

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Los árboles urbanos tienen una gran importancia ambiental, por su capacidad fotosintética y de purificación del aire, por su arquitectura, belleza y variedad florística, constituyen el recurso verde más valioso en las ciudades. Se calcula actualmente en un 70 por ciento la población de los países de América Latina vive en los centros de poblados. Esto ha llevado a la necesidad de crear más espacios verdes, con grandes inversiones para mejorar el ambiente y proporcionar áreas para la recreación. Desde un punto de vista técnico, los inventarios permiten disponer de la información que facilite el análisis acerca de la cuantía, distribución y condición de los árboles. (Pacheco, 2006).

En Bolivia en algunos departamentos como en Oruro, Cochabamba se hizo la caracterización de la biodiversidad de especies de árboles urbanos existentes tomando en cuenta parques urbanos con representación significativa de especies arbóreas. (Pagina Siete, 2017). En la Paz se prevé un Censo del Arbolado Urbano, que permitirá conocer cuántos árboles y de qué especie hay, también conocer las características dendrológicas y dasométricas, incluyendo datos espaciales localización. (Pagina Siete, 2017).

En el caso de Tarija, como municipio no se dispone de información dasométrica, motivo por el cual es necesario, generar información precisa del arbolado urbano, en todas las áreas verdes de la ciudad, realizando un muestreo de todo el estado actual, entre estas el barrio SENAC, considerada como una de las zonas más antiguas, donde las plantaciones se realizaron hace varios años atrás. (Fernandez, 2016).

En tal sentido el trabajo de investigación está orientado a ser una caracterización de las especies arbóreas en áreas verdes del distrito 13 mediante el método descriptivo, con el fin de construir una base de datos informativa digital de las especies identificadas utilizable como modelo para el manejo, conservación de especies y que sea una herramienta idónea que sirva para trabajo futuros relacionados con el manejo y planificación. (Pacheco, 2006).

1.2 JUSTIFICACION

La estructura y caracterización del arbolado urbano tiene como fin establecer acciones para el manejo de las áreas verdes del distrito 13, la falta de información puede derivar en diferentes causas como por ejemplo la carencia de información para generar estudios del arbolado urbano.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad la identificación de las especies presentes en el distrito y la cuantificación dasométrica de las mismas. Así mismo, comprender la importancia de contar con la presencia de árboles y el respectivo manejo y cuidado de ellos, teniendo en cuenta que su existencia en el sitio es de mucho beneficio no solo para la parte estética sino también por los beneficios ambientales. La información sobre estructura y caracterización del arbolado urbano nos permitió tener acceso directo de las especies, localización, distribución y diversidad.

Es importante y necesario tomar medidas adecuadas para el manejo del arbolado urbano, en este sentido se pudo evidenciar que el Municipio no está brindando los cuidados que se requiere y es evidente la ausencia de una estrategia para la adecuada administración de estos recursos naturales tan importantes para la protección y conservación del ambiente.

Se llevó a cabo una evaluación de cada individuo, de acuerdo a las variables cuantitativas, bajo el propósito de obtener información que permita manejar estos ecosistemas a largo plazo, se desarrolló una investigación cuyo objetivo es: realizar la caracterización dasométrica del arbolado urbano en el Distrito 13. Esta iniciativa contribuirá al conocimiento y establecerá parámetros y criterios para un manejo adecuado del arbolado urbano.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la estructura, composición y diversidad florística del arbolado urbano, aplicando técnicas dasométricas y ecológicas para generar información útil para el manejo silvicultural de las áreas verdes del distrito 13 de la ciudad de Tarija.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las características dasométricas del arbolado existentes en áreas verdes del distrito 13 de la ciudad de Tarija. Mediante la aplicación de técnicas de muestreo forestal y de un análisis de datos cuantitativos dasométricos (Altura, diámetro y área basal).
- Establecer los parámetros estructurales de la vegetación (abundancia, dominancia, frecuencia) e índice de valor de importancia.
- Definir la diversidad de los árboles de áreas verdes, aplicando el índice de biodiversidad.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio Analítico

La primera etapa en el estudio de la comunidad vegetal es la búsqueda de toda información previa que se disponga sobre esta. Una vez que se haya recogido la información de las características biofísicas de la zona, es necesario definir los límites del área y los alcances del estudio, es decir, si el tipo de levantamiento es, cuantitativo o cualitativo, de acuerdo a los objetivos. (Paredes, 2014).

2.2 Inventario forestal urbano

Un inventario forestal urbano, es un método o herramienta básica para obtener información necesaria que permite diagnosticar en forma práctica y efectiva su número, condición y distribución; anticipar y efectuar el mantenimiento preventivo y ayudar a tomar decisiones a corto mediano y largo plazo. Además, constituyen parte integral de un sistema de manejo para lograr una adecuada administración del recurso forestal urbano. (Paredes, 2014), señala que es una excelente herramienta de planeación, ya que proporciona la información necesaria para elaborar los programas de plantaciones urbanas, ya que permiten diagnosticar en forma efectiva la cantidad y calidad de los árboles ubicados en el área de estudio y las características del medio ecológico natural y artificial del sitio donde crecen éstos. En la dasonomía urbana, los inventarios del arbolado urbano se consideran una herramienta indispensable de gran importancia, ya que son la base para la definición de las actividades de manejo.

2.3 Clasificación de los inventarios

Los inventarios se dividen en dos grupos por muestreo y totales (censos):

2.3.1 Inventarios por muestreo

Se realizan para conocer algunas características del bosque urbano, tales como necesidades de poda, sanidad y daños a las estructuras urbanas; por lo cual, sólo se registra los árboles que presentan la condición que es de interés, estos inventarios también son llamados por objetivo. En el contexto de los inventarios parciales que se desarrollan en alguna zona de la ciudad que se desea conocer, se evalúan las

características predefinidas (condición del arbolado, riqueza de especies, frecuencia o condiciones sanitarias), es decir, la intensidad con que se realice el inventario y la proporción de la muestra estará determinada por los recursos disponibles y la información que se pretende obtener, se recomienda la evaluación del 5 al 50% del arbolado. (Paredes, 2014).

2.3.2 Censo Forestal

El censo forestal es un Inventario al 100% de todos los individuos de la masa Arbórea de un sistema de recolección y registro cualitativo y cuantitativos en base a métodos apropiados y confiables, (Paredes, 2014) Son los más recomendables, ya que permiten obtener la información completa sobre la situación del arbolado, frecuencia de especies, ubicación, etc. Sin embargo, son los que demandan una mayor cantidad de recursos. Cuando el inventario se realiza por una sola vez y no se tiene planeado realizar una segunda evaluación, se considera al inventario como de tipo temporal. La vigencia de información es de 10 años, no obstante que la dinámica del bosque urbano, es común encontrar cambios a los 5 o 6 años, por lo que la información recabada ya no será tan confiable después de 10 años (Pacheco, 2006).

2.4 Dasometría

Se define a la dasometría como la parte de la dasonomía o ciencia forestal que estudia la medición de los bosques o de sus productos a través de las dimensiones de los elementos que los constituyen, considerando como tales a los árboles o a las partes de estos que serán aprovechados en alguna forma. (Paredes, 2014)

El termino medición forestal o dasometría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de madera en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos.

2.5 Variables Dasométricas

La importancia de la dasometría en la ciencia forestal, puede ser comprendida por el hecho de estar estrechamente vinculada con áreas como la silvicultura, manejo,

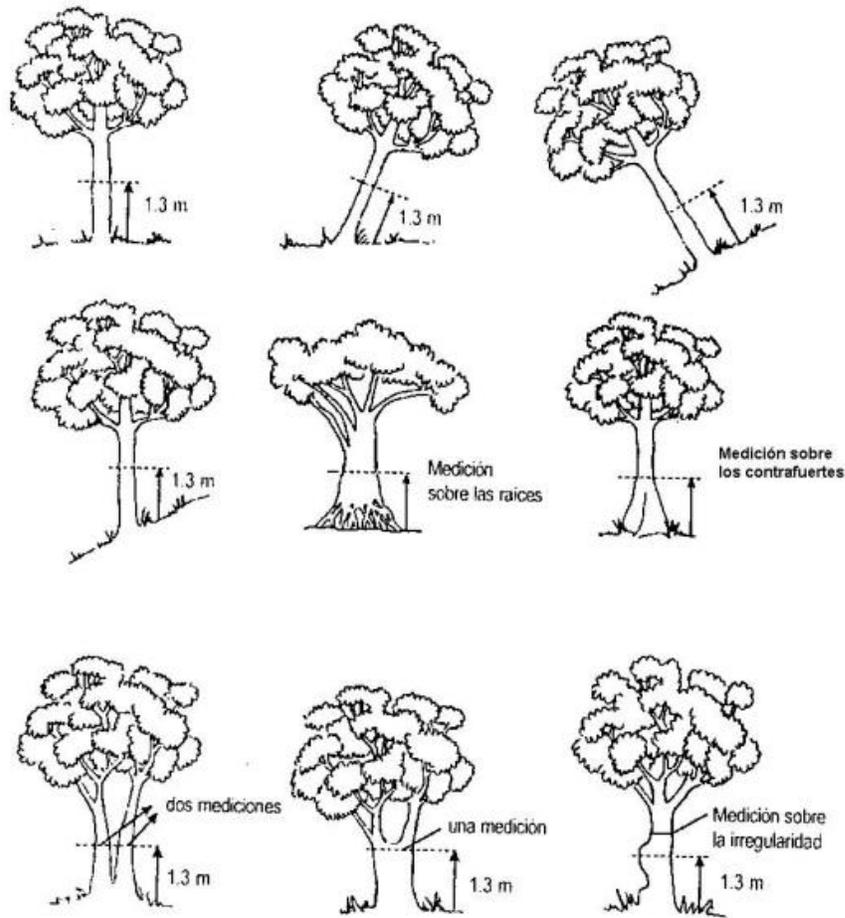
aprovechamiento, ordenación y economía forestal, de tal forma que no debe existir un técnico que no sepa medir e interpretar las diversas variables dasométricas, (Paredes, 2014).

2.6 Diámetro Altura Pecho (DAP)

Se realizará la medición de todos los árboles a partir de 10 cm de DAP. Esta medición corresponde al diámetro del árbol medido a 1.30 m del nivel del suelo en condiciones normales, es decir, cuando el árbol se encuentra en forma perpendicular al suelo y presenta un fuste recto y cilíndrico. Para casos especiales se empleó lo que se muestra en la figura N.º 1 puesta en el manual, (BOLFOR, 2000), la unidad de medida es el centímetro con precisión al milímetro (ejemplo: 46.5 cm) además, se debe medir con instrumentos de calidad y precisión (cinta diamétrica de fibra de vidrio, en lo posible).

Antes de medir el diámetro, el punto de medición será marcado con una tiza blanca, luego se colocará la cinta métrica en forma perpendicular al medidor, tomando en cuenta que la cinta esté bien pegada al tronco y bien ajustada.

Figura 1: Medición de diámetro en casos normales y casos especiales



Por norma el DAP se mide a 1.30 m sobre el nivel del suelo, pero si los árboles presentan irregularidades a esta altura, entonces se mide el diámetro donde termina la deformación, conforme se puede visualizar en la figura anteriormente mostrada. Asimismo, es importante registrar la altura de la medición del diámetro de referencia para no incurrir en errores en futuras mediciones. (Andrade, 2007).

2.7 Medición de Diámetros

La medición de diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasando por el centro del círculo termina en los puntos en que toca a la circunferencia. El diámetro más comúnmente requerido en la dasonomía es el de las partes maderables del árbol; tronco principal, ramas o segmentos del fuste trozas. La importancia fundamental de la

medición de diámetro radica en que es una dimensión que casi siempre se puede medir directamente y con esta se puede calcular el área de la sección transversal y el volumen.

La medida más típica de un árbol es el diámetro altura al pecho que es el diámetro localizado a 1,30 m del nivel del suelo. (Paredes, 2014).

También, es posible medir el diámetro con una forcípula o con una cinta métrica. La forcípula mide el diámetro directamente, mientras que la cinta métrica mide el perímetro, a partir del cual se puede calcular el diámetro. (BOLFOR, 2000).

Es usual hacer medidas repetidas del diámetro a través del tiempo, especialmente cuando se tienen instaladas parcelas permanentes de medición. En estos casos, es muy importante marcar exactamente el lugar donde se midió y se debe realizar con pintura al aceite de buena calidad. También, es mejor hacer mediciones repetidas en la misma época de cada año, ya que los árboles tienen incrementos distintos según la época. (BOLFOR, 2000).

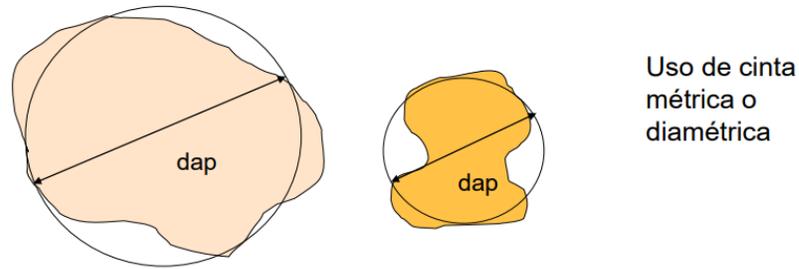
2.8 Pasos para medir el Dap

1. Ubicar el árbol a medir
2. Medir con cinta métrica, diamétrica o forcípula a la altura de 1,30 m
3. Anotar en formulario
4. Si se mide el diámetro a otra altura de referencia se debe anotar la altura de medición.

Figura 2: Medición con cinta métrica



Estimación del dap



El dap es el diámetro del círculo que se aproxima a la forma de la figura transversal del tronco de un árbol

$$dap = \frac{C}{\pi}$$

dap: Diámetro a la altura del pecho (cm)
C: Circunferencia (cm)

Figura 3: estimación del DAP

2.9 Medición de alturas

La altura es uno de los principales parámetros que se miden en una vegetación o una especie. La altura se mide de acuerdo al interés que se tenga y puede ser de forma cualitativa o cuantitativa. Generalmente, cuando se quiere una mayor precisión de medición de la altura se utiliza mayor tiempo, en cambio, cuando se estima sin tomar cierta precisión esta medición puede ser muy rápida. (BOLFOR, 2000).

Para acelerar el tiempo de medición y evitar que éste sea un impedimento se han inventado muchos instrumentos. La regla telescópica es uno de los instrumentos exactos, aunque puede medirse máximo hasta los ocho metros de altura. El hipsómetro Christen, el nivel de Abney o clisímetro, el hipsómetro BlumeLeiss, la pistola Haga y el clinómetro Suunto (Romahn de la Vega et al., 1994) son instrumentos mucho más precisos y se pueden usar para medir cualquier altura. Por su facilidad de uso, en este caso solamente se considerará el funcionamiento del clinómetro Suunto.

El clinómetro Suunto es uno de los instrumentos diseñado para medir árboles. En éste se ha sustituido el nivel de la brújula por un péndulo fijo de 90° de la línea índice horizontal. Las lecturas con este instrumento se pueden medir en grados en la escala izquierda y en porcentaje en la escala derecha. Hoy en día, es posible medir la altura a partir de una distancia fija del árbol y de esta manera, se pueden facilitar los cálculos. Existen clinómetros que pueden efectuar mediciones a distancias fijas de 15 y 20 m, aunque también se pueden hacer con diferentes distancias. El cálculo de la altura se basa en el uso de la trigonometría para determinar el cateto opuesto. El cateto opuesto es igual al cateto adyacente dividido entre la tangente del ángulo de la hipotenusa. En el caso de medición de árboles el cateto adyacente sería la distancia que existe desde la altura de la cabeza del observador (P) hasta el punto de medición; el ángulo (α) se obtiene con el clinómetro. Para obtener la altura total del árbol se debe agregar la altura (P) de la persona que realiza la medición (BOLFOR, 2000). Las fórmulas para medir la altura (h) de árboles con distancias conocidas son las siguientes:

$$h = 15m \cdot \text{Tan}\alpha + P \quad h = 20m \cdot \text{Tan}\alpha + P$$

dónde: h = altura total

$\text{Tan}\alpha$ = tangente de un ángulo

P = altura de la persona que realiza la medición

En los bosques es muy difícil determinar la altura de los árboles con alta precisión, puesto que es complicado identificar exactamente la parte superior de las copas de muchos de los árboles cuando están totalmente llenas de follaje.

Según la parte del árbol que se desea medir, se resumen dos tipos de altura:

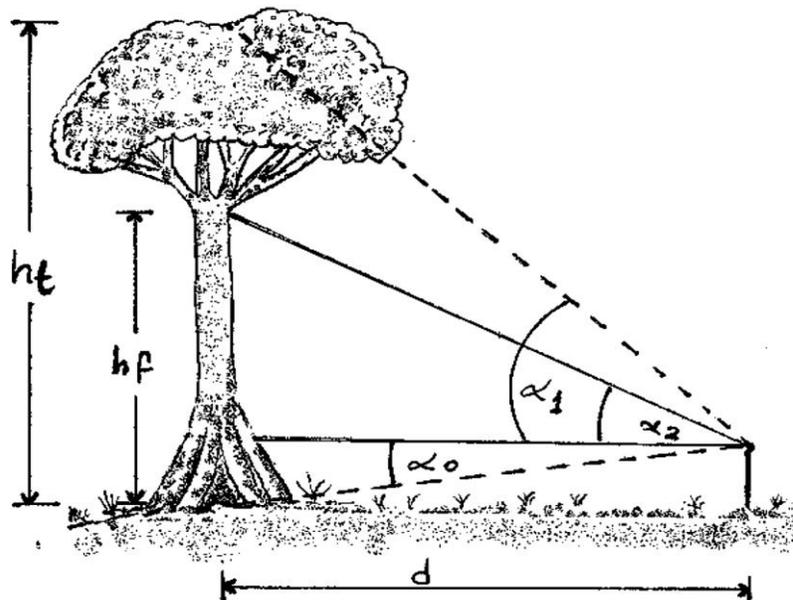
- **Altura total.** Es la distancia vertical entre la base y el ápice del árbol. La medición de esta variable se realizará con un hipsómetro o clinómetro. Se define como la altura total de un árbol la distancia vertical entre la zona de la base en contacto con la parte superior de la ladera y la cima del mismo. Considerando la cima del árbol la parte más alta de su copa prolongación del

tronco. Es la distancia vertical entre la base y el ápice del árbol, la medición de esta variable se realizará a criterio propio.

Según norma técnica, en el momento de la instalación, y por única vez, se deberá medir la altura de fuste y la altura total de todos los individuos registrados. Pero se recomienda medir las alturas de fuste y total de todos los árboles (inclusive las palmeras) con la misma frecuencia que los diámetros (cada dos años); la precisión de esta medición debe ser del orden del metro más cercano. En caso de incluir regeneración natural se recomienda medir la altura total de todos los individuos. Instrumentos como el clinómetro o reglas telescópicas pueden ayudar a determinar las alturas. También se puede construir jalones con medidas conocidas y relacionar las mismas con las alturas del árbol. (BOLFOR, 2000).

- **Altura de fuste.** Es la altura medida desde el nivel del suelo hasta la bifurcación principal, que marque el inicio de la copa.

Figura 4: Procedimiento para medir alturas, clinómetro



$$ht = d \times (\alpha_1 - \alpha_0)$$

$$hf = d \times (\alpha_2 - \alpha_0)$$

Dónde:

ht = altura total en metros

hf = altura de fuste en metros

α_0 = inclinación al pie del árbol en porcentaje

α_1 = inclinación altura total del árbol en porcentaje

α_2 = inclinación principio de la copa en porcentaje en porcentaje

d = distancia en metros

En terreno plano α_0 es un valor negativo, el cual por el signo negativo de la fórmula se convierte en positivo y se suma. Las mismas fórmulas se emplearon para terrenos inclinados y se aplica el mismo procedimiento matemático. Por ejemplo, tenemos d = 16 m, $\alpha_0 = 5\%$, $\alpha_2 = 90\%$, $\alpha_1 = 120\%$, aplicando las fórmulas obtenemos:

$$ht = \frac{16 * (120 - (5))}{100} = \frac{16 * 125}{100} = 20m$$

$$hf = \frac{16 * (90 - (5))}{100} = \frac{16 * 95}{100} = 15.2m$$

2.10 Número de áreas verdes

Para la identificación se realizó a través del par ordenado (0:0, 0:1, 0:2, 0:3... etc.) las mismas se registró en las planillas correspondientes.

2.11 Numeración del Árbol

Para identificar cada árbol se usarán cuatro números, el primero corresponderá al número de área verde, el tercer número pertenece al número del árbol. Según la Norma Técnica 248 /98, la numeración de árboles se puede realizar de manera correlativa en todo el compartimento p.e. de 1 a 5000; correlativo entre fajas p.e. 1 - Fl (árbol 1 - fa

ja 1), 12 - F2 (árbol 12 - faja 2); u otro tipo de numeración claro y sencillo que permita realizar el seguimiento respectivo en todas las fases del aprovechamiento forestal (cadena de custodia). (BOLFOR, 2000).

2.12 Especie (nombre común)

En esta casilla se registrará el nombre común de cada individuo encontrado, árboles a partir de un DAP ≤ 15 cm y ≥ 15 cm.

2.13 Ubicación Geográfica de los Árboles

Todos los árboles tienen como origen el punto (0.0) o vértice (SW) de las áreas verdes. La medición se realizará con una precisión de metros enteros, Con esta información se generará un mapa de ubicación geográfica de los árboles en trabajo de gabinete.

2.14 Calidad de Fuste

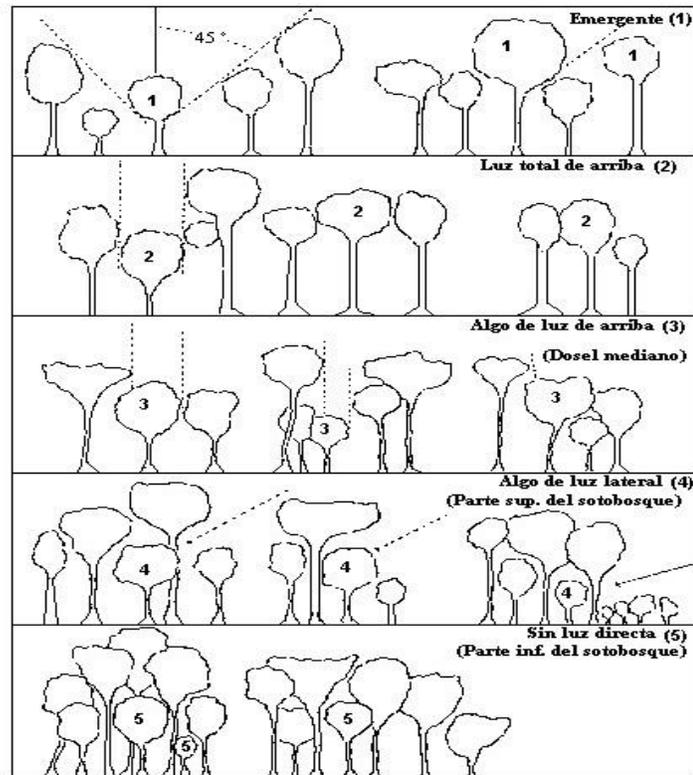
El fuste constituye la parte más importante del árbol como producto maderable y guarda relación con su conformación morfológica, fenotípica y su estructura. En este sentido se consideran tres calidades, a saber:

- **Calidad 1:** (buena), Sano y recto sin ningún signo visible de defectos.
- **Calidad 2:** (regular), Con señales de ataque de hongos, pudrición, heridas, curvatura, crecimiento en espiral y otras deformaciones.
- **Calidad 3:** (mala), Curvado y efectos graves en su estructura, posiblemente útil para leña.

2.15 Posición de copa

Está referida a la posición de la copa con respecto a su exposición a la luz solar; su clasificación fue dada por Dawkins, basada en cinco puntos, cuyo sistema fue modificado por otros autores.

Figura 5: posición de copa



1. Emergente: La parte superior de la copa totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, al menos en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa.

2. Luz total de arriba: La parte superior de la copa está plenamente expuesta a la luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90° .

3. Algo de luz de arriba: La parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical, o parcialmente sombreada por otras copas.

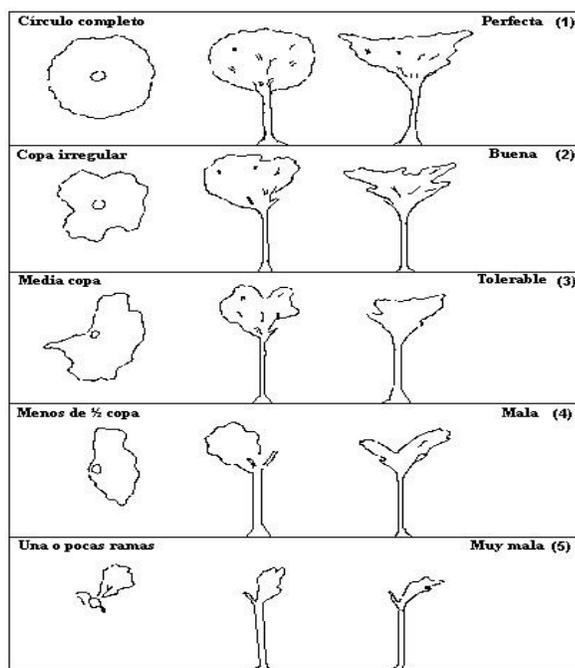
4. Algo de luz lateral (parte superior del sotobosque): La parte superior de la copa enteramente sombreada de luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a un claro o borde del dosel superior.

5. Sin luz directa (parte inferior del sotobosque): La parte superior de la copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

2.16 Forma de copa

Dentro de la población de cualquier especie, el aspecto o calidad de la copa en relación con el tamaño y estado de desarrollo del árbol está correlacionado con el crecimiento y el incremento potencial (Dawkins, 1963). Las definiciones de forma de copa que se dan a continuación deben interpretarse y aplicarse de acuerdo con las características de cada especie y del estado de desarrollo de cada árbol.

Figura 6: forma de copa



1. Perfecta: Corresponde a las copas que presentan el mejor tamaño y forma que se observa generalmente, amplio plano circular y simétrica.

2. Buena: Copas que se acercan mucho al anterior nivel, silviculturalmente satisfactorias, pero con algún defecto leve de simetría o algún extremo de rama muerta.

3. Tolerable: Apenas satisfactorias silviculturalmente, evidentemente asimétricas o ralas, pero aparentemente poseen capacidad de mejorar si se les da espacio.

4. Mala: Evidentemente insatisfactorias, presentan muerte regresiva en forma extensa, fuertemente asimétricas y pocas ramas, pero probablemente capaces de sobrevivir.

5. Muy mala o sin copa: Definitivamente degradadas o suprimidas, o muy dañadas, pero con posibilidades de incrementar su tasa de crecimiento como respuesta a la liberación.

2.17 Sanidad del Árbol

Refleja la vitalidad del árbol, guarda estrecha relación con su crecimiento e incremento, al mismo tiempo indica la situación en que se encuentra.

Para el levantamiento de datos se sigue la siguiente clasificación:

1. Bueno
2. Regular
3. Malo

2.18 Manejo de planillas de campo y almacenamiento digital de datos

Se debe tener mucho cuidado en realizar un manejo adecuado de la información de campo y almacenamiento digital de datos, usar todos los formularios, de modo que se tenga consistencia en la información y pueda tener validez.

Los datos de campo deben ser anotados de forma legible; las planillas deben manejarse siempre en forma ordenada bajo numeración o codificación que se deberá mantener en las bases de datos de los archivos digitales.

Todos los datos de campo que no correspondan a la medición estándar, deben ser señalados en la columna de observaciones. Por ejemplo, debe quedar claramente establecido si el diámetro de referencia de un árbol fue medido a 2.30 m de altura del suelo por aletones que impedían la medición a 1.30 m de altura.

Los archivos digitales deben incluir cada árbol como un registro (fila) y las variables como campos manteniendo la correspondencia con el formulario de campo

No se deben mezclar en un mismo archivo digital las variables de sitio, variables de regeneración y variables de árboles adultos. Cada uno de ellos debe ser almacenado en forma separada o sea usar un archivo digital o una hoja electrónica por cada formulario.

Es importante que el nombre común de las especies sea digitalizado en forma completa y no en forma de códigos lo que evitará posteriores problemas de procesamiento. De todas maneras, es importante incluir la lista completa de nombres comunes de las especies acompañadas de sus nombres científicos, familias y otras informaciones relevantes.

2.19 Área basal

El área basal es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas. Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo. En árboles, este parámetro se mide obteniendo el diámetro o el perímetro a la altura del pecho (DAP a una altura de 1.3 m). (Matteucci, 1982).

La estimación del área basal se usa generalmente en los estudios forestales, puesto que, con otros parámetros, como la densidad y altura, brindan un estimado del rendimiento maderable de un determinado lugar.

El área basal se puede estimar, rápidamente, mediante un relascopeo o un prisma. El relascopeo de Bitterlich se puede construir con una vara de 1 m de largo y una pieza transversal colocada al extremo de ésta. El observador sujeta la vara, con la pieza transversal en el extremo opuesto, y mira cada tronco situado alrededor del punto escogido de observación. Se lleva la cuenta de todos los árboles cuyo fuste se observa en la mira y cuyo diámetro excede el ancho de la pieza transversal del relascopeo. No se toman en cuenta los árboles de tamaño menor a dicha pieza. El área basal, en m²/ha, es equivalente al número de especies contadas dividido por dos. El área basal se puede calcular, también, mediante un prisma. Este funciona sobre la base del mismo principio que el relascopeo de Bitterlich, pero no requiere la vara. El observador mira los árboles, simultáneamente, a través del prisma y de forma directa; la parte inferior del tronco aparece completa o parcialmente desplazada de la parte superior. Si las imágenes no están completamente desplazadas, se cuenta el árbol observado. El número de árboles contados se multiplica por el factor de área basal (usualmente 10), que depende del ángulo del prisma. Puesto que los prismas generalmente se fabrican en los Estados

Unidos, las unidades de cálculo del área basal se expresan en pie^2/acre . Para convertir esta unidad a m^2/ha , se divide por cuatro.

Para el muestreo con ambos métodos (relascopio o prisma), es necesario tener en cuenta ciertos puntos. Primero, no es posible estimar la densidad de árboles con ninguno de los dos métodos, sino sólo el área basal. Se puede obtener el área basal por especie, registrando ésta última para cada árbol contado. Es importante recordar que el método no implica el uso de parcelas fijas. La inclusión de cada árbol en la muestra dependerá de su diámetro y distancia desde el punto de muestreo. Por consiguiente, los árboles que estén lejos del observador podrán incluirse también en la muestra, si su diámetro es grande. Puesto que una buena visibilidad de los árboles que rodean el punto de muestreo es crucial para el observador, este método no funciona bien en bosques con dosel denso que obstruye la vista. El observador debe seleccionar, también, un diámetro mínimo para la inclusión de árboles a la muestra. Este típicamente corresponde a un DAP de 10 o 20 cm. Finalmente, para escoger los puntos de muestreo, éstos deberán estar suficientemente separados como para evitar el muestreo repetido del mismo grupo de árboles. Usualmente, una separación de 50 m será adecuada para evitar muestrear dos veces los mismos árboles. Los puntos de muestreo deben ubicarse a lo largo de transeptos, pero tanto los primeros como los segundos deberán localizarse al azar y ser suficientes, numérica y espacialmente, para garantizar una estimación precisa y no sesgada del bosque a muestrearse. (BOLFOR, 2000).

2.20 Características Cuantitativas de la vegetación

2.20.1 Abundancia de especies

Lamprecht (1990), define a la abundancia absoluta como el número total de individuos pertenecientes a una especie y abundancia relativa como la proporción de cada especie en porcentaje del número total de árboles registrados en la parcela de estudio. Citado por: (Gutierrez, 2021).

Se conoce como abundancia el número de individuos por unidad de área, o sea, el número de árboles por hectárea. Se puede determinar la abundancia por especie o por

grupo de especies. Por lo general se determina para especies comerciales y no comerciales. Asimismo, se puede determinar la distribución de la abundancia por categorías de diámetro. (BOLFOR, 2000).

Font-Quer (1975), define la abundancia como el número de individuos de cada especie dentro de una asociación vegetal. Además, permite definir y asegurar con exactitud, que especie (s) tienen mayor presencia o participación en el bosque.

2.20.2 Dominancia de especies

Es la participación o porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total de la comunidad estudiada, siendo este valor igual al 100 %. (Hoyos, 2007).

Según Lamprecht, citado por: (Ibarra, 2008) se llama dominancia a la sección determinada en la superficie del suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo que equivale en el análisis forestal a la proyección horizontal de las copas de los árboles. En el bosque tropical resulta a menudo imposible determinar dichos valores, debido a la existencia de varios doseles dispuestos uno encima de otro y la entremezcla íntima de las copas unas con otras. Para salvar esta dificultad, Caín y colaboradores, proponen que se utilice área basal de los árboles en sustitución de la proyección de las copas.

Este valor de área basal, expresado en metros cuadrados para cada especie, será dominancia absoluta. La dominancia relativa (D_r) es la participación o porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total, siendo este último valor igual a 100%.

Lamprecht (1990), define la dominancia absoluta de una especie como la suma de las áreas basales individuales expresadas en m^2 ; la dominancia relativa se calcula como la proporción del área basal de una especie en relación al área basal total en porcentaje. Citado por: (Gutierrez, 2021).

Lamprecht (1990), menciona que a causa de la existencia de varios doseles, la estructura vertical y horizontal del bosque se vuelve compleja, la determinación de la proyección de la copa resulta en extremo complicada, trabajosa y en algún caso imposible de realizar, usualmente ésta se determina en forma visual, resultado

demasiado costoso y estaría sujeto a muchos errores de medición; es por ello que la proyección de la copa ya no es evaluada, actualmente se emplean las áreas basales consideradas como sustitutos de los verdaderos valores de la dominancia de las especies.

2.20.3 Frecuencia de especies

Según Lamprecht (1990). Citado por: (Nina, 2014). Hace referencia a la existencia o a la ausencia de una especie de igual tamaño dentro de una determinada área.

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo, una especie) en una unidad muestral y se mide en porcentaje. En otras palabras, este porcentaje se refiere a la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales. En el método de intercepción de líneas, el cálculo se realiza mediante el registro de la presencia o ausencia de cada especie en cada línea de muestreo. La frecuencia absoluta, en este caso, sería el número total de registros de una especie en cada unidad muestral y la frecuencia relativa sería la relación de los registros absolutos de una especie y el número total de registros de todas las especies. En el método de transectos o cuadrantes, la frecuencia relativa sería la relación de los registros absolutos de la presencia de una especie en los sub-transectos o sub-cuadrantes, en relación al número total de registros para todas las especies.

La frecuencia nos ayuda a dar una expresión aproximada de la homogeneidad de un rodal o cubierta vegetal por inventariar.

Raunkiaer citado por: (Ibarra, 2008) fue el primero que aplicó la estadística en el análisis de las comunidades vegetales y denominó frecuencia al valor del tanto por ciento de parcelas de muestra en las que se presenta una especie. Si son 10 parcelas, y se encuentran todas las plantas en una sola parcela la frecuencia sería del 10%, en tanto que, si están presentes en todas las parcelas es el 100%. La frecuencia llega a ser un valor muy útil cuando se usa junto con la densidad porque no se lo conoce el número de individuos sino también la distribución en la comunidad.

2.20.4 Índice de valor de importancia (I.V.I)

El índice de valor de importancia es una característica de naturaleza cuantitativa de la vegetación que indica la importancia relativa de las especies en la comunidad forestal. Lamprecht (1962, citado por Becerra 1971), opina que el análisis de la abundancia, frecuencia y dominancia permiten obtener una idea sobre la estructura del bosque. A pesar del gran valor científico y práctico de tales enfoques específicos, ellos no suministran sino informaciones parciales y hasta cierto punto aislados. Por esta razón, se ha sugerido la combinación de estos valores para obtener lo que se ha denominado: índice de valor de importancia a la suma de la abundancia relativa más la dominancia relativa y más la frecuencia relativa. citado por: (Ibarra, 2008).

De acuerdo a Lamprecht, el índice de valor de importancia refleja en apariencia bastante bien la importancia relativa de las diferentes especies en la comunidad forestal. Según Vega (1968) deduce de sus estudios que el índice de valor de importancia (I.V.I) puede dar una idea del carácter de asociación de las especies, como base para la clasificación de la vegetación. Citado por: (Ibarra, 2008).

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300. (BOLFORD, 2000).

Lamprecht (1962) opina que los análisis de la abundancia, frecuencia y dominancia permiten cada uno formarse una idea sobre un determinado aspecto de la estructura del bosque. A pesar del gran valor científico y práctico de tales enfoques específicos, ellos no suministran sino informaciones parciales y hasta cierto punto aislados.

Según Lamprecht el índice de valor de importancia refleja en apariencia bastante bien la importancia relativa de las diferentes especies en una comunidad forestal.

Vega (1968) deduce de sus estudios que el índice de valor de importancia IVI. Puede dar una idea del carácter de asociación de especies, como base para la clasificación de la vegetación.

Este índice también denominado de índice de Importancia de Cottam (1949) ordena la lista de especies de forma decreciente el valor de importancia de la especie, encontradas en el área de estudio. El índice revela a través de la acumulación de puntos la pertinente posición fitosociológica de cada una de las especies vegetales en el contexto de la comunidad a la que pertenece.

En consecuencia, este índice refleja la importancia de la especie en el contexto de la comunidad vegetal estudiada, e identifica su grado de importancia por su posición en la correspondiente lista de especies. A partir del análisis de cada parámetro fitosociológico se puede interpretar si la especie es abundante, si se presenta en una distribución espacial agrupada o dispersa y cuál es su área de ocupación (densidad o área basal) en la comunidad vegetal estudiada. Se debe observar que los parámetros relativos observados aisladamente tanto en ambientes con vegetación densa o esparza pueden presentar resultados muy próximos entre sí.

2.21 Composición florística

Se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y biomasa. Los procesos que determinan la composición florística de los bosques son poco conocidos. (Stevenson, 2009).

La composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación. Se expresa mediante la suma de todas las especies diferentes que se han registrado en cada uno de

los transeptos o parcelas. Y es importante separar las especies que se registran de acuerdo a la forma de vida: árbol, arbustos, hierbas. (Moreno, 2013).

2.22 Índice de diversidad

Los índices de diversidad son herramientas que nos permiten tener una perspectiva de la situación de la comunidad, con el fin de realizar monitoreo ambientales y tomar decisiones de conservación y manejo, (Meyboll, 2012).

Se debe tener en cuenta la diferencia de dos términos muy usados, parecidos y a veces confundidos, éstos son la riqueza de especies y la diversidad de especies. La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en una determinada área. En cambio, la diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar.

En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (por ejemplo, diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.). A una escala mayor, no es posible calcular índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, es necesario conocer la abundancia de cada una de éstas. Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. (BOLFOR, 2000).

2.23 Medición de la Diversidad de Especies

El número de especies es la medida más frecuentemente utilizada para demostrar la riqueza biológica de una zona, por varias razones: Primero, la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad.

Segundo, a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido.

Tercero, al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables.

Y cuarto, aunque el conocimiento taxonómico no es completo (especialmente para grupos como los hongos, insectos y otros invertebrados en zonas tropicales) existen datos disponibles sobre número de especies.

Es importante recordar los siguientes conceptos bases para la medición de la diversidad de especies.

- Especie: conjunto de individuos con características semejantes que tienen la capacidad para reproducirse.
- Población: conjunto de individuos de la misma especie que comparten el mismo hábitat o espacio geográfico.
- Comunidad: conjunto de poblaciones que viven e interactúan en una zona.

2.24 Diversidad específica

La diversidad de especies en su definición considera:

- El número de especies o riqueza que pueden expresarse como la cantidad de tipo (variedades, especies, categorías) de uso de suelo por unidad de espacio.
- El número de individuos y abundancia de individuos de cada especie que existen en un determinado lugar.

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. Entender el problema de la biodiversidad implica, entonces, discutir el problema de la rareza biológica. La

conservación de la biodiversidad es principalmente un problema vinculado al comportamiento ecológico de las especies raras. (Moreno, 2013).

2.25 Tipos de diversidad

- **Diversidad alfa:** es la riqueza de especies de una comunidad /hábitat /sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos.
- **Diversidad beta:** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un ecosistema se da entre comunidades; expresa el grado de similitud y disimilitud. Heterogeneidad (diversidad) de hábitats.
- **Diversidad gamma:** es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un ecosistema, es el resultante de la diversidad alfa y beta.

En conclusión: la diversidad alfa (la diversidad presente en un sitio) es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat y es el componente más importante de la diversidad; diversidad beta (la heterogeneidad espacial) es una medida del grado de participación del ambiente en parches o mosaicos biológicos es decir mide la contigüidad de hábitats diferentes en el espacio.

¿Formas de analizar diversidad?

En ecología se pueden hacer estudios de diferentes formas. Los estudios pueden ser de tipo descriptivo, comparativo, observacional y experimental. Los estudios descriptivos son generalmente exploratorios y no tienen una hipótesis a priori. El objetivo de estos estudios es obtener información acerca de un fenómeno o sistema del cual previamente se tenía ninguna o muy poca información, (Moreno, 2013).

¿Cómo medir la diversidad?

Los parámetros considerados para medir la diversidad biológica

- Índices de diversidad
- Riqueza específica

- Curvas especies-área
- Gamma/alfa

Se mide a través de índices la diversidad de especies, que se aplican para: formas de vida: diversidad de árboles, arbustos, hierbas, epífitas, dentro de estratos: diversidad en el estrato superior, inferior del bosque y por hábitat: bosque, matorral, luzara, páramo.

Para calcular los índices de diversidad es necesario conocer:

- Las especies (número), si no se tiene datos de especies se usa morfoespecie.
- Abundancia de cada una de ellas.

2.25.1 Índice de diversidad

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie.

Diversidad alfa

Es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es a un nivel “local”. Una comunidad es dependiente de los objetivos y escala de trabajo. En nuestro caso, se propone que sea a nivel de una “unidad de comunidad” (sin embargo, podrían ser (tipo de bosque, bosques de galería, tipo de formación vegetal, bosque andino, subandino, etc.). La diversidad alfa como ya se menciono es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, (Moreno, 2013).

Índices medir la diversidad alfa

Existen varios índices para medir la diversidad alfa, cada uno ligado al tipo de información que se desea analizar, es decir, que algunas de las variables, tienen maneras diferentes de analizarse. Si las dos variables respuesta que se están analizando son número de especies (riqueza específica) y datos estructurales (por ejemplo, abundancias), cada uno de ellos se podrá analizar diferencialmente para obtener más información complementaria. Existen varios métodos para cuantificar la diversidad a

nivel local o alfa (por ejemplo, Margalef, Shannon, Simpson, Berguer y Parker). (Moreno, 2013).

2.26 Índice de Shannon-Wiener (H')

El índice de Shannon es de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat. Es utilizado para expresar la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección según, (Meyboll, 2012), asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies por el mismo número de individuos. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad deben estar presentes en la muestra.

El índice de Shannon y Weaver, " H' " se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son p_1, \dots, p_S) y es probablemente el más usado en ecología de comunidades. (Moreno, 2013)

El índice de Shannon integra dos componentes:

- Riqueza de especies.
- Equitatividad /representatividad (dentro del muestreo).

El índice de Shannon aumenta conforme un número mayor de especies y la proporción de los individuos es más homogénea, este depende no únicamente del número de especies, sino también de la frecuencia de las mismas. (Meyboll, 2012).

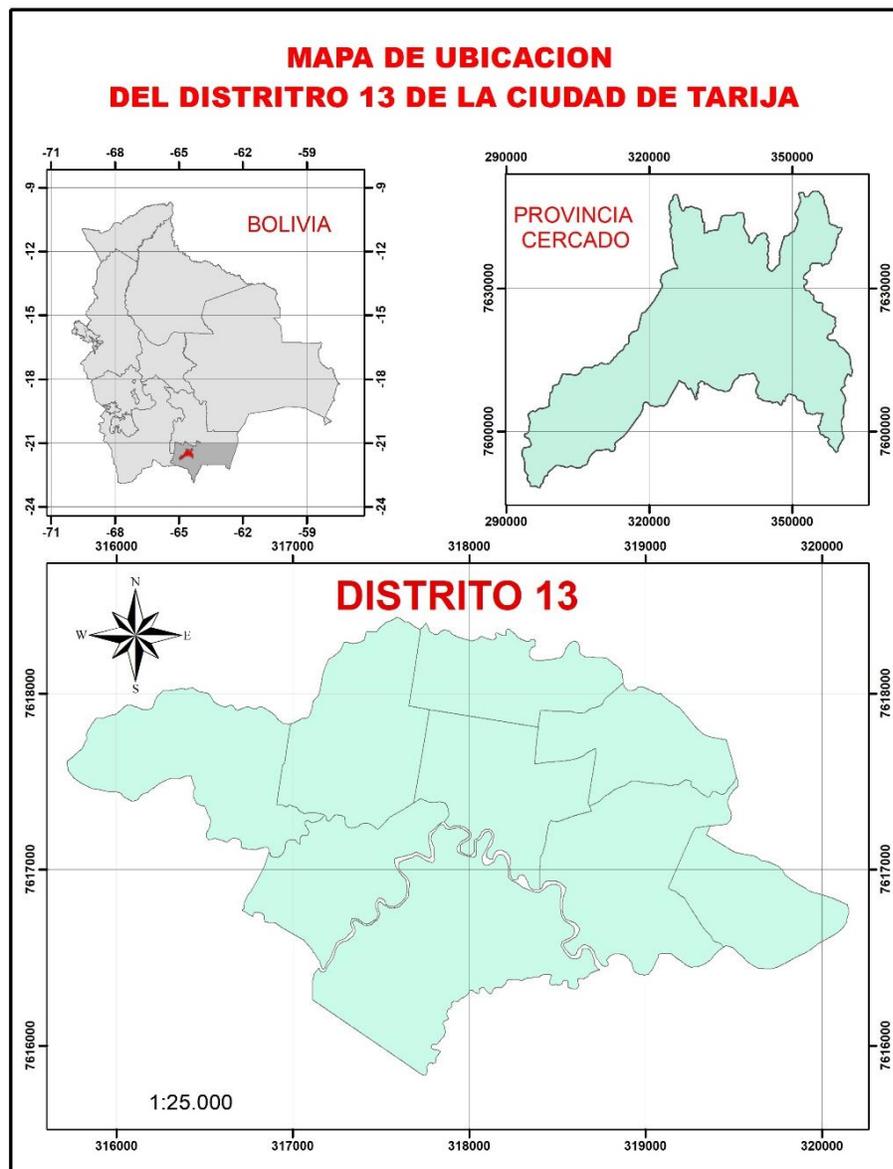
CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y MÉTODOS

3 Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizará en áreas verdes del distrito 13, que está compuesto por 8 barrios: Alto Senac, Tabladita, Catedral, Andalucía, Luis de Fuentes, Méndez Arcos y San Antonio.

Figura 7: ubicación de la zona de estudio



fuelle: elaboración propia.

3.1 Localización del área de estudio

La zona de investigación se encuentra en el distrito 13 de la Ciudad de Tarija el Distrito 13 Geográficamente está ubicado al sur oeste de la ciudad de Tarija, conocida antiguamente toda esta zona como Tabladita, la superficie aproximada del Distrito es de 400 has. Se encuentra entre las coordenadas X= 318372.02, Y= 7617602.53, Con una Latitud de 21.535120, y una longitud: 64.753632.

3.2 División Política – Administrativa

El distrito N° 13 limita al Norte con el barrio Aranjuez (Río Guadalquivir), al Sur con la Quebrada Sagredo, al Este limita con el barrio Germán Busch, y al Oeste con la zona de la Victoria. El Distrito N° 13 está compuesto por 8 barrios. (Unidad Técnica De Planifocación, 2020).

3.3 Descripción Fisiográfica

La topografía del Distrito en su generalidad es plana, excepto en algunos barrios como Méndez Arcos, Catedral, San Antonio y Alto Senac que cuentan con pendientes moderadas, sin embargo, podemos mencionar es el barrio Catedral en su entrada principal tiene una pendiente muy fuerte. (Unidad Técnica De Planifocación, 2020).

3.4 Clima

El clima es templado, con una temperatura media de 18,7°C, una máxima media de 27,3 °C, y la mínima media de 9,8 °C, aunque cada estación es muy marcada. Durante los inviernos (especialmente durante el mes de julio) la temperatura suele descender por debajo de los 10 ° C, (2,4 ° C, en el mes de julio 2020), llegando a disminuciones térmicas inusuales para la latitud y altitud (SENAMHI, 2020).

3.5 Temperatura

La temperatura media oscila alrededor de 18,7°C, con una máxima media extrema de 38,0°C en verano y la mínima media extrema de - 2,8 °C en invierno en el mes de julio. (SENAMHI, 2020).

3.6 Precipitación

La precipitación media anual de 597,6 mm, el 85% de la precipitación está concentrada en los meses de noviembre a marzo, existiendo un 90% de probabilidad que las precipitaciones no sean mayores a los 630 mm y un 50% de que no sean mayores a 550 mm. (SENAMHI, 2020)

3.7 Geología

EL valle central de Tarija se encuentra cubierto por sedimentos de origen Flaviolacustre los mismos que fueron depositados en varias lagunas que se formaron a lo largo de la historia pleistocena. El primer miembro basal tiene sedimentos finos y donde la ocurrencia de los lentes arenosos es muy escasa.

Hacia el tope de este miembro se puede apreciar algunos horizontes blanquecinos de ceniza volcánica suprayaciendo a este miembro se encuentra una secuencia de lentes areno gravoso que aumenta en espesor. En cambio, ala facies se debe a el cambio de las condiciones sedimentarias y arrastre cambiaron ocasionados por el aumento de la capacidad de carga de los ríos que arrastraron sedimentos de granulometría mayor. (LansadWaterBolivia, 2012).

3.8 Uso actual del suelo

En el distrito 13 predominan las áreas verdes implementadas como son los parques, plazas, plazuelas, jardineras centrales, así como áreas verdes no implementadas (áreas verdes abandonadas). (Unidad Técnica De Planifocación, 2020).

3.9 Materiales

3.9.1 Materiales de campo

- GPS
- Planillas de campo
- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Varilla para medir altura

3.9.2 Materiales de escritorio

- Impresora
- Computadora
- Calculadora

Metodología

3.10 Fase de Pre-campo

En esta fase se hará toda la recopilación de la información secundaria necesaria a utilizar, la preparación de los materiales, planillas, organización del trabajo, ubicación de las mismas mediante el uso del software Google Eart.

3.11 Fase de Campo

Para la selección del área en estudio y recopilación de la información se realizó la observación y localización de las áreas verdes urbanas. Que consistió en analizar plazas y avenidas con mayor presencia de especies representativas, guiándose con el uso del software Google Eart tomando en cuenta sus coordenadas. Esta fase obedece al procedimiento instruido como lo indica la Guía para la instalación de PPM. (BOLFOR, 2000).

3.12 Ubicación de las áreas verdes del Distrito 13.

El inventario se realizó en todos las plazas y jardineras centrales con presencia de especies significativas las cuales son los siguientes:

Figura 8: Categorización y ubicación de las áreas verdes

CATEGORIA	BARRIO	NOMB. DE PLAZA Y /O AREA VERDE	COORD X	COORD Y
Plaza	Luis de Fuentes	Plaza B. Luis de Fuentes	319587.06	7616922.01
	Luis de Fuentes	Plaza Salta	319494.76	7617009.41
	Tabladita I	Plaza Oscar Montes	318489.98	7617799.55
	Senac	Plaza Argentina	318810.60	7616721.51
	Méndez arcos	Plaza 25 de mayo	318978.54	7617624.31
	San Antonio	Placita San Antonio	318419	7618068
Jardinera Central	Luis de Fuentes	Jardinera Central. C. Horacio Aramayo	319248.78	7617005.88
	San Antonio	Jardinera Central. Av. San Antonio	318033.20	7617860.36

Fuente: elaboración propia (2022).

Se utilizó un navegador GPS en unidades UTM, en cada una de las zonas donde existió parques y jardineras para georreferenciarlas.

3.13 Tipo de investigación

Se realizó un análisis cuantitativo mediante la caracterización dasométrica, parámetros estructurales de la vegetación y la diversidad de especies.

El método que se utilizó para realizar esta investigación fue de un inventario al 100%, (censo). Donde se evaluó todas las especies forestales, que se encuentran en áreas verdes del distrito 13.

Para la toma de datos se utilizó planillas de campo, donde se tomó datos de las variables dasométricas.

Censo de las áreas verdes en estudio

La codificación se realizó con cinta biodegradable color blanco, marcado en cada árbol respectivamente en las plazas y jardineras central del distrito. El código que se utilizó estuvo formado de letra y número.

El procedimiento que se utilizó para la toma de datos fue la siguiente: se seleccionó el árbol ubicado en los límites de cada área verde el cual se lo georreferenció con GPS también se utilizó imágenes satelitales del programa Google Earth, que sirvió de apoyo para la georreferenciación en el software SIG (ArcGIS), y se marcó con la letra P y 1 hace referencia al árbol número 1, seguido de la letra A y el número 1, hace referencia al árbol y el número de árbol considerándose el punto inicial, luego a partir de ese primer árbol se procedió a medir el siguiente árbol marcándolo como: P1-A2 y así sucesivamente hasta el árbol n. De esa manera se procedió a medir las variables dasométricas.

La forma de tomar los datos tiene la ventaja que todos los árboles medidos puedan tener sus coordenadas de ubicación con menor grado de error, agiliza el levantamiento de la información en menor tiempo y podrá permitir en otros estudios realizar una distribución espacial de los árboles presentes en estas áreas verdes. (Meyboll, 2012).

3.14 Levantamiento de datos en campo

Figura 9: representación gráfica del levantamiento de datos en las áreas verdes



Consiste en el levantamiento de datos en las planillas de campo, para tener mayor conocimiento del área en su conjunto, se realizará un recorrido exhaustivo de todas las áreas verdes del distrito. Esta fase obedece al procedimiento instruido como lo indica la Guía para la instalación de PPM. (BOLFOR, 2000).

Haciendo uso de los formularios de campo, se evaluó todos los individuos de árboles, anotando la información, dasométrica y coordenadas de cada árbol a partir del punto de partida u origen, teniendo el cuidado de asignar los códigos correctos en función a la dirección de avance. (BOLFOR, 2000).

se tomó la siguiente información:

3.15 Medición y registro de los arboles

Al momento del levantamiento, se involucró a todos los individuos de las diferentes clases de edad.

- Árboles, con $DAP \leq 15$ cm.
- Árboles, con $DAP \geq 15$ cm.

Para el registro de árboles dentro de las áreas verdes, se tomó las siguientes variables:

- Nro. del árbol
- Especie (Nombre común)

- Coordenadas de ubicación de cada árbol (X, Y)
- Diámetro a la altura del pecho (1.30m)
- Calidad del fuste
- Altura total
- Posición de la copa
- Forma de la copa
- Sanidad del árbol
- Observaciones

3.16 Evaluación de la Estructura Horizontal de la Vegetación mediante Indicadores Ecológicos

Para la caracterización de la estructura horizontal, se empleó indicadores ecológicos (abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia IVI), sobre la base de datos que se recolectaron, Se realizó los cálculos de abundancia, frecuencia y dominancia para evaluar el valor ecológico de cada especie dentro de las áreas verdes y se evaluó el índice de valor de importancia, empleando el método según, Becerra (1971). Citado por: (Ibarra, 2008)

3.16.1 Abundancia

La Abundancia absoluta (AB), es el número total de individuos pertenecientes a una especie determinada.

La abundancia relativa (*ABr*), indica el porcentaje de participación de cada especie referida, al número de árboles encontrados en las parcelas. ($N * Total = 100 \%$).

$$ABr = \frac{N^{\circ} \text{ arboles por especie}}{N^{\circ} \text{ arboles para todas las especies}} \times 100$$

Donde:

ABr: Abundancia relativa.

3.16.2 Frecuencia

La frecuencia es la probabilidad de encontrar una especie en una unidad muestral particular, es una medida de la distribución de una especie y se evalúa de acuerdo a su presencia en subparcelas.

La **frecuencia absoluta (Fa)**, de una especie determinada se expresa como porcentaje del número total de parcelas (100%) en las cuales ocurre.

$$Fa = \frac{\text{Numero de parcelas en que ocurre la especie}}{\text{Numero total de parcelas observadas}} \times 100$$

Donde:

FA: Frecuencia absoluta.

La **frecuencia relativa (Fr)**, es la relación porcentual entre la frecuencia de la especie y la suma de frecuencias de todas las especies y esto multiplicado por cien. Se calculará en base a la suma total de las frecuencias absolutas de una muestra que se considera igual a 100%.

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie}}{\text{Total Frecuencia absoluta}} \times 100$$

Donde:

Fr: Frecuencia relativa.

3.16.3 Área basal

Se obtuvo midiendo el diámetro o el perímetro a la altura del pecho (DAP a una altura de 1.3 m).

La fórmula empleada para el cálculo de área basal fue:

$$AB = \frac{\pi}{4} (Dap)^2$$

Dónde: AB = Área basal (m^2)

Dap = diámetro altura al pecho (1.30 m del suelo)

$\Pi = 3,1416$ constante

3.16.4 Dominancia

Trabajando en áreas arboladas esa dominancia está representada por el área basal, estimada en función del DAP.

Dominancia Absoluta (Da) El valor de área basal, expresado en metros cuadrados para cada especie será dominancia absoluta.

La Dominancia Absoluta (DA), para este caso será el valor de área basal expresado en metros cuadrados:

$$Da = AB = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2$$

Donde

D^2 = Diámetro al cuadrado

π = 3.141592654

La **dominancia relativa (Dr)**, es la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie con respecto al área basal total de la parcela.

$$Dr = \frac{\text{Dominancia Absoluta Especie}}{\text{Total Dominancia Absoluta}} \times 100$$

3.16.5 Índice de valor de importancia (IVI)

En base a la interpretación, se determinó los grupos de especies según el índice de valor de importancia, permitiendo de esta manera interpretar las especies que son típicas o representativas y aquellas que solo son acompañantes o poco importantes, este valor resultado de analizar la frecuencia, abundancia y dominancia (relativa) de cada especie.

Por esta razón, se ha sugerido la combinación de estos valores para obtener lo que se ha denominado índice de valor de importancia, se sumó la abundancia relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa.

se usó la fórmula siguiente:

$$IVI_i = DR + FR_i + DoR_i$$

Donde:

IVI_i = Índice del Valor de Importancia

DR_i = Densidad Relativa

FR_i = Frecuencia relativa

DoR = Dominancia Relativa

3.17 Índices para evaluar la vegetación

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos de vegetación. Los índices son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación.

El índice de valor de importancia es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes. Este valor será calculado para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa+ dominancia relativa+ frecuencia relativa. Citado por: (Paredes, 2014).

3.17.1.1 Índice de Shannon-Wiener

Se utilizó este índice por ser uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat.

Este índice se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum Pi * Ln * Pi$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener.

Pi = Es la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N

Obteniendo pi de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies; realizando la misma operación para cada una de las especies.

\ln = Logaritmo natural.

El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea con el logaritmo natural (Ln) o con el logaritmo con base 10 (Lg10), pero, al momento de interpretar y escribir los informes, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado. (BOLFOR, 2000).

Se usó la siguiente figura para organizar la información y calcular el índice de Shannon (Moreno, 2013).

Figura 10: referencia para el cálculo del índice de Shannon

Especie	Número Individuos	Pi = n/N	Ln.Pi	Pi * Lnpi
Especie	n			
Total especies	N			$-\sum Pi \cdot LnPi$

La sumatoria de la columna Pi*Ln pi es el resultado del índice. Para el cálculo final no olvidar el símbolo, así:

$$H' = (-) - \sum Pi \ln Pi$$

Se usó la siguiente interpretación:

Figura 11: valores para la interpretación del índice de Shannon y Wiener

Rangos	significado
0 - 1,35	Diversidad baja
1,36 - 3,5	diversidad media
mayor a 3,5	diversidad alta

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4 Resultados y Discusión

El Arbolado urbano en el distrito 13 del departamento de Tarija perteneciente a la provincia cercado, se encuentra conformado por 8 áreas verdes urbanas las cuales fueron inventariadas encontrando un total de 6 áreas verdes(plazas) y 2 jardineras centrales con cobertura arbórea, se consideró las áreas verdes de ocupación pública como plazas y jardineras centrales.

4.1 Composición del arbolado urbano dentro del distrito n° 13 de la ciudad de Tarija.

Se registró 35 especies, 21 familias; con árboles y palmeras, como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 1: especies identificadas dentro de las áreas verdes del distrito n° 13

Nro	nombre comun	Nombre Cientifico	Familia	N° de indiv. De todas las esp.	porcentaje %
1	Alamo negro	<i>Pepulus tremula</i>	Salicaceae	3	0%
2	Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	Fabaceae	2	0%
3	Brachichito	<i>Brachychiton populneum</i>	Malvaceae	8	1%
4	Carnaval	<i>Cassia Carnaval</i>	Fabaceae	1	0%
5	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	2	0%
6	Ceibo	<i>Erythrina sp.</i>	Fabaceae	7	1%
7	Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Fabaceae	4	1%
8	Churqui	<i>Acacia caven</i>	Fabaceae	9	1%
9	Crespon	<i>Lagerstroemia indica</i>	Lythraceae	7	1%
10	Eucalipto sp.	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	8	1%
11	Fresno americano	<i>Fraxinus americana</i>	Oleaceae	161	25%
12	Grevilla	<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	11	2%
13	Guaranguay	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	3	0%
14	Jarca	<i>Acacia Visco</i>	Bignoniaceae	1	0%
15	Lapacho	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	141	22%
16	Lecheron	<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	2	0%
17	Limonero	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	5	1%
20	Mora	<i>morus nigra</i>	Rosaceae	1	0%
21	Narciso	<i>Thevetia peruviana</i>	Amaryllidaceae	2	0%
22	Nispero	<i>Eriobotrya japónica</i>	Rosaceae	13	2%
23	Olivo	<i>Olea europaea</i>	Oleaceae	7	1%
24	Olmo	<i>Ulmus crassifolia</i>	Ulmaceae	45	7%
25	Palmera abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Arecaceae	30	5%
26	Palmera canaria	<i>Phoenix canariensis</i>	Arecaceae	4	1%
27	Palta	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	1	0%
28	Paraiso	<i>Melia azederach</i>	Meliaceae	27	4%
29	Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Caesalpiniaceae	1	0%
30	Pino vela	<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	4	1%
31	Sauce lloron	<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	4	1%
32	Siempre verde	<i>Ligustrum lucidum</i>	Oleaceae	68	10%
33	Sina sina	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae	1	0%
34	Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	18	3%
35	Timboy	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	4	1%
TOTAL				649	100%

Fuente: elaboración propia (2022).

4.2 Diversidad florística

En el área de estudio, se identificó 649 individuos, distribuidos en 21 familias, 35 especies. Las familias con mayor número de especies fue la Fabaceae con 7 especies, seguida de la Bignoniaceae con 4 especies, Oleaceae con 3 especies, Salicaceae con 2 especies, Arecaceae con 2 especies que son las palmeras y las demás con una sola especie. En cuanto a las especies nativas solo se identificó 9 especies con 73 árboles entre las que están el molle con 31 especies, guaranguay 1, jarca, tarco 18, algarrobo 2, carnaval 1, chañar 4, churqui 9, sauce llorón 4. Mientras que introducidas se identificó 576 especies de las 649 en total, como se observa en la siguiente tabla:

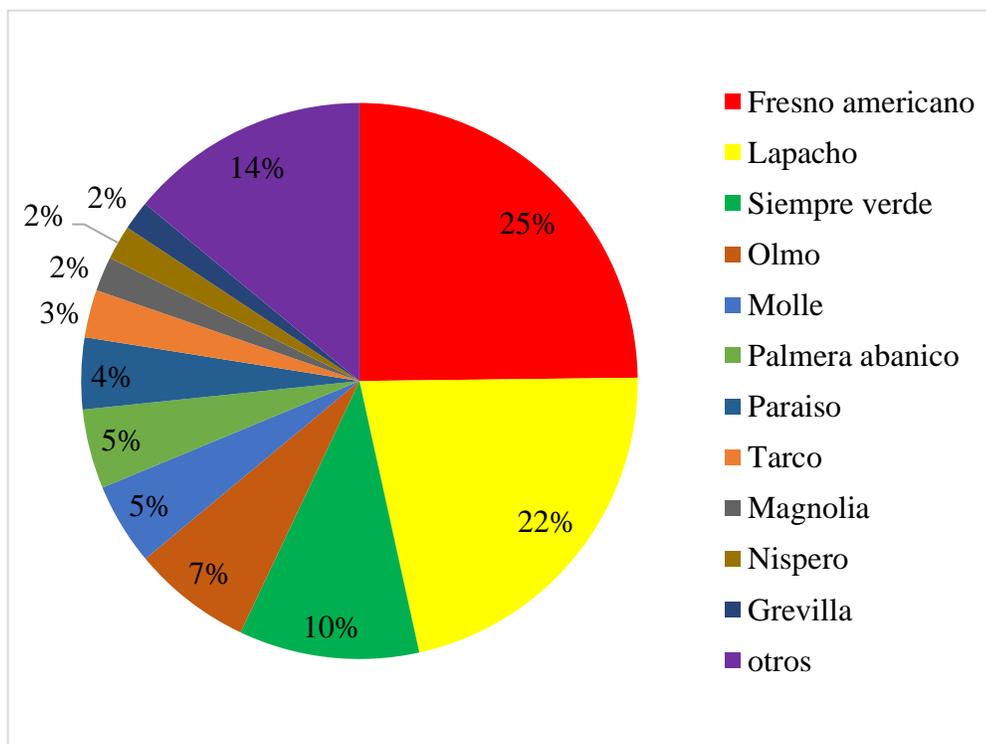
Tabla 2: Diversidad de especies dentro del distrito 13

Familia	nombre comun	N° total
Amaryllidaceae	Narciso	2
Anacardiaceae	Molle	31
Apocynaceae	Lecheron	2
Arecaceae	Palmera abanico	30
	Palmera canaria	4
Bignoniaceae	Guaranguay	3
	Jarca	1
	Lapacho	141
	Tarco	18
Caesalpiniaceae	Pata de vaca	1
Casuarinaceae	Casuarina	2
Cupressaceae	Pino vela	4
Fabaceae	Algarrobo	2
	Carnaval	1
	Ceibo	7
	Chañar	4
	Churqui	9
	Sina sina	1
Timboy	4	
Lauraceae	Palta	1
Lythraceae	Crespon	7
Magnoliaceae	Magnolia	13
Malvaceae	Brachichito	8
Meliaceae	Paraiso	27
Myrtaceae	Eucalipto sp.	8
Oleaceae	Fresno americano	161
	Olivo	7
	Siempre verde	68
Proteaceae	Grevilla	11
Rosaceae	Mora	1
	Nispero	13
Rutaceae	Limonero	5
Salicaceae	Alamo negro	3
	Sauce lloron	4
Ulmaceae	Olmo	45
Total general		649

Fuente: elaboración propia (2022).

4.3 Porcentaje de especies arbóreas

Ilustración 1: Porcentaje total de especies arbóreas



Fuente: elaboración propia (2022).

Las especies más utilizadas en estas áreas verdes del distrito 13 por parte de ornato público es el fresno americano con un 25%, seguido del lapacho con un 22%, olmo 7%. se pudo verificar que un 14%, de las especies corresponde con menos de 5 % entre ellas especies nativas como ser; jarca, carnaval, guaranguay, algarrobo, y el churqui con en 1%.

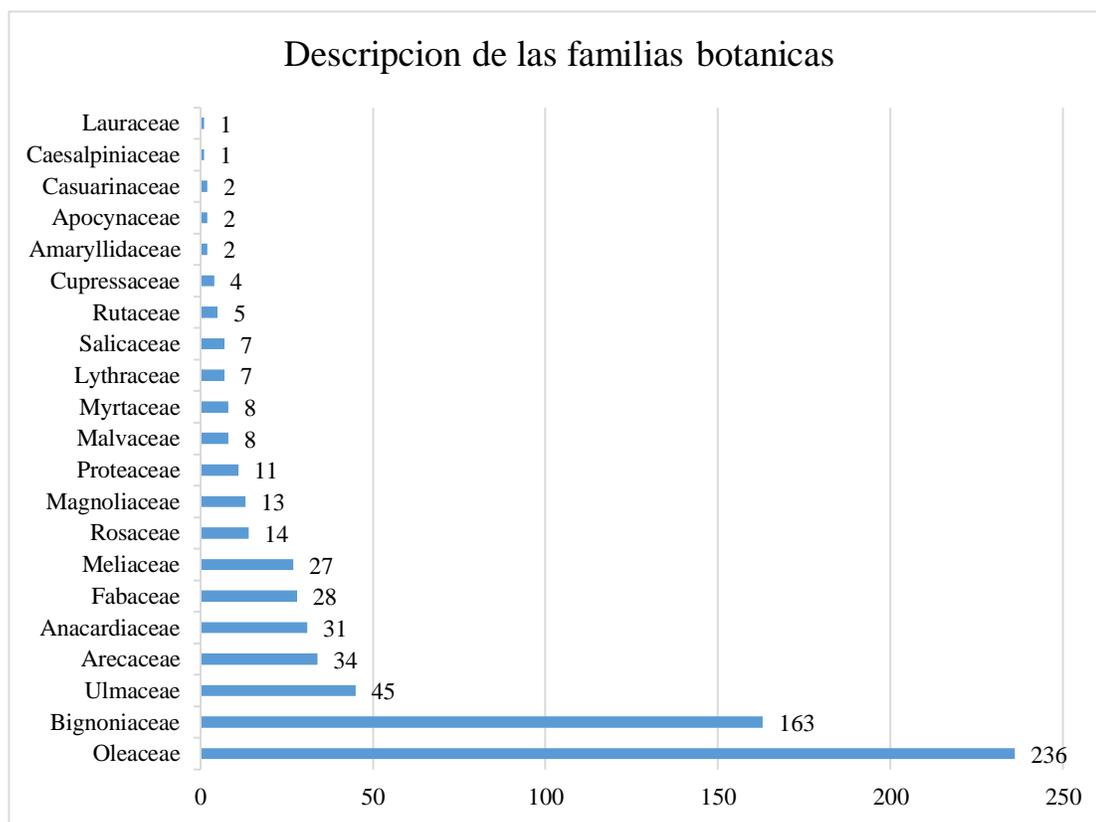
Dentro de las áreas verdes urbanas del distrito 13 se identificó las especies que conforman el arbolado urbano con un total de 649 individuos, que se encuentran distribuidos 387 individuos en 6 plazas y 263 en 2 jardineras centrales además como formas de vida se registró 615 son árboles, y 34 palmeras.

4.4 Descripción de las familias botánicas identificadas dentro del arbolado urbano

En la ilustración 2: se destaca la familia Oleaceae como la más representativa con 236 Individuos; a diferencia de la familia Bignoniaceae con 163, estas familias son las más abundantes en las áreas verdes del distrito, es importante tomar en cuenta a la familia Arecaceae con 34 individuos que corresponde a palmeras, las familias que reportan menos de 14 individuos, y allí se encuentran 14 familias, siendo

Salicaceae, rutaceae, rosaceae, proteaceae, myrtaceae, malvaceae, magonoliaceae, lythraceae, lauraceae, cupressaceae, casuarinaceae, caesalpinaceae, apocynaceae, amaryllidaceae.

Ilustración 2: n° de individuos por familia



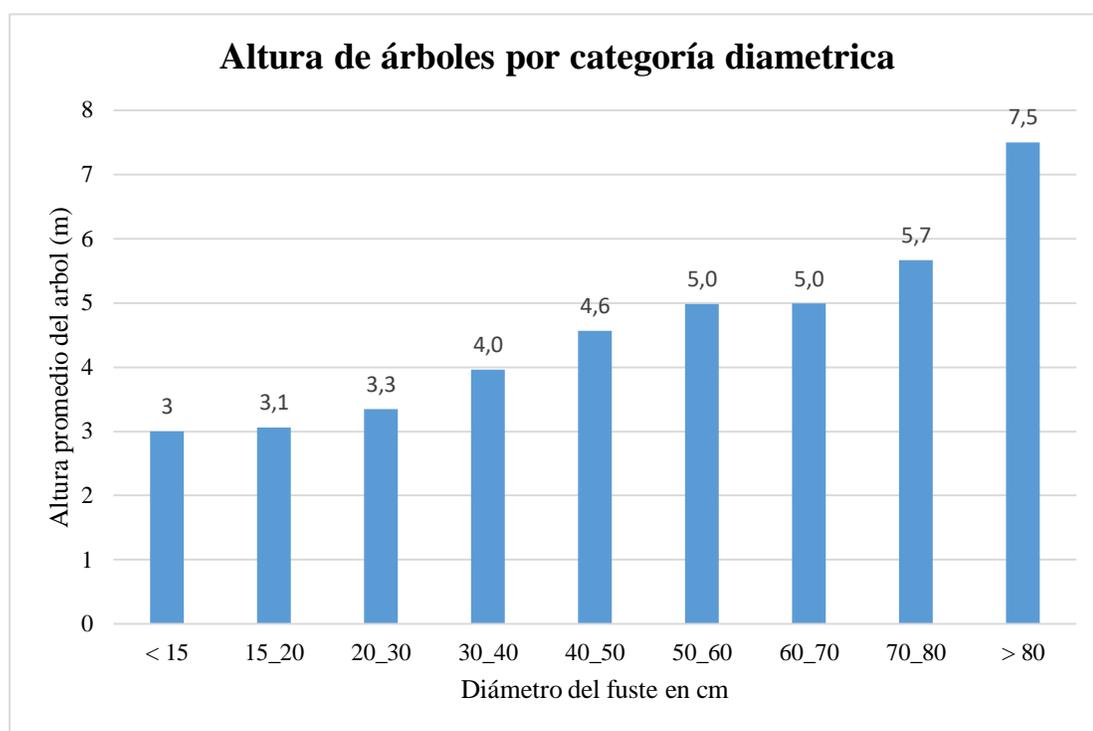
fuentes: elaboración propia (2022).

4.5 Estructura Diamétrica

En el distrito 13 de la ciudad de Tarija se pudo considerar la altura de los árboles se desde la base del árbol hasta el último brote principal.

La clase diamétrica >80 presenta la mayor altura con un promedio de 7,5 m, la altura es directamente proporcional a la altura del árbol a mayor diámetro mayor altura. En relación a las demás alturas están por debajo de los 7,5 metros siendo el mínimo de 3 m en la clase diamétrica <15.

Ilustración 3: altura de árboles de todas las especies



Fuente: elaboración propia (2022).

4.6 Otras variables

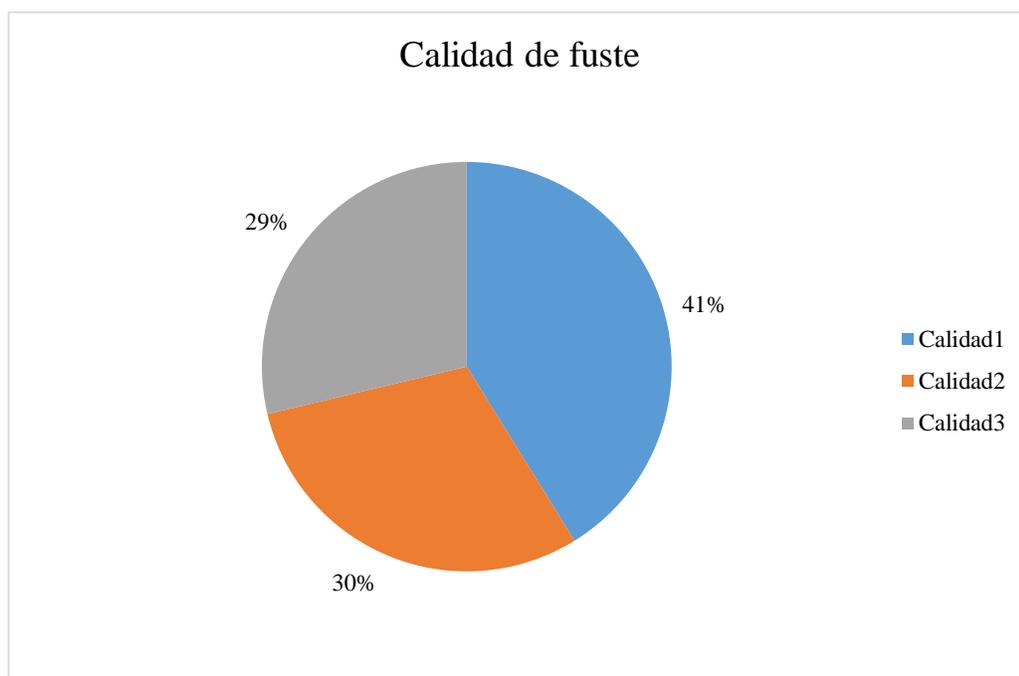
4.6.1 Calidad de fuste

Tabla 3: calidad de fuste

Se consideró tres calidades la cuales fueron:

- ✓ Calidad1: (bueno), sano y recto sin ningún signo visible de defectos
- ✓ Calidad 2: (regular), con señales de ataque de hongos, pudrición, heridas, curvaturas, crecimiento en espiral y otras deformaciones.
- ✓ Calidad 3: (malo), curvado y efectos graves en su estructura, posiblemente útil para leña.

Ilustración 4: Calidad de fuste expresada en porcentaje



Fuente: elaboración propia (2022).

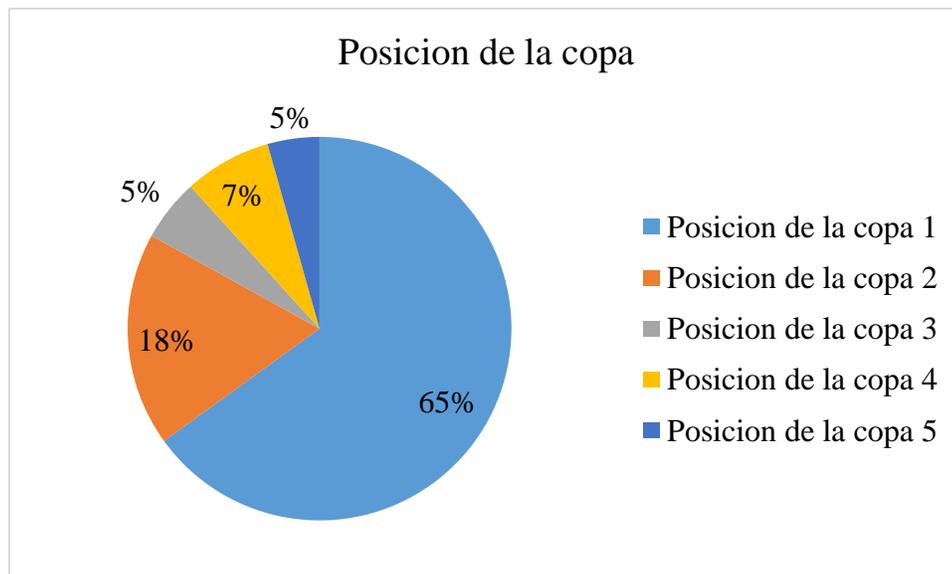
Con respecto a la calidad de fuste los resultados arrojados en porcentaje indica que el 41% es de buena calidad, un 30% regular y un 29 % de mala calidad.

4.6.2 Posición de la Copa

Los cuales fueron 5:

- Posición de copa 1: emergente
- Posición de copa 2: luz total de arriba
- Posición de copa 3: algo de luz arriba
- Posición de copa 4: algo de luz lateral
- Posición de copa 5: sin luz directa.

Ilustración 5: Posición de la copa expresado en porcentaje



Fuente: elaboración propia (2022).

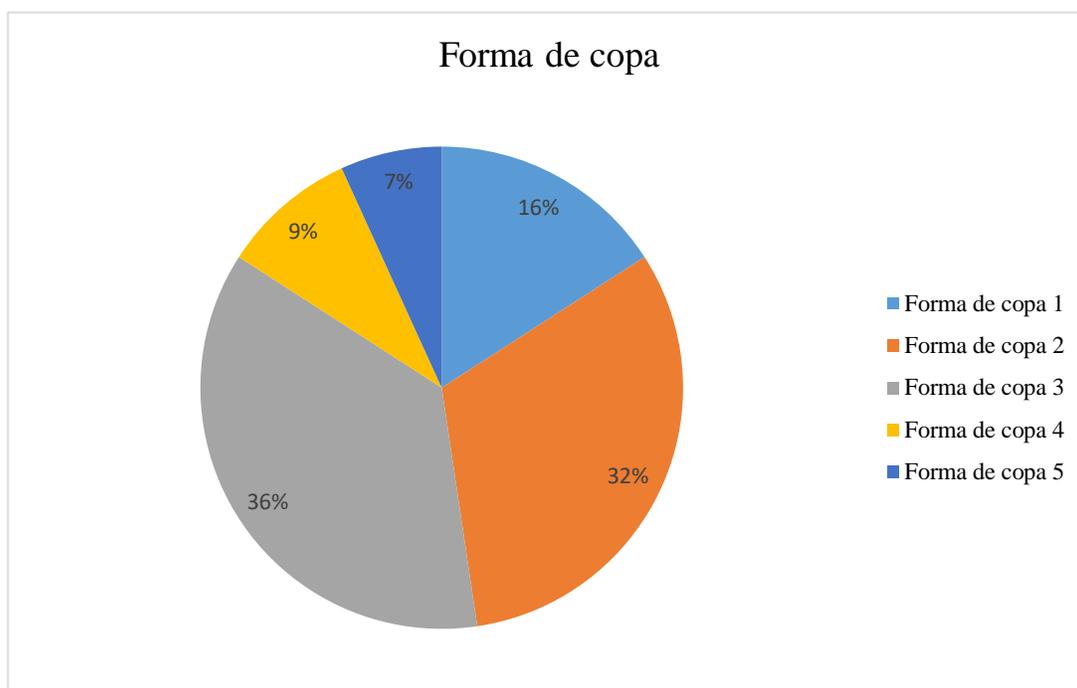
De acuerdo a los cálculos realizados para la posición de la copa 1; indica que el 65% es emergente, para la posición de copa 2; un 18% luz total de arriba, para la posición de copa 3; un 5% algo de luz de arriba, para la posición de copa 4; un 7% algo de luz lateral, y para la posición de copa 5; sin luz directa 5%.

4.6.3 Forma de la Copa

Se clasifico en 5 las cuales fueron:

- ❖ Forma de copa 1: perfecta
- ❖ Forma de copa 2: buena
- ❖ Forma de copa 3: tolerable
- ❖ Forma de copa 4: mala
- ❖ Forma de copa 5: muy mala o sin copa

Ilustración 6: Forma de la copa expresado en porcentaje



Fuente: elaboración propia (2022).

De acuerdo a la gráfica, forma de copa 1; con el 16% tiene la forma de la copa perfecta, para la forma de copa 2; un 32% buena, para la forma de copa 3; el 36% es tolerable, para la forma de copa 4; 9% tiene una copa mala. Y un 7% tiene muy mala o sin copa.

4.6.4 Sanidad

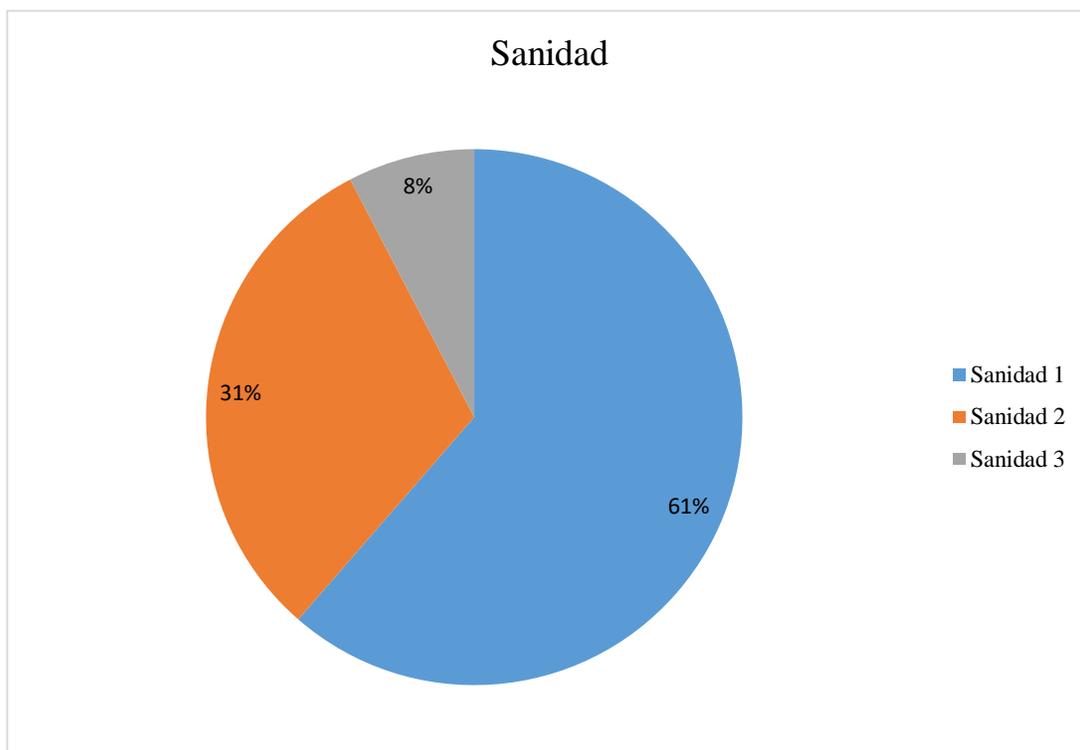
Se la clasifico en 3 estados de sanidad los cuales fueron:

Sanidad 1: buena

Sanidad 2: regular

Sanidad 3: mala

Ilustración 7: Sanidad de las especies arbóreas expresado en porcentaje



Fuente: elaboración propia (2022).

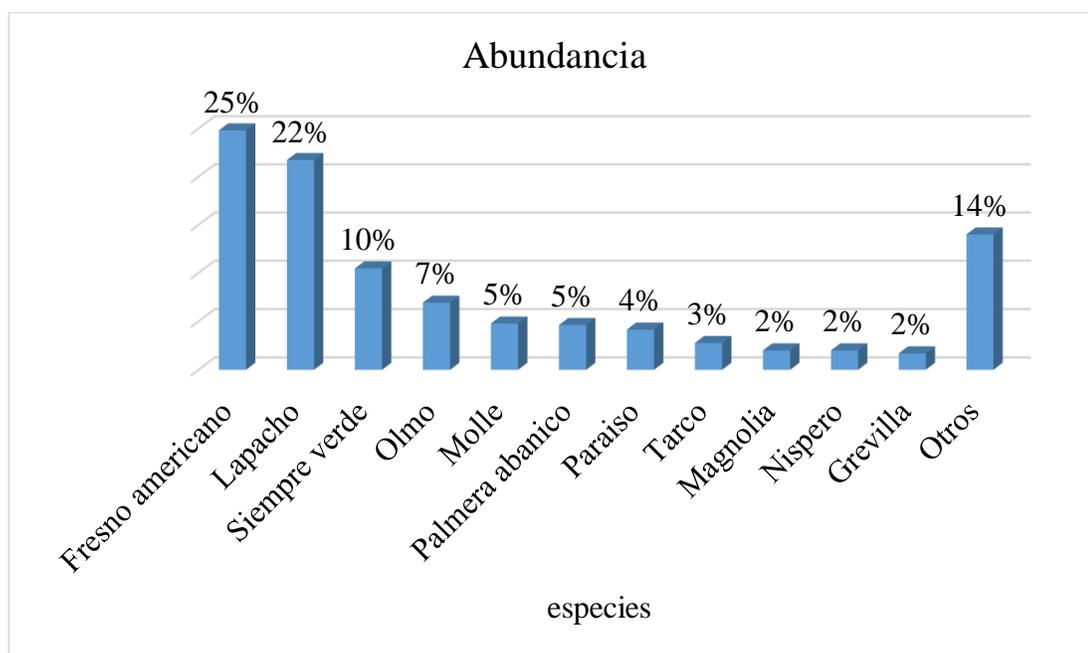
Respecto a la sanidad en general se obtuvo: sanidad 1 con el 61% es de sanidad buena, mientras que para sanidad 2; 31% es regular, y para sanidad 3; un 8% de mala calidad. Se ven árboles de buena calidad ya que en su mayoría son árboles jóvenes recientemente plantados no son de gran porte a excepción de algunas áreas donde son más antiguas y se vio que en esas áreas hay mayor cantidad de árboles con deficiencias que necesitan ser manejados adecuadamente.

4.7 Estructura Horizontal

4.7.1 Abundancia

La abundancia de especies vegetales se encuentra descrita en el siguiente gráfico, donde del total de especies que se hallan en las áreas verdes del distrito 13 de la ciudad de Tarija, las más abundantes son Fresno americano con el 25%, Lapacho 22%, Siempre verde 10%, olmo 7%, molle y palmeras 5%, paraíso 4%, tarco 3%, con el 2% las especies: magnolia, níspero y grevilla, mientras q el 14% se encuentran por debajo de 1%. Se observa elevado número de ejemplares pequeños que fueron recientemente plantados.

Ilustración 8: Abundancia de especies

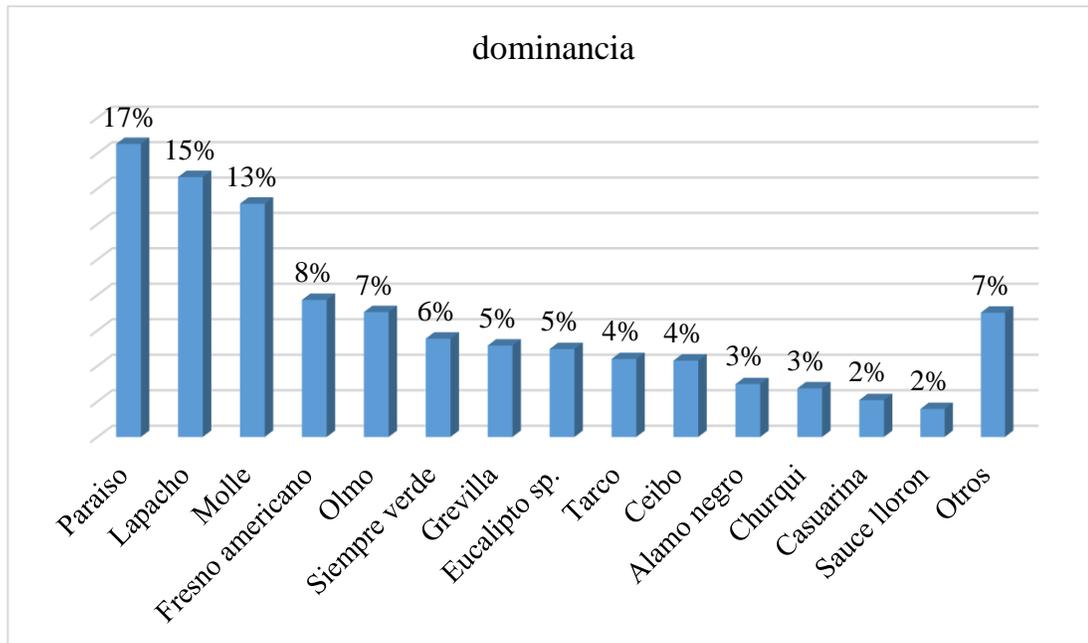


Fuente: elaboración propia (2022).

4.7.2 Dominancia

Las especies más dominantes son: paraíso con el 17%, lapacho 15%, molle 13%, fresno americano 8%, olmo 7%, siempre verde 6%, grevilla y eucalipto con el 5%, tarco y ceibo 4%, alamo negro y churqui 3%, casuarina y sauce llorón 2%, y el 7% restante de las especies con menos de 1%.

Ilustración 9: Dominancia de especies

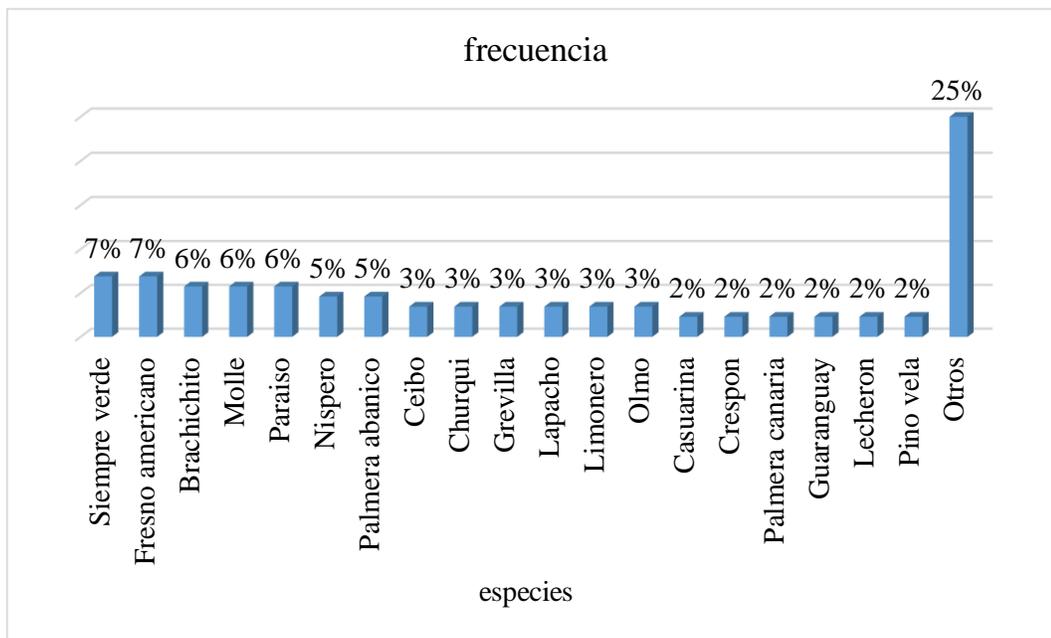


Fuente: elaboración propia (2022).

4.7.3 Frecuencia

Las especies más frecuentes en el estudio efectuado en las áreas verdes del distrito 13, son: siempre verde y fresno americano con el 7%, brachichito, molle y paraíso 6%, níspero y palmera abanico 5%. Ceibo, churqui, grevilla, lapacho, limonero y olmo con el 3%, casuarina, crespon, guaranguay, pino vela, palmera canaria con el 2%, mientras que el 25 % están por debajo de 1%.

Ilustración 10: Frecuencia de especies



fuentes: elaboración propia (2022).

4.8 Índice de valor de importancia de las especies (IVI)

El Índice de valor de importancia (IVI) reconoce el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal y permite comparar entre sí cual es la especie que tiene una mayor relevancia. Las especies con mayor peso ecológico en el presente estudio fueron Fresno americano y Lapacho con 13 %, el Paraíso con 9%, Molle, siempre verde 8%, olmo con el 6%, tarco 4%, grevilla, palmera, ceibo, brachichito, churqui 3%, eucalipto, níspero, sauce llorón, timboy, casuarina y álamo negro con el 2%, mientras los restantes de las especies se encuentran por debajo del 1%. se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 4: (IVI) Índice de valor de importancia en porcentaje(%)

N°	ESPECIE	IVI(100%)
1	Lapacho	13%
2	Fresno americano	13%
3	Paraiso	9%
4	Molle	8%
5	Siempre verde	8%
6	Olmo	6%
7	Tarco	4%
8	Grevilla	3%
9	Palmera abanico	3%
10	Ceibo	3%
11	Brachichito	3%
12	Churqui	3%
13	Eucalipto sp.	2%
14	Nispero	2%
15	Sauce lloron	2%
16	Timboy	2%
17	Casuarina	2%
18	Alamo negro	2%
19	Limonero	1%
20	Crespon	1%
21	Magnolia	1%
22	Pino vela	1%
23	Palmera canaria	1%
24	Guaranguay	1%
25	Olivo	1%
26	Chañar	1%
27	Lecheron	1%
28	Algarrobo	1%
29	Carnaval	1%
30	Jarca	1%
31	Mora	1%
32	Narciso	0%
33	Sina sina	0%
34	Pata de vaca	0%
35	Palta	0%
	Σ	100%

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9 Índice de Shannon- Wheise

El cálculo de los índices de diversidad en base a análisis cualitativos indica la forma en que está estructurada las áreas verdes del distrito 13 de la ciudad de Tarija. En la tabla siguiente se encuentran los índices de diversidad de Shannon y Wheise.

Tabla 5: Índice de Shannon y Wheise

Especies	Nro de Indiv (N)	Pi	Pi*LnPi
Alamo negro	3	0,0046225	-0,02
Algarrobo	2	0,00308166	-0,02
Brachichito	8	0,01232666	-0,05
Carnaval	1	0,00154083	-0,01
Casuarina	2	0,00308166	-0,02
Ceibo	7	0,01078582	-0,05
Chañar	4	0,00616333	-0,03
Churqui	9	0,01386749	-0,06
Crespon	7	0,01078582	-0,05
Eucalipto sp.	8	0,01232666	-0,05
Fresno americano	161	0,24807396	-0,35
Grevilla	11	0,01694915	-0,07
Guaranguay	3	0,0046225	-0,02
Jarca	1	0,00154083	-0,01
Lapacho	141	0,21725732	-0,33
Lecheron	2	0,00308166	-0,02
Limonero	5	0,00770416	-0,04
Magnolia	13	0,02003082	-0,08
Molle	31	0,04776579	-0,15
Mora	1	0,00154083	-0,01
Narciso	2	0,00308166	-0,02
Nispero	13	0,02003082	-0,08
Olivo	7	0,01078582	-0,05
Olmo	45	0,06933744	-0,19
Palmera abanico	30	0,04622496	-0,14
Palmera canaria	4	0,00616333	-0,03
Palta	1	0,00154083	-0,01
Paraiso	27	0,04160247	-0,13
Pata de vaca	1	0,00154083	-0,01
Pino vela	4	0,00616333	-0,03
Sauce lloron	4	0,00616333	-0,03
Siempre verde	68	0,10477658	-0,24
Sina sina	1	0,00154083	-0,01
Tarco	18	0,02773498	-0,10
Timboy	4	0,00616333	-0,03
Total general	649	1	-2,53
			-1,00
			2,53

Fuente: elaboración propia (2022).

Los valores del índice de Shannon por encima de 3,5 se interpretan como lugares de Diversidad Alta, los valores de entre 1,36 a 3,5 de diversidad media, y los valores entre 0 a 1,35 tienen una diversidad baja tal como se indica en la Tabla siguiente. En este caso, el valor obtenido es de 2,53 por lo tanto, se consideran como sectores de diversidad media, ya que se encuentra entre 1,36 a 3,5. Se puede observar en la tabla siguiente. En esos sitios domina la especie fresno americano, lapacho y siempre verde.

Tabla 6: Rango de valores para la interpretación del índice de Shannon y Wheise

Rangos	significado
0 - 1,35	Diversidad baja
1,36 - 3,5	diversidad media
mayor a 3,5	diversidad alta

Fuente: elaboración propia (2022).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5 Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones a las cuales se llegó con los diferentes análisis e interpretaciones de los resultados obtenidos son los que a continuación se detalla.

Las áreas verdes del distrito 13 de la ciudad de Tarija directamente manejadas por Ornato público están integradas por pocas especies nativas en comparación con la cantidad de especies introducidas, donde la familia Oleaceae fue predominante con 236 individuos del total de 649, se destacan las especies, fresno americano y siempre verde, en segundo lugar la familia Bignonaceae con 163 individuos con el predominio de Lapacho siendo especie nativa, mientras que las familias Ulmaceae 45 individuos, Arecaceae 34 individuos, Fabaceae 28 individuos, Anacardiaceae 31 individuos, Meliaceae 27 individuos.

Las especies más dominantes en el distrito 13 son: el paraíso con el 17%, lapacho 15%, molle 13%, fresno americano 8%, olmo 7%, siempre verde 6%, grevilla y eucalipto con el 5%, tarco y ceibo 4%, álamo negro y churqui 3%, casuarina y sauce llorón 2%, por presentar un mayor valor ecológico en toda la estructura horizontal. Mientras que las especies de menor valor ecológico el 14% de las especies se encuentran por debajo del 1%.

Dentro de la clase diamétrica >80 presenta la mayor altura con un promedio de 7,5 m, la altura es directamente proporcional a la altura del árbol a mayor diámetro mayor altura. En relación a los demás porcentajes de alturas están por debajo de los 7,5 metros siendo el mínimo de 3 m en la clase diamétrica <15. Esto indica que mayormente son especies nuevas recientemente plantadas.

Un parámetro muy importante es la posición de la copa que es la cantidad de luz que reciben las copas de un árbol, del total de 649 especies un 65% corresponde a la categoría 1 (emergente). Y un 4% que no tiene luz directa. De acuerdo a esta característica podemos decir que estos tipos de bosques urbano son ralos ya que la mayoría de los individuos reciben luz directa en sus copas ya que estas no se topan entre sí.

Por su forma de copa, tenemos con 36% en la categoría 3 (tolerable) la mayor cantidad de individuos siendo de mayor representación el fresno americano y el lapacho, seguidamente tenemos la categoría 2 con el 32% (buena) siendo el fresno americano y el lapacho los de mayor presencia.

En la calidad del fuste tenemos la mayor presencia de individuos en la categoría 1 con 41% (buena), luego se encuentra la categoría 2 (regular) con 30% (curvaturas, heridas, señales de ataques de hongos), por lo que concluimos que existen individuos de buena calidad muy poca esta entre buena y regular, ya que en la categoría 3 (mala) hay un 29%.

Mientras que, en el estado de sanidad, tenemos en la categoría 1 (buena) con el 61% de buena calidad, con calidad 2(regular) el 31%, y con la calidad 3(mala) un 8%, que hace referencia a la especie de olivo que tenía presencia de cochinillas blancas, y negras y en general presentaban hojas amarillas, secas, en un área de avenida presentaban destrucción mecánica por animales de pastoreo.

Mientras que para el valor arrojado del cálculo del índice de Shannon y Wheise es de 2,53 lo que indica que la diversidad de especies dentro del distrito 13 de la provincia cercado es de diversidad media.

5.1 Recomendaciones

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, nos permitimos hacer las siguientes recomendaciones:

Se recomienda hacer seguimiento a las áreas censadas para tener más información sobre la dinámica de los árboles urbanos, y con esto poder realizar un mejor manejo forestal.

También recomendamos que, para futuros trabajos, en lo posible se realice en diferente época del año; el presente estudio se realizó en verano - invierno cuando los árboles no tenían completamente las copas, es así que se recomienda realizar futuros trabajos en época de primavera (lluvias) cuando las copas de los arboles estén bien definidas así para tener datos más precisos.

Es necesario poder realizar estudios sobre los árboles repuestos nuevos ya que no se les hace seguimiento a muchos y se mueren o tienen ataques de animales.

Se recomienda realizar el plaqueteado de cada árbol en cada área verde para su mejor control una vez identificados para tener el control y volver a hacer la caracterización en los siguientes años.