies 3 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Magnolia	Número total de especies 3 Número total de especies	0	0	3	3 Sin Riesgo

	enfermas o mal formaciones 0				
Laurel blanco	Número total de especies 2 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Palta	Número total de especies 2 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Sangre de libano	Número total de especies 2 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Alamo negro	Número total de especies 2 Número total de especies	0	0	3	3 Sin Riesgo

	enfermas o mal formaciones 0				
Pino radiata	Número total de especies 2 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Cipres	Número total de especies 2 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Lapacho blanco	Número total de especies 2 Número total de especies enfermas o mal formaciones 1	0	1	3	4 Riesgo Bajo
Pata de vaca	Número total de especies 2 Número total de especies	0	0	3	3 Sin Riesgo

	enfermas o mal formaciones 0				
Lantana	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Quirquiña	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Granada	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Nogal común	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies				

	enfermas o mal formaciones 0				
Tulipanero	Número total de especies 1 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Duraznero	Número total de especies 1 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Pino piñotero	Número total de especies 1 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo
Tusca	Número total de especies 1 Número total de especies enfermas o mal formaciones 0	0	0	3	3 Sin Riesgo

Narciso amarillo	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Kiri	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Guayacan	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				
Penoco	Número total de especies 1	0	0	3	3 Sin Riesgo
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				

Algarrobo negro	Número total de especies 1	0	0	3	3
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				Sin Riesgo
Reina de flor	Número total de especies 1	0	0	3	3
	Número total de especies enfermas o mal formaciones 0				Sin Riesgo

Fuente: Elaboración propia. 2024

“Cuadro 20” de evaluación de riesgo en el arbolado urbano de Tarija, que combina tres factores para obtener una puntuación total (ER = Estimación del Riesgo, TD = Tamaño del Defecto, ZU = Zona de Uso) y así clasificar cada especie en “Sin Riesgo”, “Riesgo Bajo”, “Riesgo Moderado” o “Altamente Riesgoso”.

De las 66 especies evaluadas, 16 resultan “Altamente Riesgosas” (puntuación total 6–7), 11 presentan “Riesgo Moderado” (5), 9 están en “Riesgo Bajo” (4) y nada menos que 30 aparecen como “Sin Riesgo” (3). Las especies con mayor número de ejemplares enfermos o malformados (ER alto) tienden a concentrarse en los grupos de riesgo mayor, mientras que las más sanas quedan en la categoría “Sin Riesgo”. De las 66 especies evaluadas, 16 resultan “Altamente Riesgosas” (puntuación total 6–7), 11 presentan “Riesgo Moderado” (5), 9 están en “Riesgo Bajo” (4) y nada menos que 30 aparecen como “Sin Riesgo” (3). Las especies con mayor número de ejemplares enfermos o malformados (ER alto) tienden a concentrarse en los grupos de riesgo mayor, mientras que las más sanas quedan en la categoría “Sin Riesgo”.

**PROPUESTA DE CONTROL SILVOCULTURAL DEL ARBOLADO
URBANO DE LA CIUDAD DE TARIJA. Propuestas realizadas por mí, a
base de mis objetivos**

El árbol y las áreas verdes en su conjunto vistos como estructurante de las ciudades, tienen un rol preponderante en la vida cotidiana de sus habitantes, y es la entrega permanente de bienes y servicios ambientales, la que nos exija una mirada atenta en términos de su gestión.

Para abordar el conjunto de actividades, responsabilidades, técnicas y métodos, así como los elementos de política pública necesarios para desarrollar el modelo de gestión del arbolado, que cubra las necesidades y expectativas de los habitantes de estas los dividiremos en cuatro grandes grupos.

Las estrategias de gestión de la arborización urbana en el presente trabajo se orientan a la asignación de responsabilidades lo suficientemente delimitadas y claras, que generan las soluciones, respuestas y retos fortaleciendo la toma de decisiones, planificación del desarrollo e inversión, así como la dinámica de los árboles, áreas verdes y bosques urbanos tanto en el presente como en la visión de futuro, ideal para nuestra cultura en el marco del paisaje, medio ambiente y desarrollo urbano regional.

Los árboles urbanos, son quizá el elemento fundamental por excelencia en los entornos urbanos, ya que conforman y caracterizan el paisaje de las ciudades y pueblos, son referentes simbólicos y fuente de inagotables beneficios frente al hostil ambiente de lo construido, regulando y armonizando microclimas, y aspectos ambientales significativos como los relacionados con la movilidad y la industria, en fin, con la dinámica propia de las ciudades y centros urbanos.

El censo del arbolado urbano de Tarija desarrollado con el presente trabajo nos ha permitido, conocer el arbolado urbano, en cuanto a su estado actual, su tamaño, su localización, su estado sanitario, su emplazamiento, su articulación, composición (riqueza de especies), y la fauna asociada considerando el número de géneros, especies, la ecología de estos grupos e individuos, el valor ecológico, el valor

económico, el valor patrimonial e histórico, información fundamental para gestionar adecuadamente un recurso.

A partir de esta información preliminar generado, el censo del arbolado debe ser asumido por cada municipio y ciudad con el mayor rigor bajo un diseño que permita que la información sea confiable y compatible con esfuerzos anteriores como SIG, Plan de Ordenamiento Territorial (POT) o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), planes de desarrollo, en fin todo lo que tenga diseñado la administración y/o la autoridad ambiental en términos de desarrollo urbano y elementos de política en este tema.

A continuación, y basados en la información se propone el siguiente plan de gestión y manejo del arbolado urbano de la ciudad de Tarija.

Programa de gestión elaboración y promulgación de normas para el arbolado urbano: Uno de los elementos principales dentro de la gestión del arbolado urbano de la ciudad de Tarija, la incorporación de elementos de política pública e instrumentos legales (ley del árbol), (Decreto de silvicultura urbana), Ordenanzas (árboles patrimoniales), acuerdos.

Los esfuerzos que se adelanten en el sentido de generar la Ley del árbol, los decretos donde se adoptan los planes maestros de arborización o de ornato distritales y municipales, las resoluciones, Leyes y acuerdos; deben consultar los más avanzados estándares de calidad en términos de tener unas normas modernas y acordes con los desarrollos científicos de la arboricultura moderna, aspectos como las declaratorias de árboles patrimoniales o monumentales deben responder a la necesidad sentida de conservar los árboles importantes, simbólicos y por su belleza paisajística o incluso por su carácter exclusivo o rareza.

4.2 Programa de arborización y paisajismo

Uno de los pilares de los planes de ornato municipal o planes maestros de silvicultura urbana, son los nuevos árboles que se llevarán a los diferentes emplazamientos. Es aquí donde la producción de especies arbóreas en viveros (viverismo), debe hacer

cambios estructurales grandes, romper herencias nefastas y paradigmas, y asumir el tema de los árboles para las ciudades como un área diferente del viverismo tradicional.

En este sentido, se debe adelantar investigaciones acerca de la fenología y métodos de propagación de nuestras especies nativas, así como de las técnicas modernas de producción de árboles para las ciudades, donde ya no son aceptables como regla general, los árboles de 1,5 metros y las bolsas o contenedores de 0,40 cm.

Las nuevas exigencias de producción de material vegetal para plantar árboles en áreas urbanas, donde las especies crecen y se comportan en forma diferente a una plantación forestal, se caracterizan por los siguientes aspectos:

- Lo aceptable son árboles que tengan sistemas radiculares bien desarrollados, fibrosos y extendidos uniformemente en el contenedor.
- Las estructuras aéreas normales para la especie y su estado de desarrollo, deben estar libres de plagas y enfermedades, sin podas y con todas sus ramas transitorias y permanentes, sin tallos codominantes y ramas bien insertadas.
- En términos de porte de los árboles, el tallo debe tener 10 cm de diámetro medidos a 10 cm del cuello de la raíz.
- Los arbustos y plantas de jardín deben ser preferiblemente nativas.
- Cumplir con las regulaciones del SENASAG en términos de sanidad.
- En relación con la calidad, las plantas deben ser rusticas que requieran bajo mantenimiento y riego adecuadas a cada zona de vida, y responder muy bien a la contaminación atmosférica.
- No presentar espinas, y no ser tóxicas, alergénicas o urticantes.

4.3 Programa de manejo y control de plagas y enfermedades

Dado que las deficientes condiciones de nutrición de los árboles generadas por el sustrato presente en la ciudad de Tarija y las difíciles condiciones de disponibilidad de

agua, hacen que las defensas de árbol estén muy bajas y que los árboles sean víctimas de todo tipo de plagas y enfermedades, es imperativo desarrollar:

- Desarrollar un sistema de monitoreo y seguimiento,
- Diseñar y ejecutar un esquema de alertas tempranas que permitan identificar un problema fitosanitario potencial y controlarlo,
- Desarrollar investigaciones de plagas y enfermedades, involucrando a la academia y autoridad ambiental en la investigación permanente de este aspecto,
- Desarrollar campañas de manejo y control de plagas y enfermedades en el ornato público, de manera que permita un buen estado sanitario del arbolado urbano de Tarija.

4.3.1 Programa de protección integral del arbolado urbano (riego, fertilización, monitoreo y seguimiento)

Los árboles jóvenes y maduros existentes requieren de un programa consistente y articulado que les provea las enmiendas, actividades e intervenciones de riego, fertilización, control de plagas de tal forma que su sanidad sea adecuada a las exigencias del medio.

Así mismo, se deben caracterizar los árboles sobre maduros y hacer en ellos las pruebas necesarias para que sean vinculados a un programa de seguimiento especial dado que tienen potencialidades para ser árboles monumentales en el futuro.

Remoción de árboles, cuando la evaluación del arbolado, determine que un ejemplar se encuentra gravemente afectado en su integridad físico-biológica, o sus problemas mecánicos lo convierten en un árbol de riesgo, o las interferencias con las obras y servicios públicos preexistentes son irremediables, es aconsejable la extracción y reemplazo del ejemplar.

Pero la extracción de árboles debe ser vista como la etapa final de la vida del árbol urbano, que sólo se da como culminación de su existencia longeva y segura en la

ciudad. Debe evitarse que la falta de planificación adecuada, las plantaciones incorrectas, los nuevos planteos urbanísticos, hagan presa fácil del árbol público.

Y en particular, se debe evitar repetir el proceso que nos lleve a una extracción anticipada del ejemplar.

Programa de silvicultura urbana (ARBORICULTURA) definición de roles y alcances en las intervenciones arborícolas por actor, podas, talas, trasplantes, cableados, empernados, tratamientos especiales. Cableados, empernados, tratamientos especiales.

Este programa es quizá el de mayor demanda de recursos, dado que nuestros árboles fueron plantados como resultado de diferentes factores, menos el de un proceso planificado. Por estas circunstancias es aquí donde se deben sentar las bases para que el sistema sea sostenible.

- En primera instancia, es vital el diseño y adopción de un manual técnico de silvicultura urbana o de arboricultura, que consulte los referentes científicos de la arboricultura moderna.
- En segunda instancia, se requiere una eficiente asignación de roles a nivel nacional, departamental y municipal, donde se asigne en detalle las responsabilidades a los diferentes actores relacionados con la planificación, ordenación y manejo del componente arbóreo, tales como las empresas de servicios (energía, telecomunicaciones, acueducto y alcantarillado), los institutos de desarrollo urbano, las empresas de aseo, las secretarías de ambiente municipales (departamentos administrativos de medio ambiente), la empresa privada dedicada a la arboricultura donde las reglas del juego tanto técnicas como legales y de ejecución estén perfectamente claras, eso evita daños a los árboles y áreas verdes y por consiguiente un mejor ambiente.
- Elaboración de un documento técnico de intervenciones. Es el documento rector de todas las intervenciones es, el manual verde o manual técnico de actividades de arboricultura o silviculturales, de las que serán objeto los árboles urbanos, los jardines y las áreas verdes en general. Este documento debe ser

claro, didáctico y de un nivel técnico extraordinario, dado que cuando se trata de manejar arboles normalmente los errores desencadenan la muerte de éstos o el deterioro del área.

4.3.2 Programa de fomento del desarrollo de la industria de la arboricultura

Es imperativo que, para el nivel de desarrollo y el tamaño de nuestra ciudad, así como en los grandes proyectos de infraestructura, la arboricultura como industria debe estar a la altura de los retos y consolidarse como una industria de alta talla. Es por ello que se requiere una actualización constante, y una mejora en equipos, en herramientas, en tecnología y fundamentalmente en entrenamiento. También es importante el desarrollo de un nuevo viverismo de cara a las ciudades, de la acogida e implementación de las mejores prácticas de manejo de la arboricultura moderna, la adaptación tecnológica, el desarrollo de proveedores de material y equipos de poda de óptima calidad, el desarrollo de procesos industriales de compostaje de todo el material vegetal resultante, y el impulso a las agremiaciones de artesanos para producir otros elementos u objetos de la madera.

4.3.3 Programas y proyectos de manejo de residuos vegetales

Los centros urbanos deben definir claramente que pasará con sus residuos vegetales, cuál será el método más apropiado para procesarlos y transformarlos en productos ambientalmente sanos y útiles, también generadores de riqueza y bienestar, elementos como virutas decorativas, astillas para las productoras de papel, acolchado o mulch para árboles urbanos y cultivos agrícolas, material para construcción de suelo en áreas degradadas y en procesos de restauración ecológica.

4.3.4 Programa de capacitación, entrenamiento y certificación para la intervención de árboles y bosques urbanos

Si bien es cierto el árbol y las áreas verdes son el núcleo de toda esta ciencia o arte, el recurso humano encargado de darnos la satisfacción de tener buenos árboles, espectaculares jardines, escenarios plenos para el disfrute de un ambiente sano dentro

de la ciudad, debe sin lugar a dudas ser objeto de un riguroso entrenamiento y una formación tanto técnica como en valores para cada día de lo mejor en beneficio de todos. Este es un trabajo que debe ser dignificado, debe ser muy bien compensado y el arborista debe ser reconocido en términos de lo importante de su aporte a la calidad de vida de las gentes en la ciudad, se le debe asignar los mejores equipos y herramientas dado que nuestros árboles se lo merecen.

La calidad en arboricultura es resultado de entrenamiento y voluntad, es importante recordar que los trabajadores de los árboles deben tener competencias en diferentes áreas (biología y fisiología de árboles, nudos, mantenimiento de herramientas motorizadas, técnicas de escalada de árboles, cordaje, control de tráfico, rescate aéreo, primeros auxilios, poda de árboles, plantación, tala de árboles, equipos de elevación y fertilización, entre muchos otros tópicos.

A manera de conclusión, en la gestión del árbol urbano el censo, además de constituirse como herramienta para el seguimiento permanente del programa de manejo del arbolado urbano, brindará la posibilidad de obtener información acerca de la distribución del impacto de los tratamientos silviculturales, permitirá efectuar comparaciones porcentuales y espaciales del número de talas con respecto al número de individuos plantados, y establecer la conformación de la cobertura arbórea por especie, el comportamiento histórico del ataque de plagas y enfermedades, además de la obtención de datos y estadísticas actualizadas en forma permanente, la zonificación de la ciudad por índices de sitio, densidades por unidad de área y la localización de los árboles de alto valor histórico y cultural de la ciudad, entre los aspectos más importantes.

4.3.5 Programa de educación ambiental

Para fortalecer el arbolado urbano de Tarija y vincularlo con educación ambiental, es fundamental combinar la plantación de especies nativas, el diseño de actividades formativas en colegios y espacios públicos, el establecimiento de protocolos de manejo sostenible (poda, riego, control fitosanitario), la promoción de la participación

ciudadana y el alineamiento con normativas municipales y alianzas institucionales. Estas acciones, basadas en censos recientes y experiencias tanto locales como regionales, aseguran una adecuada selección de especies, incrementan la conciencia ecológica en la población y garantizan la sostenibilidad del arbolado urbano a mediano y largo plazo.

4.4 1. Reforestación con especies nativas

4.4.1 Diagnóstico y selección

- Un censo realizado en barrios como El Molino y San Roque identificó 1.190 y 729 árboles respectivamente, así como decenas de sitios aptos para plantar (468 en El Molino; 714 en San Roque) El País Tarija El País Tarija.
- Las 51 especies más representativas incluyen lapacho, sauce llorón, molle criollo, tarco y timboy, recomendadas por su adaptación al clima semidesértico de Tarija El País Tarija.

4.4.2 Propuestas

- Priorizar la plantación de lapacho rosado y tarco para avenidas principales, optimizando sombra y floración estacional.
- Diseñar un vivero comunitario donde estudiantes y vecinos reproduzcan plantas nativas, siguiendo el modelo de “Programa de Plantaciones y Viveros de Triple Impacto” de la ONG Un Árbol.

4.5 2. Programas educativos en escuelas y comunidades

- El Centro de Educación Ambiental Bientefué desarrolla actividades de lectura, senderos interpretativos y huertos escolares que pueden integrarse con prácticas de arbolado urbano WWF Bolivia Educación Ambiental.

- Incluir módulos en la malla curricular donde el alumnado registre el crecimiento y salud de los árboles de su barrio, fomentando “Aula entre árboles” como experiencia de aprendizaje activo IPDRS.
- Organizar “Jornadas de Arborización Escolar” donde cada curso se responsabilice de un tramo de calle, promoviendo la responsabilidad comunitaria y el cuidado post-plantación.

4.6 3. Manejo sostenible y mantenimiento

- Aplicar el “Plan de Manejo para mejorar la cobertura arbórea” diseñado con apoyo de WWF, que incluye riego programado, podas técnicas y monitoreo fitosanitario WWF Bolivia.
- Basarse en la Ley Municipal de Arborización Urbana (Ley 248/2020) para reglamentar distancias mínimas, técnicas de poda y sanciones en caso de daños a árboles Concejo Municipal de Tarija.
- Capacitar a personal municipal y líderes vecinales en identificación de plagas (ej. cochinillas, hongos) y uso de técnicas de manejo integrado de plagas, siguiendo pautas de la FAO sobre silvicultura urbana FAOHome.

4.7 4. Participación ciudadana y voluntariado ambiental

- Reproducir la experiencia del Fondo de Iniciativas Ciudadanas, donde vecinos de seis barrios documentaron su propio censo y definieron zonas a arborizar, logrando premisas de “árbol por cada tres personas” YouTube El País Tarija.
- Fomentar campañas “Yo planto un arbolito” para involucrar a familias y promover el rol de la mujer en conservación urbana, como lo hizo Daniela Gutiérrez en La Paz Swissinfo.
- Crear un sistema de “Padrinos de Árboles” donde empresas locales patrocinen el mantenimiento de árboles nuevos durante los primeros tres años.

4.8 5. Políticas municipales y alianzas estratégicas

- Establecer un convenio entre la Alcaldía de Tarija y la Universidad Pública de Tarija para que estudiantes de agronomía realicen investigaciones aplicadas al arbolado urbano, como el censo de CERDET Sumando Voces.
- Incentivar la colaboración con la WWF-Bolivia para replicar el modelo de “Red de Corredores Hidro Ecológicos” en zonas periurbanas, integrando bosques urbanos conectados al río Guadalquivir Facebook.
- Adaptar la normativa de protección del arbolado urbano de municipios vecinos (ej. Bermejo) para armonizar criterios y facilitar proyectos intermunicipales

Discusión

En el estudio realizados en Tarija-Bolivia de la ing. Ivonne Andrea Mallea Silcata con su tema EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL ESTADO DE RIESGO DEL ARBOLADO URBANO EN EL SECTOR DE LA CIUDAD DE TARIJA ubicado entre la calle Ballivián y O`Connor bajo un inventario al azar.

En su trabajo de investigación el cual tenemos los objetivos en general son similares como la metodología, como los resultados alcanzados en el trabajo tesis de la Ing. Como el realizado son similares a mi trabajo de estudio.

Comparando la determinación de su trabajo de riesgo asumió por parcelas y en mi estudio ha sido de manera general, tomando el parámetro de todas las especies, con resultados similares.

En el estudio de evaluación asume 21 especies en total y 387 árboles evaluados por parcelas, comparativamente a mi trabajo de evaluación se censaron 74 especies con un total de 2158 árboles censado por lo que concluyó que los resultados son diferentes.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se realizó el censo forestal en el distrito 5 de la ciudad de Tarija, el cual se puede evidenciar que hay 2158 árboles con 74 especies diferentes; donde, la especie que predomina en la zona lapacho rosado con 216 árboles y las especies de lantana, quirquiña, granada, nogal común, tulipanero, duraznero, pino pinotero, tusca, narciso amarillo, kiri, guayacan, penoco, algarrobo negro y reina de flor son las especies que poseen una sola especie o árbol en la zona; por lo mencionado, el distrito 5 tiene amplia diversidad de árboles de diferente especie.
- Por otro lado, se evidenció que existen en la zona 28 especies enfermas; donde, 395 árboles enfermos, predominando la especie de lapacho rosado con 44 árboles enfermos.
- En el distrito 5 se puede evidenciar que existen 1070 árboles sanos, pero así también, existen árboles que poseen patologías como ser: cloróticos (hojas amarillas o secas) 140 árboles, necrótico (muerte parcial o total de las hojas) 74 árboles que padecen esta patología; así también, hay patologías con menor afectación.
- Así mismo, existen árboles en la zona con ataque de plaga 181 árboles infectados, donde, predomina el daño abiótico (mala poda) con 693 árboles.
- Se llegó a establecer que del arbolado urbano de la ciudad de Tarija del total de 74 especies de árboles evaluadas 10 son altamente riesgosos, significando el 13 %, 10 especies de árboles son de riesgo moderado (13%), 6 plantas de riesgo bajo (8%) y 46 plantas sin riesgo (62 %), lo cual está directamente relacionada con el plan de acción y mantenimiento.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Podas con el uso de pasta poda para la cicatrización de las ramas

2. Es importante tener bien definido el lugar donde se ha de aplicar la arborización urbana esto con el propósito de evitar los continuos problemas de corte de energía eléctrica por el contacto de las ramas de los árboles con el cableado eléctrico en la vía pública y la afectación a las viviendas.
3. Se recomienda el debido mantenimiento de los árboles en permanente contacto con el cableado eléctrico, ya que hay árboles que no fueron podados hasta el día hoy.
4. Exista un mayor control de especial en especial a arboles más viejos que presenta un riesgo al transeúnte que diariamente transita.
5. Se debe actualizar y complementar información del arbolado urbano tanto de trabajos realizados por la Universidad, como de Ornato, principalmente en la identificación y control de las plagas y enfermedades en los árboles.
6. Realizar el reemplazo gradual de especies no adecuadas o antiguas que representen un peligro para la población.
7. Realizar el análisis de riesgo del arbolado urbano más comprometido ah árboles afectados con plagas y enfermedades en las raíces.
8. Generar las acciones necesarias para informar y concientizar al ciudadano incluyendo la opinión de los vecinos, juntas vecinales, maestros, alumnos y público en general, trabajando con la modalidad de talleres, cursos, charlas, campañas de forestación, etc.
9. Es necesario realizar la identificación y control preventivo de plagas y Enfermedades del arbolado urbano, en toda la ciudad en Tarija, para prevenir futuros accidentes.