

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Gremio Ecológico:

Según Aguirre N. (2016), los gremios de especies se entienden como “grupos de especies que utilizan uno o varios recursos del medio de la misma manera”

Los gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento.

Una de las clasificaciones más utilizadas en la actualidad es la planteada por Gallegos A. (2008), que contempla los siguientes gremios ecológicos:

- **Heliófitas efímeras:** especies intolerantes a la sombra, de reproducción masiva y precoz; el crecimiento es rápido en buenas condiciones de luz y tienen una vida corta, aptas para la colonización de espacios abiertos; las semillas mantienen su viabilidad por largo tiempo y a menudo se encuentran en los bancos de semillas, tanto en bosques primarios como áreas cultivadas. En bosque primarios intervenidos o no intervenidos, estas especies generalmente tienen poca presencia y una distribución diamétrica del número de árboles por hectárea en forma de campana, con los individuos concentrados en una a tres clases diamétricas.
- **Heliófitas durables:** especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga. Las semillas mantienen la viabilidad por menos tiempo que las heliófitas efímeras. Además de colonizar espacios abiertos, pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque, aunque requieren niveles altos de luz para poder establecerse y sobrevivir. La mayoría de las especies comerciales “tradicionales” (de alto valor y muchas de las comerciales actuales pertenecen a este grupo ecológico. Muchas veces muestran una distribución diamétrica errática o en cohortes, porque la regeneración depende de los disturbios fuertes y entonces no ocurre todo el tiempo, sino a intervalos regulares.

- **Esciófitas:** especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento más lento que las Heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga de los individuos. Las semillas y plántulas de las esciófitas generalmente son de tamaño mediano a grande. Gallegos A. & González G. (2008).

1.2. 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. Cano A. & Stevenson P. (2009).

1.3. Estrato arbóreo:

Está constituido por los árboles. Son vegetales de gran alzada y con un tronco leñoso. La altura de este estrato depende del tipo de árbol. San José M. (2011).

1.4. Estrato arbustivo:

Es el formado por los arbustos. Estos se diferencian de los árboles en que no presentan un tronco principal, sino dos o más troncos leñosos. En este estrato también se encuentran incluidas las plantas trepadoras o lianas. San José M. (2011).

1.5. Estructura horizontal de la vegetación:

Según Valerio J. & Salas C. (1998) Se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles. Este arreglo no es aleatorio, pero sigue modelos complejos que lo hacen ver como tal. En los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de individuos por clase de diámetro. Algunas especies presentan una distribución de jota invertida. Otras no parecen presentar una tendencia identificable en su distribución debido a sus propias características.

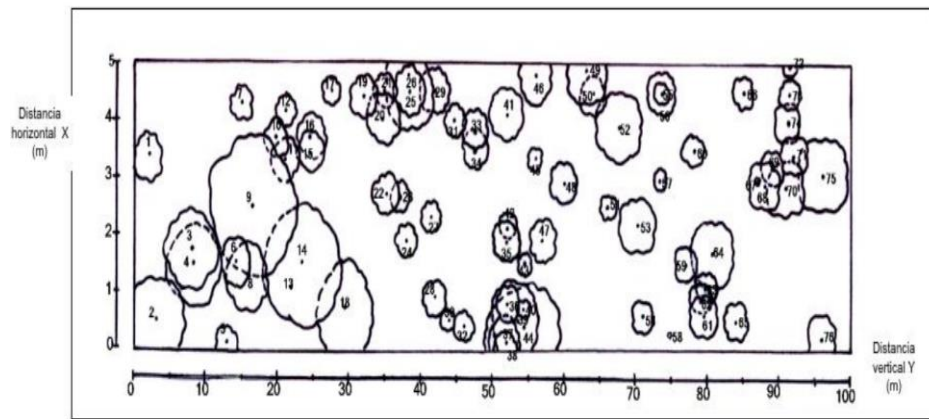


Figura N° 1: Estructura Horizontal de la Vegetación

Fuente: Aguirre N. (2016).

1.6. Estructura Vertical o Dimensional:

La estructura vertical está determinada por la distribución de los organismos a lo alto del perfil del bosque. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microclimáticas, presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el microclima permiten que especies de diferentes temperamentos se ubiquen en los niveles que satisfagan sus demandas. (Valerio J. & Salas C. 1998).

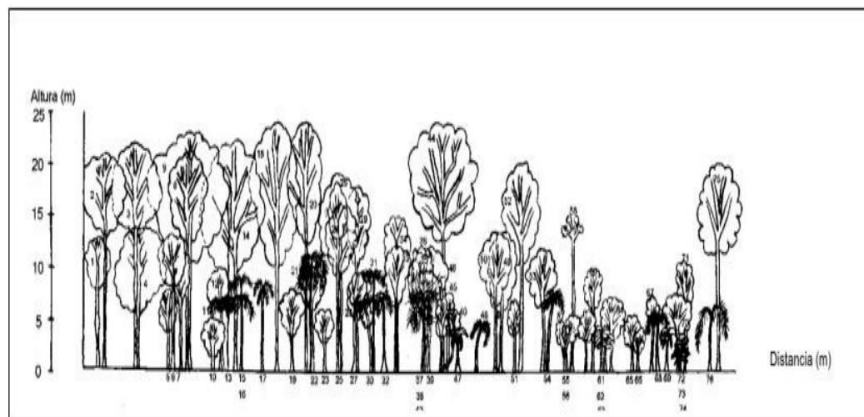


Figura N° 2: Estructura Vertical o Dimensional

Fuente: Aguirre N. (2016).

1.7. Dinamismo de la vegetación:

La dinámica de la vegetación es uno de los indicadores más importantes para revelar la existencia de un proceso de desertificación en ambientes semiáridos. La resistencia de la vegetación a prolongados periodos de sequía, así como la eficiencia en el uso del agua y las características del suelo influyen en dicho fenómeno. (Younis M, Gilabert M. & Meliá J. 1999).

- Palacios (1997) citado por Aguirre N. (2016), indica que el dinamismo del bosque se expresa a través de los cambios derivados de la mortalidad y el reclutamiento de individuos a través de los años.
- La dinámica de los bosques está dada por la regeneración natural, crecimiento y mortalidad (Sisalima, 2000, citado por Aguirre N. 2016).

1.8. Abundancia de especies:

Lamprecht, 1990, citado por Alvis J. 2009 indica que la abundancia de especies hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

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 (Lamprecht 1962, Finol 1976, Freitas 1986 cit, por Romero D. 2020).

Valerio J. & Salas C. (1998). 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.

1.9. Dominancia de especies:

Lamprecht 1990, cit, por Romero D. 2020 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 10 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.

Lamprecht (1962) cit. por Hidalgo (1982), anteriormente ya había fundamentado esta hipótesis, al mencionar que el bosque es dinámico y no requiere intervenciones específicas para mantener la estructura existente, garantizando la existencia y sobrevivencia; por el contrario, cuando ocurre una estructura diamétrica irregular, las especies tenderán a desaparecer con el tiempo; ésta situación ha sido descrita por varios autores, entre ellos Bruning (1968), Lamprecht (1964), Richards (1966) y Whitmore (1975).

1.10. Frecuencia de especies:

Según Romero D. (2020) La frecuencia expresa la presencia o ausencia de una especie en áreas de igual tamaño dentro de una comunidad (Lamprecht 1962, Forster 1973 y Finol 1974 cit. por Hidalgo 1982). Este parámetro resulta ser un indicador de la diversidad o de la complejidad florística de la asociación dentro de la comunidad forestal.

Para Lamprecht 1990, cit, por Romero D. 2020, de acuerdo a las frecuencias absolutas, se acostumbra a reunir las especies en cinco (5) clases siguientes: I = 1- 20 %; II = 21- 40 %; III= 41- 60 %; IV= 61-80 %; V= 81-100 %. Además, la relación de frecuencia se puede representar gráficamente en un diagrama, determinando una idea aproximada de la homogeneidad del bosque. Diagramas con valores altos en las clases de frecuencia de IV-V indican la existencia de una composición florística

homogénea. Altos valores en las clases I-II representan una heterogeneidad florística establecida, debe observarse que los valores de frecuencia también dependen del tamaño de las subparcelas; cuanto más grandes sean éstas, mayor cantidad de 12 especies tendrán acceso a las clases altas de frecuencia. Por lo tanto, solo son comparables los diagramas de frecuencia obtenidos a partir de parcelas de muestreo con igual tamaño de subparcelas.

Según Valerio J. Salas C. (1998), define la frecuencia como la proporción de unidades de registro en las que se observa determinado atributo, en este caso la presencia de un árbol de interés comercial, respecto del total de unidades de registro evaluadas, generalmente se expresa como un porcentaje. Cuando se evalúan diferentes atributos simultáneamente, cada especie presente, por ejemplo, se puede determinar una frecuencia absoluta y otra relativa al relacionar la frecuencia de cada atributo respecto a la frecuencia del total de ellos, en el caso del muestreo silvicultural se trabaja con un solo atributo, especie comercial, por lo que no tiene sentido determinar frecuencias relativas. No importa si en algunas de las unidades de registro se observó más de un individuo de estas especies, se supone que el área de la unidad de registro es adecuada para que crezca efectivamente uno de los individuos, por esto a la frecuencia se le conoce como abundancia efectiva. Este concepto no implica que los demás individuos deban eliminarse, sino que para efectos de distribución y competencia uno de ellos es el efectivo.

Se determina la frecuencia de las especies comerciales para tener una idea más realista del potencial de producción para el futuro; se puede distribuir por categoría de diámetro, lo que permite tener una idea de la magnitud y del tiempo requerido para obtener una cosecha futura. La estimación del tiempo depende del conocimiento que se tenga de las tasas de crecimiento de los árboles. Para determinar la frecuencia se cuentan las unidades de registro ocupadas por al menos un árbol de una especie comercial y se divide entre el total de las unidades de registro. Para hacer la distribución diamétrica se agrupan las parcelas ocupadas de acuerdo a la categoría

correspondiente del individuo de mayor dimensión y se procede a determinar las proporciones respectivas.

1.11. Área basal:

Según Valerio J. & Salas C. (1998), el área basal, expresada por hectárea, es el parámetro identificado como G (m^2/ha) y corresponde a la suma de las áreas basimétricas ($d^2 \cdot p/4$) de los árboles en esa superficie. Se puede determinar el área basal por grupo de especies y su distribución por categorías de diámetro. Este parámetro es útil, pues da una idea de la magnitud del ecosistema y de su capacidad de carga, ya que contempla el número y tamaño de los árboles. Además, es un buen indicador de la capacidad de carga y de la ocupación del bosque. Aunque por definición corresponde a la suma de áreas basimétricas, para el análisis del área basal de la abundancia se tiene una estimación aceptable calculando el área basimétrica a partir del diámetro medio de la clase y multiplicándose por el número de individuos de la clase.

1.12. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.):

Según Campo A. & Duval V. (2013), el Índice de Valor de Importancia, define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

1.13. Muestreo:

Según Tamayo G. (2001), es un procedimiento para conocer algunas características de la población con base en una muestra extraída de ella. El objetivo de un diseño de muestreo es proporcionar indicaciones para la selección de una muestra que sea representativa de la población.

a. Opinático. Sitios que se consideran representativos. Es subjetivo. Requiere un amplio conocimiento del área. Perjudica el análisis estadístico.

b. Sistemático. Se aplica un patrón regular en toda la zona de estudio. El punto de arranque se ubica de manera aleatoria. Permite detectar variaciones espaciales de la vegetación.

c. Aleatorio. Ubicación al azar. Cualquier sitio tiene la misma probabilidad de ser muestreado. Permite estimar un error de muestreo, pero algunos sitios pueden ser muy inaccesibles.

d. Estratificado. Se subdivide la zona en “estratos” (áreas) homogéneas y luego se aplica un muestreo aleatorio o sistemático.

1.14. Parcelas permanentes de muestreo (PPM):

Según Gómez C. (2010), las PPM son una herramienta para el manejo e investigación de la dinámica de los bosques naturales (en su estado natural y bajo intervención). Los datos que se obtiene de la instalación de las PPM, como crecimiento y producción, tiene implicaciones directas para el manejo forestal y así tomar decisiones en el corto, mediano y largo plazo, para invertir en dicha actividad. La información que se obtiene por lo general es usada para construir, mejorar o actualizar los cálculos, en cuanto a la dinámica del bosque en su estado natural e intervenido para mejorar su estructura. Dado el alto costo asociado a su establecimiento y posterior medición, las PPM regularmente se establecen de un área promedio de un cuarto de hectárea ($2,500 \text{ m}^2$ o sea de $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$). Según la metodología desarrollada por CATIE y su Red de ppm este es un tamaño que permite evaluar los cambios en la dinámica del bosque a lo largo del tiempo.

Las PPM son de forma cuadrada y se dividen en subparcelas. Con un tamaño de ppm de $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, se obtiene 25 subparcelas de $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$, con un área de 100 m^2 cada una, las cuales se enumeran correlativamente de 1 a 25. En todas las subparcelas se registran todos los árboles a partir de 10 cm dap (diámetro a 1.30 m de altura). La regeneración natural iniciando con los brinzales, se miden a partir de 30 cm altura, hasta 4.99 cm DAP. Los latizales por su parte se miden en el rango desde 5 cm dap hasta a 9.99 cm , en las subparcelas 1, 5, 13, 21 y 25.

En las PPM intervenidas el tratamiento también debe efectuarse fuera de la parcela como a unos 25 m de distancia, para evitar el efecto de borde de aquellos árboles que estén dentro de la parcela cuyo interés es conocer su respuesta y crecimiento.

Las PPM se miden cada año, por un período mínimo de cinco años, para tener datos confiables en relación al crecimiento diamétrico y volumen estimado. Las variables a medir son el DAP calidad del fuste, la forma y posición de la copa.

Las PPM, en el mediano plazo brindarán información sobre el crecimiento diamétrico de las especies y volumen proyectado; así como el comportamiento de la dinámica del bosque en su estado natural y bajo intervención o manejo.

1.15. Tamaño y forma de la unidad de muestreo (Parcelas):

Deben mantenerse durante todo el estudio. Deben distinguirse claramente en un plano y en el sitio. Las reglas de inclusión y exclusión de los individuos deben establecerse de antemano. Las parcelas pueden ser rectangulares, cuadradas y circulares.

1.16. Índice de Margalef:

El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. (Magurran. 1988 cit, por Orellana J. 2009). Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una Comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra. (Margalef. 1969, cit, por Orellana J. 2009).

1.17. Índice de Simpson:

Según Pielou 1969 cit, por Orellana J. (2009). El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por

ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, como se acaba de indicar. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye.

1.18. Índice de Shannon-Wiener:

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema en la cual existe un número finito de individuos, los cuales pueden ocupar un número, también finito de categorías (especies, análogo de estados). (Magurran 2001 cit, por Orellana J. 2009).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la Fórmula; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de N elementos distribuidos en S categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una categoría. (Moreno 2001 cit, por Orellana J. 2009).

1.19. Diámetro Altura Pecho (DAP):

Según Gómez C. (2010) 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° 7 puesta en el manual de

Gómez C. (2010) 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).

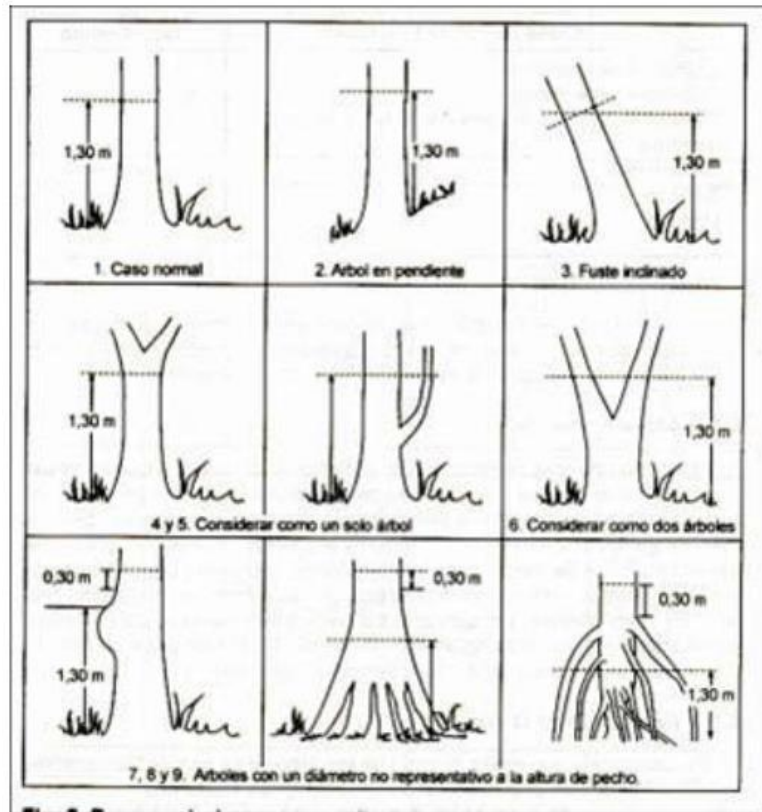


Figura 3: Criterios técnicos para el registro de DAP.

Fuente: Gómez C. (2010).

1.20. Calidad de Fuste:

Según Gómez C. (2010) 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:** Sano y recto sin ningún signo visible de defectos.
- **Calidad 2:** Con señales de ataque de hongos, pudrición, heridas, curvatura, crecimiento en espiral y otras deformaciones.

- **Calidad 3:** Curvado y efectos graves en su estructura, posiblemente útil para leña.

1.21. Alturas:

Según Gómez C. (2010) 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.
- **Altura de fuste.** Es la altura medida desde el nivel del suelo hasta la bifurcación principal, que marca el inicio de la copa.

1.22. 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. (Gómez C. 2010).

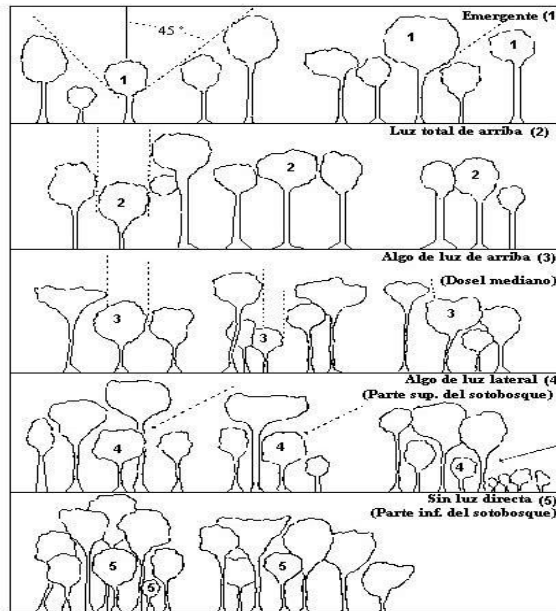


Figura 4: Posición de la copa en relación a la luz solar

Fuente: Contreras F. (1999).

1. Emergente: La parte superior de la copa está 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. Plena iluminación superior: 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. Alguna iluminación superior: La parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical, o parcialmente sombreada por otras copas.

4. Alguna Luz lateral: 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. Ausencia de luz: La parte superior de la copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

1.23. 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. (Gómez C. 2010).

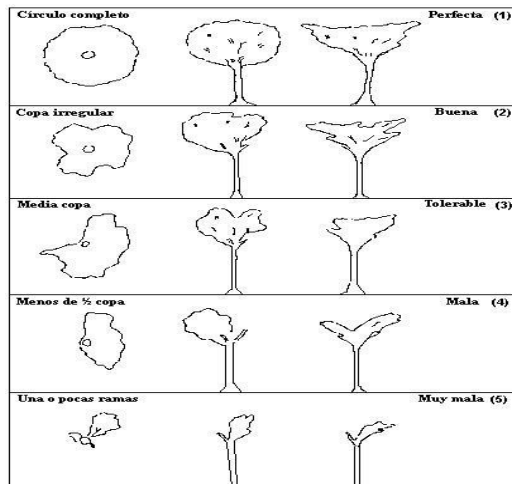


Figura 5: Forma de la Copa

Fuente: Contreras F. (1999).

- 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. Pobre:** Evidentemente insatisfactorias, presentan muerte regresiva en forma extensa, fuertemente asimétricas y pocas ramas, pero probablemente capaces de sobrevivir.
- 5. Muy pobre:** Definitivamente degradadas o suprimidas, o muy dañadas, pero con posibilidades de incrementar su tasa de crecimiento como respuesta a la liberación.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

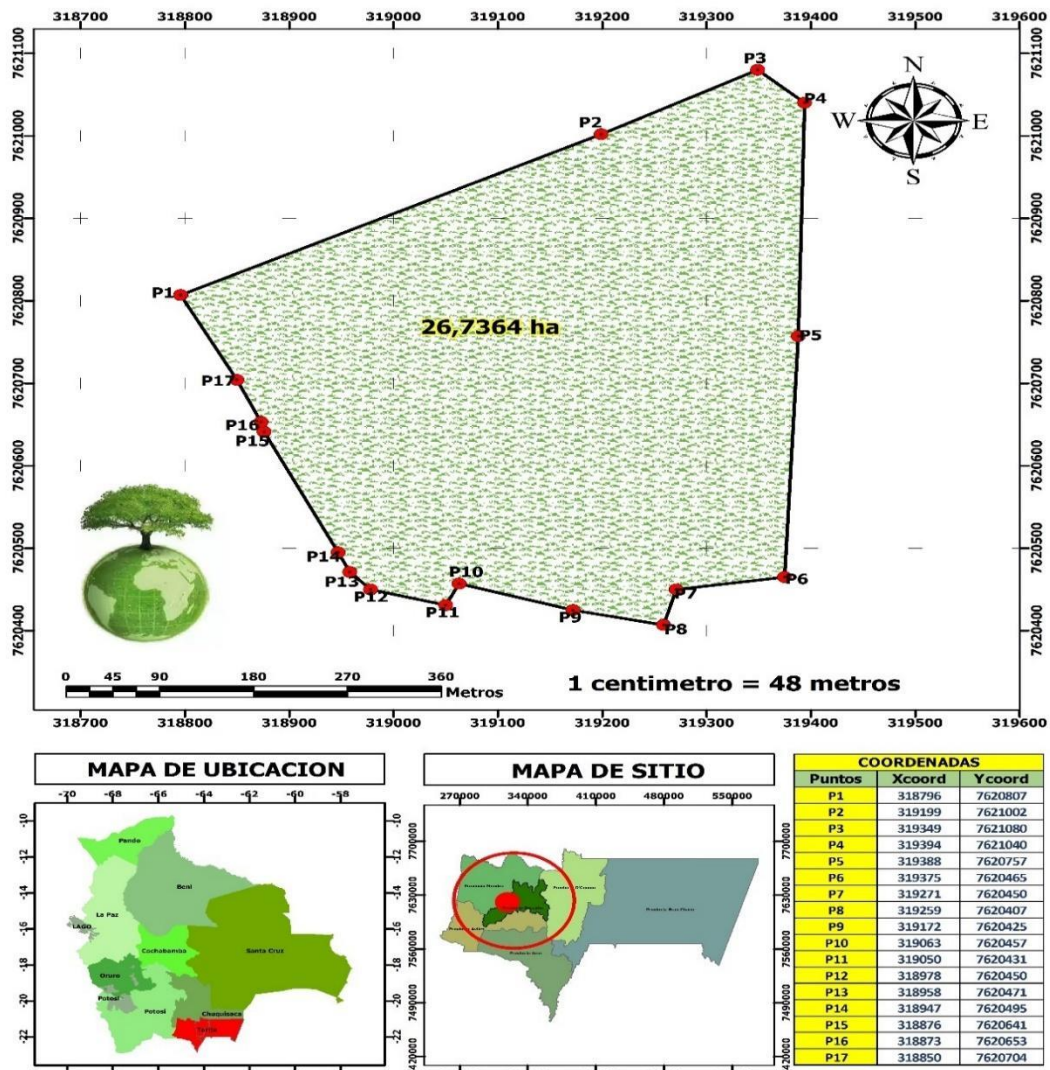
CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la zona de estudio

2.1.1. Ubicación del Bioparque Urbano:

Se encuentra ubicado en zona Las Barrancas del distrito N° 7 del valle central de Tarija.



Mapa N° 1: Mapa de Ubicación del Bioparque Urbano

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Según Morales L. & Saucedo G. (2017), el Bioparque tiene aproximadamente 26 hectáreas, de las más de 90 que se fueron perdiendo debido al crecimiento de la ciudad. Fue antes, parte del Parque Nacional Las Barrancas que, tras perder una gran parte de su territorio, fue cambiado a Bioparque.

2.1.2. Descripción biogeográfica de la zona:

Según Morales L. & Saucedo G. (2017), dada las características edáficas de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, y considerando imágenes satelitales, se observa que el lugar donde se encuentra el parque tiene una topografía variada, con planicies, pendientes y cárcavas donde se tienen diferentes tipos de ecosistemas. La topografía más accidentada del terreno se encuentra al noreste del bioparque, con suelos erosionados, y presencia de cárcavas que oscilan entre 5 a 10 m.

El Bioparque presenta una geomorfología predominante perteneciente al sistema cuaternario, que consta principalmente de materiales fluvio-lacustres, los cuales fueron depositados en una cuenca lacustre que inicialmente estaba conformada por dos lagos, ubicados al sur y sudeste de la ciudad de Tarija, y que posteriormente formaron un solo lago, siendo este receptáculo de materiales procedentes de las partes altas de la cuenca, comprende todo el material suelto o poco consolidado que nace sobre la superficie del terreno.

2.1.3. Topografía:

Para una mejor descripción del área se hizo la división del polígono en cuatro cuadrantes de estudio y análisis como se muestra en el siguiente mapa:



Mapa N° 2: División del Polígono en Cuatro Cuadrantes del Área de estudio

Fuente: Saucedo G. (2017).

Mediante visita de campo se determina las pendientes para los cuatro cuadrantes del Bioparque Urbano los cuales son presentados en el siguiente cuadro:

N°	Cuadrante	Pendiente	Leyenda
1	Cuadrante I	10 – 45 %	Fuertemente Escarpado
2	Cuadrante II	20 – 45 %	Fuertemente Escarpado
3	Cuadrante III	5 – 20 %	Moderadamente Escarpado
4	Cuadrante IV	>60 %	Extremadamente Escarpado

Cuadro N° 1: Pendientes de los Cuadrantes del Bioparque Urbano

Fuente: Saucedo G. (2017)

2.1.4. Suelos:

La zona de estudio presenta, suelos moderadamente desarrollados, de profundos a moderadamente profundos, sometidos a fuertes limitaciones de erosión. Los suelos tienen origen de sedimentos fluvio-lacustres, aluviales y coluviales como gravas, arcilla arenas, y limos además de otros componentes físico – mineralógicos. La pendiente predominante, es ligeramente inclinada. La forma de la pendiente es convexa, el micro relieve presenta pequeñas ondulaciones. (Morales L. & Saucedo G. 2017).

2.1.5. Clima:

2.1.5.1. Temperatura:

La ciudad de Tarija, se caracteriza por tener un clima templado. La temperatura media oscila alrededor de 17°C, con máximas extremas que sobrepasan 30°C en verano y mínimas de hasta -9.6°C en invierno. (SENAMHI 2017).

En forma general el clima de la provincia Cercadoa, en función a 9 estaciones climáticas, se presenta con una temperatura media anual de 17, 4° C, la máxima media de 25, 5° C, mínima de 9, 4° C, se tiene en verano extrema máxima de 39, 4° C, y extrema mínima de invierno de -86° C tal como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2: Provincia Cercado - Temperatura Media

Estaciones	Temperatura media											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Aeropuerto	20,7	20,3	19,9	18,3	15,4	13,3	13,1	15	16,8	19,4	20,2	20,7
El Tejar	21	20,5	20,2	18,6	15,7	13,7	13,5	15,4	17	19,5	20,3	20,9
San Jacinto Sud	20,6	20,2	20	18,6	16,1	13,9	13,8	15,3	16,6	19,3	20	20,7

Fuente: SENAMHI. (2017).

2.1.5.2. Precipitación:

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

La precipitación se caracteriza por períodos relativamente cortos de lluvias (noviembre-abril), con regímenes de precipitaciones muy variables en cuanto a frecuencia e intensidad y con un periodo largo de estiaje (mayo-octubre), periodo en el cual es más notorio el déficit de agua en las subcuencas del Río Santa Ana, Sella y El Monte.

2.1.5.3. Dirección y velocidad de los vientos:

Según el SENAMHI (2017) la velocidad promedio anual del viento es de 6.0 km/h, estos se presentan con mayor intensidad de agosto a diciembre. La dirección de los vientos es hacia el SE (Sur-Este), los mismos no toman otra dirección durante el año, con una velocidad de vientos de 10 km/h.

Se presenta vientos débiles a moderados de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos en la provincia Cercado, que corresponde en gran parte al Valle central de Tarija, está determinado por el ingreso de masas de aire denso a través de la fractura geológica de la Angostura, razón por la cual, la intensidad, así como la dirección predominante se modifica al distribuirse tanto hacia el norte como al sur, de este punto de referencia.

2.1.5.4. Humedad relativa:

De acuerdo al SENAMHI (2017) la humedad relativa media es de 59.9% en general se presenta una humedad relativa alta en verano y baja en otoño e invierno y los meses más húmedos son febrero y marzo que en promedio tienen 73% de humedad relativa.

2.1.6. Vegetación:

La existencia de variables ambientales existentes en las áreas de estudio, genera diferentes tipos de clima, que son determinantes para la existencia de diferentes tipos de formación vegetal natural, estas características ambientales han originado una gran variabilidad de paisajes en sus diferentes estratos de vegetación. (ZONISIG 2000).

Nombre común	Nombre científico	Familia
Churqui	<i>Acacia caven mol.</i>	Leguminosae
Molle	<i>Schinus molle L.</i>	Anacardiaceae
Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	Leguminosae
Jarca	<i>Acacia visco lor. griseb</i>	Leguminosae
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Leguminosae

Cuadro N° 3: Las Principales Especies Nativas de Tarija

Fuente: ZONISIG. (2000).

2.2. Materiales:

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizaron una serie de materiales, herramientas y equipos para poder desarrollar el estudio de la determinación de la riqueza y abundancia de la vegetación. Los mismos que a continuación se describen:

2.2.1. Equipo de orientación en campo:

- Mapa de planificación
- Brújula
- Navegador GPS (Global Positioning System)

2.2.2. Equipo y material de recolección de muestras y medición en el campo:

- Planilla de campo
- Tijera telescópica
- Tijeras podadoras
- Machete

- Huincha de 50 m.
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Forcípula
- Cinta métrica o diamétrica
- Bolsas hule herméticas
- Marcadores permanentes
- Cinta Masking
- Estacas de madera dura con medidas de 0,3x0,3x1,5m
- Spray color rojo
- Cinta flagging color rojo o Cinta de demarcación
- Plaquetas
- Clavos
- Martillos
- Tableros

2.2.3. Equipo de gabinete y material de escritorio:

- Imágenes satelitales CBERS, Google Earth,
- Software Arcgis
- Computadora
- Impresora
- Papel boom tamaño carta

2.3. Metodología:

2.3.1. Fase de Pre-campo:

En esta fase se hizo toda la recopilación de la información secundaria necesaria a utilizar, la preparación de los materiales, planillas, organización del trabajo, determinación de la superficie; el tamaño de las parcelas, ubicación de las mismas en un mapa.

2.3.2. Fase de campo:

Es la fase de mayor importancia en la instalación de PPM, momento en el cual se hizo uso de la información secundaria recopilada, conocimientos técnicos en el campo, habilidades y experiencia brindadas por profesionales del área. Esta fase obedece al procedimiento instruido como lo indica la Guía para la instalación de PPM (BOLFOR, 1999). Para tener mayor conocimiento del área en su conjunto, se realizó un recorrido exhaustivo de todo el terreno estudiado.

Para la identificación de las especies se conoce los métodos dendrológico, xilológico y el método botánico. (Ver Anexo N° 12)

Para el presente estudio se ha utilizado el método dendrológico, aplicando las características morfológicas de las especies forestales; aquellas especies no identificadas en el sitio de investigación han sido proporcionadas al Ing. Ismael Acosta responsable del herbario universitario, el cual utilizó guías taxonómicas de la vegetación de SALTA; JUJUY – ARGENTINA, (Ver anexos N° 1 y 2) para su respectiva identificación.

2.3.3. Instalación de las PPM:

En la instalación, se ubicó un punto de origen, que será en el futuro el vértice o esquina SW (Sudoeste) cuyas coordenadas rectangulares son (0;0). Se tomó las coordenadas geográficas de este punto con GPS; A partir del punto (0;0) se abrieron dos picas, una con rumbo Este y otra con rumbo Norte hasta alcanzar los 50 m. Para evitar malos cierres de la PPM, los rumbos fueron controlados, desde el inicio, con brújula y ajustados con la declinación magnética. Sobre las picas se dejaron estacas

cada 10 m (se usó una estaca de madera de quina de 3x3 cm y 1 metro de largo enterrándose 30 cm en el suelo) pintados en la parte superior con marcador permanente de color negro y a la vez se dejó con una pieza de cinta amarrada (plástico de color amarillo) amarrados a la estaca donde se indica el par ordenado de cada subparcela.

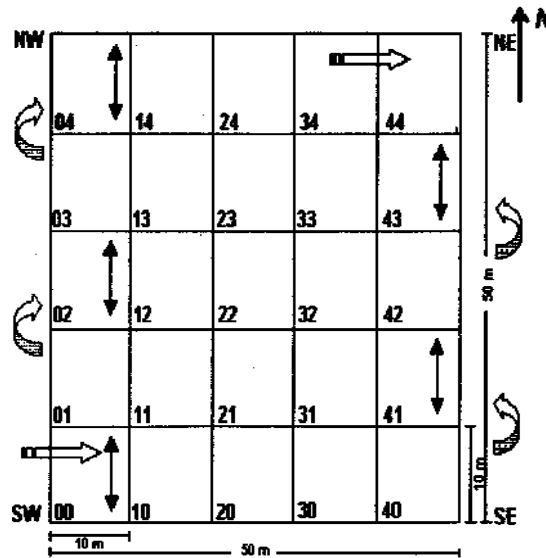
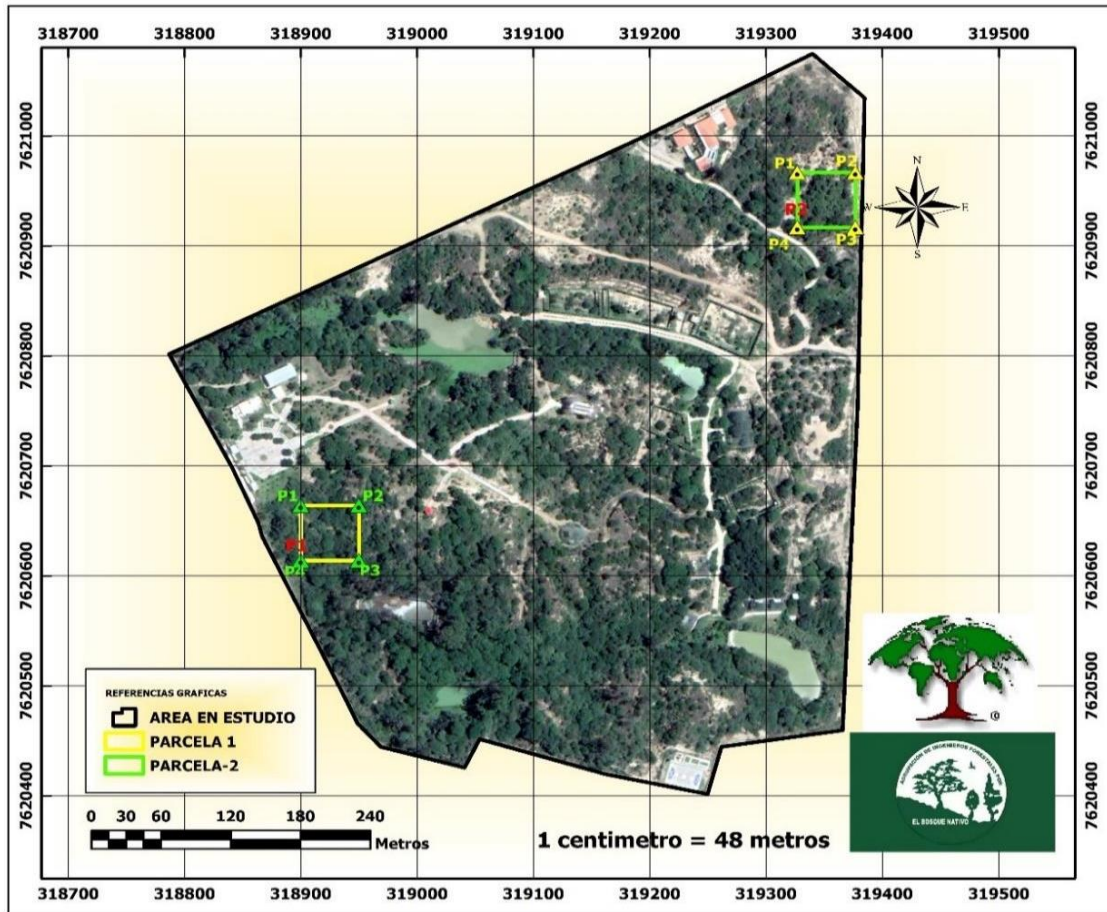


Figura 6: Diseño de Parcelas Permanentes de Medición de las Subparcelas

Fuente: Contreras F. (1999).

2.3.3.1. Ubicación de las PPM:

Se contó con un mapa de vegetación del área y dada las características del bosque en las 26,74 ha del Bioparque Urbano de Tarija. El tipo de muestreo empleado en el presente trabajo fue el muestreo Opinático con el cual se ubicaron las PPM estratégicamente ya que presenta un solo tipo de bosque, tomando en cuenta factores como ser: topografía, caminos, acceso, construcciones civiles. Quedando así distribuidas homogéneamente en el área (ver Mapa N° 3: Mapa de ubicación de las PPM).



COORDENADAS - PARCELA 1		
PUNTOS	XCOORD	YCOORD
P1	318900	7620660
P2	318950	7620660
P3	318950	7620610
P4	318900	7620610

COORDENADAS - PARCELA 2		
PUNTOS	XCOORD	YCOORD
P1	319327	7620970
P2	319377	7620970
P3	319377	7620920
P4	319327	7620920

Mapa N° 3: Mapa de Ubicación de las Parcelas Permanentes de Muestreo

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

2.3.3.2. Número de Parcelas:

Las exigencias mínimas sobre la superficie de las PPM a instalar se encuentran tipificadas en la norma técnica 248/98, aprobado según el Decreto Supremo N° 24453. Esta indica que la superficie de parcelas a instalar se encuentra relacionada con el tamaño en superficie de la concesión o propiedad.

Las parcelas de control permanente, deben ser instaladas con un número mínimo de acuerdo a la superficie bajo manejo tal y como se señala en la figura N° 7.

Según la Guía para la Instalación y Evaluación de PPM que establece la instalación de dos parcelas en superficies menores a 1000 ha, (ver figura) en bosques bajo manejo, en este caso se instalaron 2 parcelas de muestreo permanente, con una superficie de (50 m x 50 m) que es igual a 0,25 hectáreas.

Superficie Productiva	Superficie de PPM
200	1
1000	2
5000	4
10000	6
20000	10
30000	15
50000	17
100000	20
150000	25
200000	30
300000	40
500000	50

Figura 7: Superficie de PPM a instalar según superficie productiva

Fuente: Contreras F. (1999).

2.3.3.3. Tamaño y Forma de las Parcelas:

Se realizó la instalación de parcelas cuadradas, de una superficie de 50 m x 50 m (0.25 ha). Esto se debe a que las parcelas cuadradas tienen un menor perímetro, reduce los costos y al ser más grande alcanza la precisión predeterminada.

2.3.4. Subdivisión de Parcelas

Para el levantamiento de árboles menores a 10 cm de DAP, se tiene la siguiente condición:

Categoría	Dimensiones del Individuo	Unidad de evaluación (parcela 50 x 50)
Brinzal	Dap < a 5 cm y una h ≥ 1.30 m	2 x 2
Latizal	Dap ≥ a 5 cm y < 10 cm y una h ≥ 1.30 m	5 x 5
Árboles	Dap ≥ 10 cm y una h > a 1.30 m	10 x 10

Cuadro N° 4: Consideraciones para las Dimensiones del Estrato Arbóreo

Fuente: Contreras F. (1999).

Las subparcelas, para evaluar la regeneración menor a 10 cm de DAP, fueron distribuidas sistemáticamente y con 5 repeticiones. (Ver Figura N° 8)

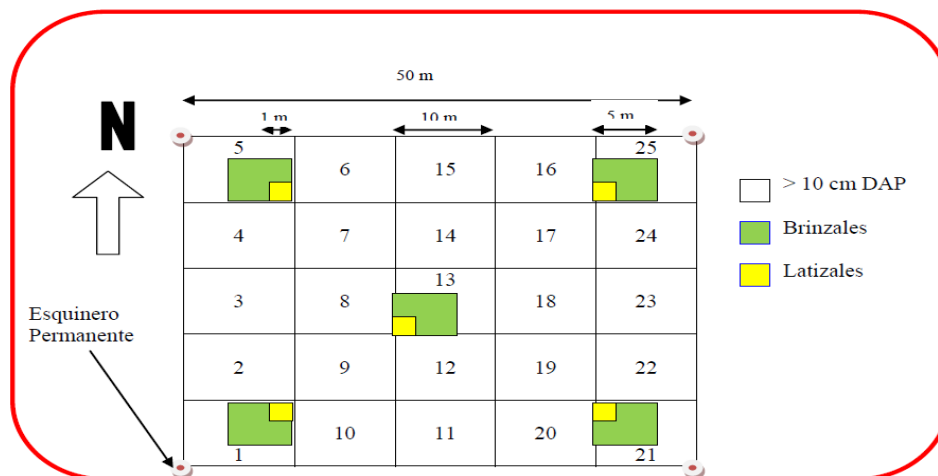


Figura 8: Distribución de Subparcelas de Regeneración Natural

Fuente: Contreras F. (1999).

2.3.5. Información Mínima para Registrar:

La información de la parcela se registró en tres formularios que fueron los siguientes:

Formulario 1: Información general de la parcela. Este formulario se llenó al momento de instalar la parcela. (Ver Anexo N° 3)

Formulario 2: Información de subparcelas y árboles. Este formulario se llenó en cada medición de la parcela. (Ver Anexo N° 4), Nombre común, calidad de fuste, DAP, posición de la copa, forma de la copa, altura total y sanidad del árbol.

Formulario 3: Información de latizales y brinzales. (Ver Anexo N° 5).

2.3.6. Medición y Registro de los Árboles:

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

Para el registro de árboles de las parcelas, se tomó en cuenta las siguientes variables:

- Número de parcelas y subparcelas
- Número de árbol
- Especie (nombre común)
- Coordenadas de ubicación de cada árbol (X,Y)
- Diámetro a la altura del pecho (1.30m)
- Calidad del fuste
- Altura comercial y altura total
- Posición de la copa
- Forma de la copa
- Estado sanitario del árbol
- Observaciones

2.3.6.1. Número de Parcelas y Subparcelas:

Para la identificación de las parcelas y subparcelas se realizó a través del par ordenado (0:0, 0:1, 0:2, 0:3... etc.) las mismas se registró en las planillas correspondientes. (Ver Anexo N° 6 y 7)

2.3.6.2. Numeración del Árbol:

Para identificar cada árbol se usaron cuatro números, el primero corresponde al número de la parcela, los dos segundos corresponden al par ordenado de las subparcelas (X; Y), el tercer número pertenece al número del árbol.

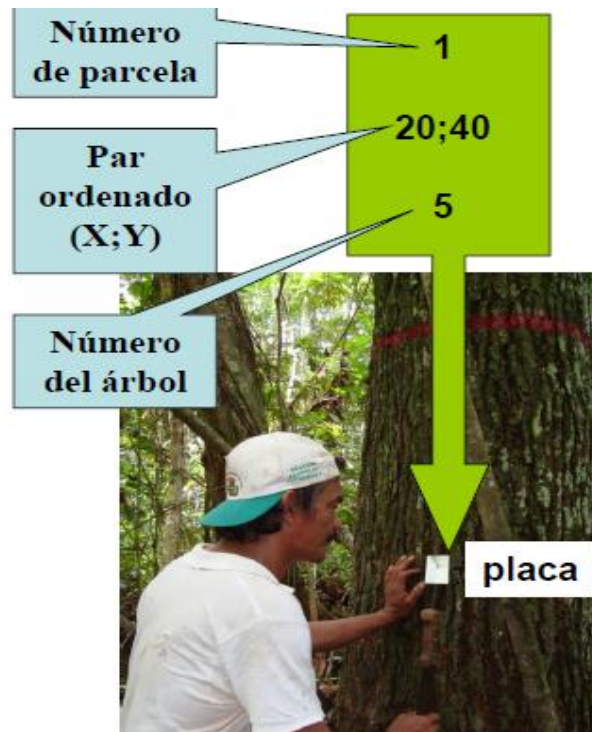


Figura 9: Numeración o Codificación del árbol (Plaqueteado)

Fuente: Licona J. (1999).

El número fue colocado en el respectivo árbol en una placa de aluminio de 4 x 5 cm, de modo que se pueda conservar por lo menos 5 años. Esta placa se colocó a la altura de 30 cm desde la base del suelo, y está ubicada en el lado Sur de cada árbol. Para la codificación de los árboles se utilizó un clavo para marcar sobre la lámina.

2.3.6.3. Categoría:

Para describir a los árboles, tanto en forma estática como dinámica (árbol vivo, aprovechado, mortandad y reclutamiento), se registró la categoría del árbol en las siguientes clases.

1. Árbol encontrado vivo
2. Árbol reclutado
3. Árbol encontrado muerto
4. Árbol aprovechado
5. Árbol no encontrado

2.3.6.4. Especie (nombre común):

En esta casilla se registró el nombre común de cada individuo encontrado, árboles a partir de un DAP ≥ 10 cm. Para esta identificación se contó con un matero del lugar.

2.3.6.5. Ubicación Geográfica de los Árboles:

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

2.3.6.6. Estado Sanitario del Árbol y del Fuste:

Para el levantamiento de estos datos tomamos en cuenta la siguiente clasificación:

Estado Sanitario del árbol (Sa-arb)	Estado sanitario del fuste (Sa-fu)
AP = parado o en pie	FS = sano
AI = inclinado	FQ = quemado

AC = caído	Fhu = fuste hueco
AE = estrangulado por bejucos	FI = atacado por insectos
AR = roto o quebrado	FH = ataque de hongos o pod.
ADA = árbol dañado por aprovechamiento	

Cuadro N° 5: Variables de la vitalidad del árbol

Fuente: Licona J. (1999).

2.3.7. Evaluación de la Estructura Horizontal de la Vegetación a Través de Parámetros Cuantitativos:

2.3.7.1. 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. ($N \cdot \text{Total} = 100 \%$).

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

Donde:

ABr: Abundancia relativa.

2.3.7.2. 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 sus parcelas.

La frecuencia absoluta (*Fi*), es la relación porcentual entre el número de sub parcelas en que aparece una especie y el total de sub parcelas.

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

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.

$$Fr = \frac{FA \text{ de la especie}}{\text{Total Frecuencia absoluta}} \times 100\%$$

Donde:

Fr: Frecuencia relativa.

2.3.7.3. Dominancia o Área Basal:

Área basal es la superficie de una sección transversal del tronco del individuo a una altura del pecho (1.30 m de altura)

Dominancia absoluta es la suma de área basal de todos los individuos de una especie.

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.

$$Dr = ABr = \frac{AB}{\text{Total AB}} \times 100$$

2.3.7.4. Índices de Valor de Importancia:

Este valor se obtuvo de la suma de la abundancia relativa, frecuencia relativa, y dominancia relativa, con este índice se determinará principalmente el “peso ecológico” de cada especie (Lamprecht, 1962).

$$IVI = Abr + Fr + Dor$$

2.3.7.5. Índices de importancia y diversidad:

La diversidad de especies se puede definir como el número de especies en una unidad de área, tiene dos componentes principales la riqueza (número de especies) y equitatividad (número de individuos de una sola especie). La estimación se realiza a través de los índices más usados como el de Shannon-Wiener, Simpson y Margaleff.

2.3.7.5.1. Índice de Margalef:

$$DMg = \frac{S - 1}{Ln * N}$$

DMg= Riqueza específica de Margaleff.

S= La riqueza o número de especies dentro la parcela

ln= Logaritmo natural

N= Número total de individuos dentro la parcela

2.3.7.5.2. Índice de Simpson:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

λ = Dominancia de Simpson

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

p_i = 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.

2.3.7.5.3. Índice de Shannon-Wiener:

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

H = Diversidad de especies.

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

Obteniendo p_i 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.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Presentación de los resultados.

3.1.1 Ubicación de parcelas permanentes de muestreo

En el Cuadro N° 6 se presenta la información sobre el área, altitud y coordenadas geográficas.

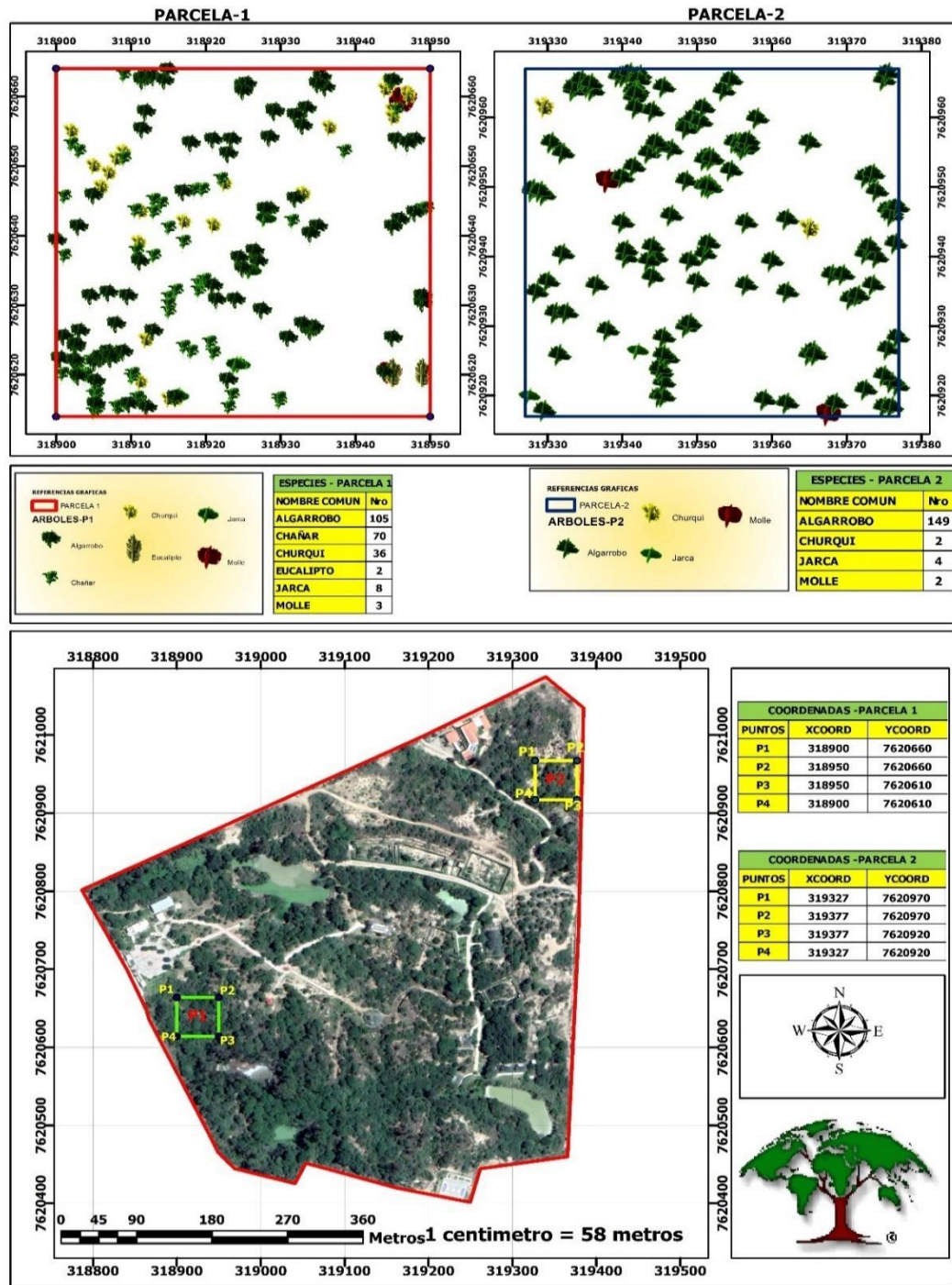
PARCELA	ÁREA	ALTITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	m ²	msnm	X	Y
1	2500	1927	318900	7620660
2	2500	1916	319327	7620970

Cuadro N° 6: Coordenadas Geográficas de las Parcelas Establecidas

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

De acuerdo al cuadro anterior, se lograron establecer en total 5000 m² equivalente a 0.5 ha de muestreo, distribuidas equitativamente en dos parcelas permanentes de muestreo.

A continuación, se presenta el Mapa de Distribución de las Especies Arbóreas en las Parcelas Permanentes de Muestreo en el Bioparque Urbano



Mapa N° 4: Mapa de Distribución de las Especies Arbóreas en las Parcelas Permanentes de Muestreo en el Bioparque Urbano

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

3.2. ESTRATO ARBÓREO:

3.2.1 Composición florística del sitio

La composición de un bosque está determinada tanto por los factores ambientales: posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies. Además, entre los factores más importantes que influyen en la composición florística del bosque, ligados a la dinámica de bosque y a la ecología de las especies que lo conforma, están el tamaño y la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas. (Zamora M. 2010).

Según Campos E; González M. Ramírez N; Navarrete D. & Pérez M. (2017) la riqueza de especies de árboles determina los patrones de diversidad de especies de plantas y animales y sus funciones en los bosques tropicales (Janzen, 1970, Novotny et al., 2006). Por ende, su estimación adecuada es esencial para establecer las necesidades y priorizar las acciones para la conservación y el manejo sustentable de los ecosistemas forestales (Hubbell et al., 2008). En el cuadro N° 7 se presentan las especies arbóreas identificadas en media hectárea en el bosque del Bioparque Urbano de Tarija.

Familia	Especies	Porcentaje
Anacardiaceae	<ul style="list-style-type: none">● Molle (<i>Schinus molle</i>)	17
Leguminosae	<ul style="list-style-type: none">● Algarrobo (<i>Prosopis sp.</i>)● Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>)● Churqui (<i>Acacia caven</i>)● Jarca (<i>Acacia visco</i>)	66
Myrtaceae	<ul style="list-style-type: none">● Eucalipto (<i>Eucalyptus sp.</i>)	17
TOTAL		100 %

Cuadro N° 7: Distribución de las Familias en el Bosque del Bioparque Urbano

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

En el área de estudio las especies arbóreas encontradas se distribuyen en: 3 familias y 6 especies en media hectárea muestreada. En cuanto a las especies encontradas algunas presentan características particulares en cuanto a su abundancia, como por ejemplo el Algarrobo (*Prosopis sp.*) con 254 individuos, Chañar (*Geoffroea decorticans*) con 70 individuos y Churqui (*Acacia caven*) con 38 individuos y la Jarca (*Acacia visco*) con 12 ejemplares, todas de la familia Leguminosae, mientras que el Eucalipto (*Eucalyptus sp.*) de la familia Myrtaceae y el Molle (*Schinus molle*) de la familia Anacardiaceae, son reportadas como especies escasas en cuanto al valor de la abundancia.

3.2.2. Caracterización de la estructura del bosque:

A continuación, en el cuadro N° 8 se presentan los valores de área basal y número de individuos por parcela, las cuales son variables de importancia para conocer la estructura de este bosque, o bien para caracterizarlo. Mismos datos que se encuentran en las planillas de campo. (Ver Anexo N° 4: Formulario de Parcelas Convencionales).

Parcela	Área m²	Datos por Parcela	
		N° de Individuos	Area Basal (m²)
1	2500	224	4,034
2	2500	157	4,419
TOTAL	10000 m²	381	8.463

Cuadro N° 8: Resumen del Área Basal y Número de Individuos por Parcela en el Bosque del Bioparque Urbano de Tarija.

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Especie	Nombre Científico	Nº de Individuos	Área Basal (m²)
Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	254	6,155
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	70	1,048
Churqui	<i>Acacia caven</i>	38	0,538
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	2	0,191
Jarca	<i>Acacia visco</i>	12	0,477
Molle	<i>Schinus molle</i>	2	0,055
TOTAL	Σ	381	8,463

Cuadro N° 9: Resumen del Área Basal por Especies en ambas parcelas, determinadas en el Bosque del Bioparque Urbano de Tarija.

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

En el cuadro N° 9 se observa el resumen del área basal en el muestreo en media hectárea, arrojando un total de 8,463 m². En dicho cuadro se presenta el área basal por especie (Ver Anexo N° 13), el *Prosopis sp.* (Algarrobo) con 254 individuos registra un valor de 6,155 m² siendo el AB más alto, seguido por la *Geoffroea decorticans* (Chañar) con 70 individuos obteniendo un AB de 1,048 m², así también se observa que la especie *Acacia caven* (Churqui) obtiene un 0,538 m² con 38 individuos, la especie *Acacia visco* (Jarca) con 12 individuos y su AB de 0,477 m² y las especies *Schinus molle* (Molle) y *Eucalyptus sp.* Eucalipto con 2 individuos y sus AB de 0,0550 y 0,191 m² respectivamente.

El total del AB tanto de la parcela 1 como de la parcela 2 es de 8,463 m². que representa a 381 individuos en media hectárea muestreada.

3.2.3. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para el cálculo de este índice de vital importancia para las especies dentro del bosque de acuerdo a su fórmula requerimos de valores de abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. Tal y como se muestra en el cuadro N° 10, a continuación:

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa %	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa %
Algarrobo	254	66,67	100	20	6,155	72,727
Chañar	70	18,37	50	10	1,048	12,383
Churqui	38	9,97	100	20	0,538	6,358
Eucalipto	2	0,52	50	10	0,191	2,252
Jarca	12	3,15	100	20	0,477	5,630
Molle	5	1,31	100	20	0,055	0,649
TOTAL	381 arb	100	500	100	8,463 m ²	100

Cuadro N° 10: Abundancias, Frecuencias y Dominancias de las especies arbóreas del Bosque del Bioparque Urbano de Tarija.

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Las especies dominantes son el Algarrobo (72,727%), Chañar (12,383%) y Churqui (6,358%) que aportan el 91,4679 % del área basimétrica en media hectárea muestreada, el Algarrobo (*Prosopis sp*) fue la especie que reportó el valor más alto de dominancia relativa con 72,7270 % (Ver Anexo N° 14), esto demuestra que tiene gran capacidad para aprovechar los nutrientes de los suelos disponibles y desarrollarse en este tipo de bosque.

De acuerdo a la información de la APCD (1998) el *prosopis sp.* tiene una alta capacidad de fijación de nitrógeno por su relación con las bacterias *Rhizobium*, también posee una buena adaptación fisiológica para soportar salinidad y stress hídrico. Esta especie realiza el aporte de materia orgánica y de nitrógeno al suelo. Se asocia simbióticamente con hongos micorríticos lo que es importante para la absorción de fósforo y otros nutrientes. El algarrobo contribuye también a la desalinización, minimiza el escurrimiento y controla la erosión.

El comportamiento de éstas y otras especies se observa en el cuadro N° 11 donde el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) representa el valor ecológico de las seis especies que se encuentran en nuestras P.P.M. en el Bioparque Urbano de Tarija.

ESPECIE	I.V.I. (%)
Algarrobo	159,394
Chañar	40,756
Churqui	36,332
Eucalipto	12,777
Jarca	28,779
Molle	21,962
TOTAL	300,00

Cuadro N° 11: Índice de Valor de Importancia para las seis especies con sus respectivos valores en el Bosque del Bioparque Urbano.

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Se pudo determinar que la especie Algarrobo (*Prosopis sp*) registró el mayor peso ecológico dentro del bosque con un valor de 159,394 %, (Ver Anexo N° 15), esto se debe a que es la especie mejor distribuida en todo el bosque del Bioparque, es la que

presenta las mayores dimensiones diamétricas y es muy repetitiva obteniendo de esta forma el mayor índice de valor de importancia. Como así también se observa la especie Chañar (*Geoffroea decorticans*) con un valor de 40,756 % y la especie Churqui (*Acacia caven*) con 36,332 %, esto quiere decir que estas tres especies son las más importantes ecológicamente en el Bioparque Urbano, por que presentan una gran riqueza.

3.2.4. Índices de importancia y diversidad:

La diversidad de especies se puede definir como el número de especies en una unidad de área, tiene dos componentes principales la riqueza (número de especies) y equitatividad (número de individuos de una sola especie). La estimación se realiza a través de los índices más usados como el de Shannon-Wiener, Simpson y Margaleff.

Estos valores encontrados para estos índices de importancia y diversidad, no tienen ni una unidad, ya que se los determina para hacer la interpretación correspondiente.

3.2.4.1. Índice de Margalef:

$$DMg = \frac{S - 1}{Ln * N}$$

DMg = Riqueza específica de Margaleff.

S = La riqueza o número de especies dentro la parcela

Ln = Logaritmo natural

N = Número total de individuos dentro la parcela

ESPECIE	Riqueza	Especies	Total individuos	DMg
Parcela 1	6	<ul style="list-style-type: none"> • Molle (<i>Schinus molle</i>) • Algarrobo (<i>Prosopis</i> sp.) • Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>) 	224	0,924

		<ul style="list-style-type: none"> • Churqui (Acacia caven) • Jarca (Acacia visco) • Eucalipto (Eucalyptus sp.) 		
Parcela 2	4	<ul style="list-style-type: none"> • Molle (Schinus molle) • Algarrobo (Prosopis sp.) • Churqui (Acacia caven) • Jarca (Acacia visco) 	157	0,593

Cuadro N° 12: Resultados del Índice de Margaleff

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

De acuerdo a nuestros cálculos realizados para obtención de la riqueza específica de Margaleff, pudimos obtener resultados tanto de la parcela 1 que nos dio un valor de 0,924 (Ver Anexo N° 16); en la parcela 2 obtuvimos un valor de 0,593.

Rango	Significancia
< 2	Diversidad Baja
2 – 4,9	Diversidad Media
>5	Diversidad Alta

Cuadro N° 13: Rangos Considerados para la Interpretación del Índice de Margaleff

Fuente: Moreno C. (2001).

Los resultados obtenidos en ambas parcelas, son menores a 2, y de acuerdo al cuadro N° 13 que se ve anteriormente se encuentran en el rango de <2 Según Moreno C. (2001), Métodos para medir la biodiversidad, nos indica que el bosque del bioparque urbano presenta una diversidad baja.

3.2.4.2. Índice de Simpson:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Λ = Índice de la diversidad de las especies

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

Pi = 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.

Según la formula aplicada para el cálculo del índice de Simpson, logramos obtener los valores de cada una de las especies tanto de la parcela 1 como de la parcela 2. Como se puede observar a continuación: (ver cuadro N° 14)

ESPECIE	Parcela 1		Parcela 2	
	Pi (Proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N)	(Pi) ²	Pi (Proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N)	(Pi) ²
Algarrobo	0,469	0,219	0,949	0,901
Chañar	0,312	0,098	0,000	0,000
Churqui	0,161	0,026	0,013	0,000
Eucalipto	0,009	0,000	0,000	0,000
Jarca	0,036	0,001	0,026	0,001
Molle	0,013	0,000	0,013	0,000
Σ		0,345		0,902

Cuadro N° 14: Valores Obtenidos del índice de Simpson por Especies

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

De acuerdo a nuestros resultados obtenidos en la parcela 1 nos da un valor de 0,345 (Ver Anexo N° 17), y en la parcela 2 tenemos un resultado de 0,902.

Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia entre 0 – 1 así:

Valores	Significancia
0 – 0,33	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Diversidad media
> 0,67	Diversidad alta

Cuadro N° 15: Rangos considerados para la interpretación del Índice de Simpson

Fuente: Aguirre Z. (2013).

Realizando la comparación de los datos obtenidos llegamos a la conclusión que la parcela 1 tiene una diversidad Media y la parcela 2 presenta una diversidad Alta, según la escala de significancia del Índice de dominancia de Simpson de acuerdo a la clasificación de Aguirre Z. (2013) “Guía de métodos para medir la biodiversidad”. (Ver cuadro N° 15).

3.2.4.3. Índice de Shannon-Wiener:

Se lo expresa de la siguiente manera.

$$H = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:

H = Índice de Shannon-Wiener.

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

Obteniendo *p_i* 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.

Especie	Nombre Científico	Nº de individuos	Pi (Proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N)	Pi*Ln(Pi)
Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	254	0,667	- 0,270
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	70	0,184	- 0,311
Churqui	<i>Acacia caven</i>	38	0,100	- 0,230
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	2	0,005	- 0,028
Jarca	<i>Acacia visco</i>	12	0,031	- 0,109
Molle	<i>Schinus molle</i>	2	0,005	- 0,028
Σ		381		- 0,976

Cuadro N° 16: Resultados del índice Shannon-Wiener

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

$$H = -\sum pi * \ln pi$$

$$H = - (- 0,976)$$

$$H = 0,976$$

Según la fórmula aplicada para la determinación del índice de Shannon-Wiener, de acuerdo a cada una de las especies se llegó a un valor de 0,976. (Ver Anexo N° 18)

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36 -3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Cuadro N° 17: Valores para Interpretación del índice Shannon-Wiener.

Fuente: Aguirre Z. (2013).

De acuerdo al índice de Shannon-Wiener para determinar la diversidad de un bosque, nuestro valor 0,976 se encuentra en el rango de $< 1,5$ según la clasificación de Aguirre Z. (2013) “Guía de métodos para medir la biodiversidad” (Ver cuadro N° 17) lo que significa que el bosque del Bioparque Urbano presenta una diversidad Baja.

3.2.5. Distribución de individuos por clase diamétricas:

Rango de Clase Diametrica	Nro de Individuos	Porcentaje
0,10 m - 0,19 m	316	82,94 %
0,20 m - 0,29 m	52	13,65 %.
0,30 m - 0,39 m	11	2,89 %
> 0,40 m	2	0,52 %

Cuadro N° 18: Cantidad de Individuos según la Clase Diamétrica

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

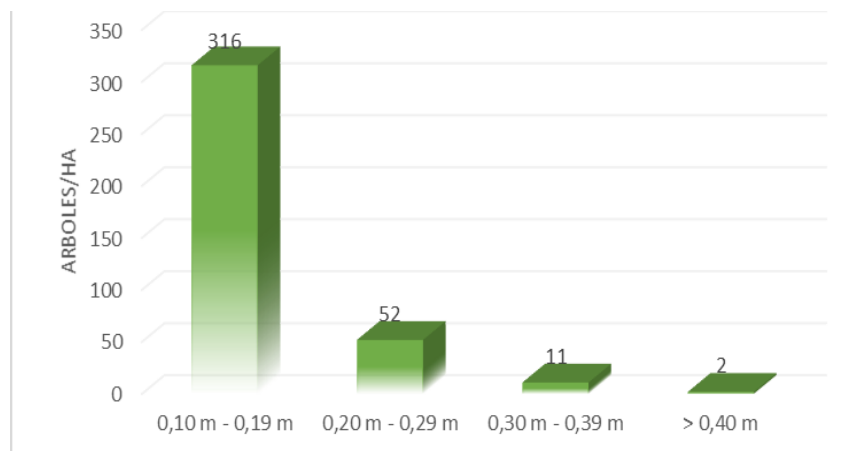


Gráfico N° 1: Distribución Diamétrica del Número de Individuos

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

La clase diamétrica 0,10 – 0,19 m presenta la mayor cantidad de individuos con 316 árboles en media hectárea, con un 82,94 % del total de árboles presentes en el bosque, (Ver Anexo N° 19), conforme aumenta la clase diamétrica se observa que la cantidad de individuos disminuye producto de la competencia intra e interespecífica y de las exigencias lumínicas que requieren algunas de las especies para obtener un sitio dentro el bosque, la siguiente clase diamétrica de 0,20 – 0,29 m la cantidad de individuos disminuyó a 52 árboles que representa un 13,65 %.

La clase diamétrica 0,30 – 0,39 m presenta un total de 11 individuos que representa un 2,89%, la clase diamétrica de > 0, 40 m compuesta únicamente por 2 individuos nos da un 0,52 %. (Ver cuadro N° 18).

3.2.6. Estructura vertical:

La estructura vertical de un bosque se encuentra determinada por la distribución de las especies a lo alto de su perfil, donde las especies se establecen y desarrollan de acuerdo a sus necesidades por captar energía a través de la entrada de luz.

3.2.6.1. Posición y forma de copas:

La clasificación de copas de los individuos se refiere a la posibilidad que tienen de recibir luz y realizar funciones metabólicas, combinado con otras variables como: altura, especie, tolerancia y cantidad de estratos en el bosque.

Esta distribución se presenta en el siguiente cuadro:

Descripción	Categoría	Nro de individuos	Porcentaje
Copa emergente	1	105	27,56 %
Copa con plena iluminación en la parte de arriba	2	205	53.81 %
Individuos con alguna	3	65	17,06 %

iluminación superior			
Individuos recibiendo alguna luz lateral o ausencia de luz	4	6	1,58 %

Cuadro N° 19: Cantidad de Individuos según la Posición de Copa

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

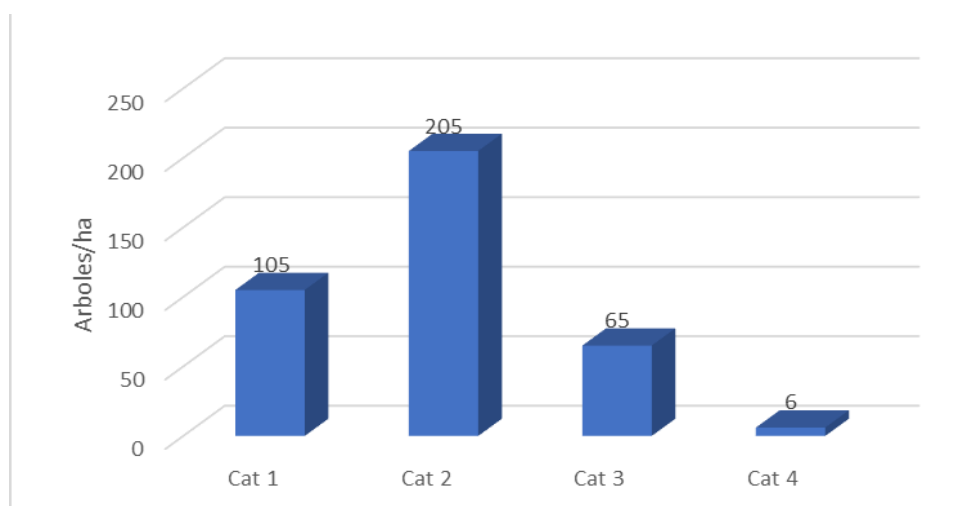


Gráfico N° 2: Posición de la Copa

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Del total de los árboles encontrados en nuestras PPM. el 53,81% (Ver Anexo N° 20), con 205 árboles representan una posición de copa con plena iluminación en la parte de arriba (posición de copa 2); 105 árboles con un 27,56 % de los individuos con una copa emergente (posición de copa 1); 65 árboles con el 17,06 % de los individuos con alguna iluminación superior (posición de copa 3) y la posición de copa 4, con individuos recibiendo alguna luz lateral o ausencia de luz con 6 árboles y un porcentaje de 1,58. (Ver cuadro N° 19).

Forma de	Descripción	Nro de	Porcentaje
----------	-------------	--------	------------

copa		individuos	
1	Copa perfecta	13	3,41 %
2	Copa irregular	272	71,39 %
3	Copa tolerable	77	20,21 %
4	Copa pobre	9	2,36 %
5	Copa muy pobre	10	2,62 %

Cuadro N° 20: Cantidad de Individuos según la Forma de Copa

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

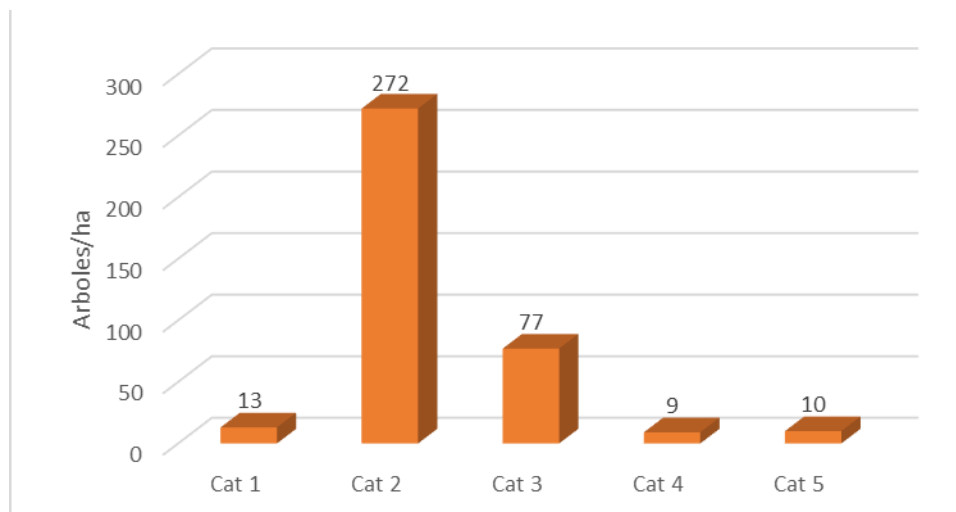


Gráfico N° 3: Forma de Copa

Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Con respecto a la forma de copas, los árboles que presentan una copa perfecta (forma de copa 1) son 13 individuos que representan un valor de 3,41 %; (Ver Anexo N° 21), 272 árboles con un 71,39 % es para los árboles que forman una copa irregular (forma de copa 2) esta categoría es la que mayor cantidad de individuos presenta; 77 árboles

con un 20,21 % es para árboles que tienen una copa tolerable (forma de copa 3); 9 árboles con el 2,36 % para árboles de copa pobre (forma de copa 4) y 10 árboles con el 2,62 % de copa muy pobre (forma de copa 5). (Ver cuadro N° 20).

3.2.7. Abundancia y frecuencias por categoría (Brinzal-Latizal):

Los cuadros resumen la abundancia y frecuencias por categoría de los individuos presentes en las dos parcelas permanentes de muestreo instaladas en inmediaciones del Bioparque Urbano de Tarija.

Especie	Abundancia	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
Algarrobo	15	39,474	80	34,782
Chañar	9	23,684	70	30,435
Churqui	3	7,895	20	8,696
Eucalipto	2	5,263	10	4,348
Jarca	5	13,158	30	13,043
Molle	4	10,526	20	8,696
TOTAL	38	100	230	100

Cuadro N° 21: Abundancias y Frecuencias de la Categoría Latizal

Fuente: Elaboración propia. 2020.

En la categoría de Latizales la especie del algarrobo (*Prosopis sp.*) es el más dominante con un número de 15 individuos siendo el valor más alto (Ver Anexo N° 22), la especie del Chañar (*Geoffroea decorticans*) con 9 individuos, las especies con menor dominancia en los latizales son la Jarca (*Acacia visco*) con 5 individuos, el

Molle (*Schinus molle*) con 4 individuos, el Churqui (*Acacia caven*) con 3 individuos y con 2 individuos la especie del Eucalipto (*Eucalyptus sp.*). (Ver cuadro N° 21).

La abundancia absoluta de la categoría Latizal es el número total de individuos de cada especie identificada, Por Ejemplo: En las 10 subparcelas existen 15 ejemplares de Algarrobo, para determinar la abundancia relativa este número se lo divide con el total de todas las especies: Así, $15/38$ y multiplicando por 100. Dándonos un resultado de 39,474 %.

Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Algarrobo	28	50	100	43,478
Chañar	22	39,286	90	39,130
Jarca	4	7,143	20	8,696
Molle	2	3,571	20	8,696
TOTAL	56	100	230	100

Cuadro N° 22: Abundancias y Frecuencias de la Categoría Brinzal

Fuente: Elaboración propia. 2020.

En la categoría de Brinzales la especie del algarrobo (*Prosopis sp.*) cuenta con un numero de 28 individuos siendo el valor más alto, la especie del Chañar (*Geoffroea decorticans*), con 22 ejemplares se encuentra en segundo lugar, con 4 individuos la Jarca (*Acacia visco*) y el Molle (*Schinus molle*) con 2 individuos. (Ver Anexo N° 23).

En el cuadro N° 23 observamos que la categoría Brinzal (56 individuos) es superior a la categoría latizal (31 individuos), y en ambas categorías la especie más predominante es el algarrobo (*Prosopis sp.*), seguida por la especie del Chañar

(*Geoffroea decorticans*), las demás especies se presentan con números de individuos inferiores como se ven en los cuadros.

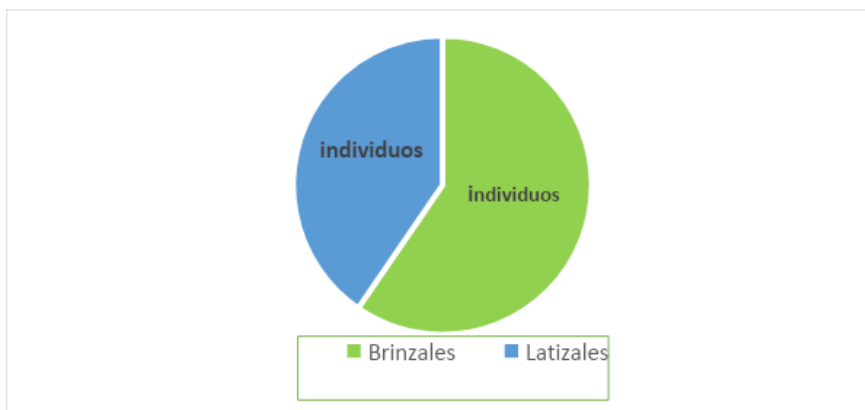
La abundancia absoluta de la categoría Brinzal es el número total de individuos de cada especie, Por Ejemplo: En las 10 parcelas existen 22 ejemplares de Chañar, para determinar la abundancia relativa este número se lo divide con el total de todas las especies: Así, $22/56$ y multiplicando por 100. Dándonos un resultado de 39,130 %.

N° de Parcela	Nro de Brinzales	Nro de Latizales	TOTAL
Parcela 1	31	20	51
Parcela 2	25	18	43
TOTAL	56	38	94

Cuadro N° 23: Números de individuos por parcela y por categoría (Brinzal-Latizal)

Fuente: Elaboración propia. 2020.

De acuerdo, al cuadro N° 19 observamos que un total de 56 individuos por media hectárea de la categoría de brinzales que representa un 60 % en la que predomina en el área muestreada, sobre 38 individuos por media hectárea que pertenecen a los fustales con un 40 % como se muestra a continuación en la siguiente gráfica:



Gráfica N° 4: Porcentaje de Brinzales y Latizales en el Bioparque Urbano de Tarija.

Fuente: Elaboración propia. (2020).

3.3. ESTRATO ARBUSTIVO:

3.3.1. Composición Florística del Estrato Arbustivo

La riqueza de especies depende de la ubicación geográfica del sitio por las variaciones climáticas (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz, etc) que se presentan de un sitio a otro. Así, conforme aumenta la altitud y latitud disminuye la diversidad de especies (Richards, 1996 citado por Leiva, 2001).

En el cuadro N° 24 se presentan las especies arbustivas identificadas en media hectárea en el bosque del Bioparque Urbano de Tarija.

Familia	Especies	Porcentaje (%)
Solanaceae	<ul style="list-style-type: none"> ● Duraznillo negro ● Talilla 	28,571
Leguminosae	<ul style="list-style-type: none"> ● Tusca 	14,286
Verbenaceae	<ul style="list-style-type: none"> ● Cidron 	14,286

Compositae	● Verbesina	14,286
Poaceae	● Caña hueca	14,286
Asteraceae	● Chillca	14,286
TOTAL		100

Cuadro N° 24: Distribución de las Especies Arbustivas según sus familias en el bosque del Bioparque Urbano de Tarija.

Fuente: Elaboración propia. 2020.

Las especies arbustivas encontradas en el área muestreada se distribuyen en: 6 familias botánicas y 7 especies en media hectárea. (Ver cuadro N°23).

De los 191 individuos encontrados, las especies con mayor abundancia, son la *Aloysia citrodora* con 42 individuos (21,990 %), la *Acacia aroma* con 37 individuos (19,372%), *Verbesina sp.* con 35 individuos (18,325 %), el *Cestrum parqui L'* *Heritier* con 31 ejemplares (16,230 %), el *Lycium cestroides Schlecht.* con 30 ejemplares (15,707 %), mientras que el *Arundo donax* (5,759 %) y la *Baccharis latifolia* (2,618 %), son las especies con menor abundancia en el estrato arbustivo. (Ver cuadro N° 25)

Especie	Nombre Científico	Familia	N° de individuos	Porcentaje %
Cidron	<i>Aloysia citrodora</i>	Verbenaceae	42	21,990
Tusca	<i>Acacia aroma</i>	Leguminosae	37	19,372
Verbesina	<i>Verbesina sp.</i>	Compositae	35	18,325
Duraznillo	<i>Cestrum parqui L'</i>	Solanaceae	31	16,230

negro	<i>Heritier</i>			
Talilla	<i>Lycium cestroides</i> <i>Schlecht.</i>	Solanaceae	30	15,707
Caña hueca	<i>Arundo donax</i>	Poaceae	11	5,759
Chillca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	5	2,618

Cuadro N° 25: Porcentaje del estrato arbustivo de acuerdo al número de individuos

Fuente: Elaboración propia. 2020

Especie	Nombre científico	Familia	N° de individuos	D (ind/ha)	Dr %	Fa %	Fr %
Cidron	<i>Aloysia citrodora</i>	Verbenaceae	42	84	21,990	100	16,667
Tusca	<i>Acacia aroma</i>	Leguminosae	37	74	19,372	100	16,667
Verbesina	<i>Verbesina sp.</i>	Compositae	35	70	18,325	100	16,667
Duraznillo negro	<i>Cestrum parqui L'</i> <i>Heritier</i>	Solanaceae	31	62	16,230	100	16,667
Talilla	<i>Lycium cestroides</i>	Solanaceae	30	60	15,707	100	16,667

	<i>Schlecht.</i>						
Caña hueca	<i>Arundo donax</i>	Poaceae	11	22	5,759	50	8,333
Chillca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	5	10	2,618	50	8,333
		Total	191	382	100	600	100

Cuadro N° 26: Parámetros ecológicos del estrato arbustivo

Fuente: Elaboración propia. 2020.

En el cuadro, se presenta el número de individuos encontrados en 2 parcelas de 2500 m² (5000 m²), así como la densidad, densidad relativa y frecuencias de las especies.

3.3.2. Densidad (D):

En las 2 parcelas de muestreo del estrato arbustivo, las especies más densas son: *Aloysia citrodora* con 42 individuos en media hectárea, que da un equivalente de 84 ind/ha, seguido de *Acacia aroma* con 74 ind/ha, *Verbesina sp.* con 70 ind/ha, *Cestrum parqui L' Heritier* con 62 ind/ha, *Lycium cestroides Schlecht* con 60 ind/ha, el arbusto *Arundo donax* con 22 ind/ha y la *Baccharis latifolia* con 10 ind/ha.

3.3.3. Densidad Relativa (Dr):

Las especies que presentan mayor densidad relativa son: *Aloysia citrodora*, *Acacia aroma*, *Verbesina sp.*, *Cestrum parqui L' Heritier* y *Lycium cestroides Schlecht.* con 21,990%; 19,372%; 18,325%; 16,230% y 15,707% respectivamente; las que tienen menor densidad relativa son: *Arundo donax* y *Baccharis latifolia* con 5,759 y 2,618 %. (Ver Anexo N° 24).

3.3.4. Frecuencia:

En el bioparque urbano de Tarija, los arbustos que se encuentran con mayor frecuencia son: *Aloysia citrodora*, *Acacia aroma*, *Verbesina sp.*, *Cestrum parqui L'* *Heritier* y *Lycium cestroides Schlecht*, en un 100 % para todas, mientras que las especies *Arundo donax* y *Baccharis latifolia* se presentan en un 50 %.

3.3.5. Índice de Shannon-Wiener (H):

El índice se lo expresa de la siguiente manera.

$$H = -\sum pi * \ln ln * pi$$

Dónde:

H = Índice de Shannon-Wiener.

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

Obteniendo 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.

En el cuadro que se muestra a continuación, se presentan los cálculos de este índice de diversidad.

Nº	Especie	Nombre Científico	Nº de individuos	Pi (Proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N)	Pi*Ln(Pi)
1	Cidron	<i>Aloysia citrodora</i>	42	0,220	-0,333
2	Tusca	<i>Acacia aroma</i>	37	0,194	-0,318
3	Verbesina	<i>Verbesina sp.</i>	35	0,183	-0,311
4	Duraznillo negro	<i>Cestrum parqui L'</i> <i>Heritier</i>	31	0,162	-0,295
5	Talilla	<i>Lycium cestroides Schlecht.</i>	30	0,157	-0,291
6	Caña hueca	<i>Arundo donax</i>	11	0,058	-0,165
7	Chillca	<i>Baccharis latifolia</i>	5	0,026	-0,095
		TOTALES	191		-1,808

Cuadro N° 27: Resultados del índice de Shannon-Wiener para el Estrato Arbustivo del Bioparque Urbano de Tarija

Fuente: Elaboración propia. (2020).

$$H = -\sum p_i * \ln * p_i$$

$$H = - (- 1,808)$$

$$H = 1,808$$

De acuerdo a la fórmula que se aplica para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo, se llegó a un valor de 1,808. Este valor encontrado no tiene ni una unidad, ya que solo se lo determina para hacer la interpretación correspondiente, de acuerdo al Cuadro N° 28. (Ver Anexo N° 25).

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36 -3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Cuadro N° 28: Valores para Interpretación del índice Shannon-Wiener.

Fuente: Aguirre Z. (2013).

Para el estrato arbustivo obtuvimos un valor de 1,808 que, en la tabla de valores para la interpretación de este índice, se encuentra en el rango de 1,36 – 3,5 lo que significa que el bosque del Bioparque Urbano presenta una diversidad Media, según la clasificación de Aguirre Z. (2013) “Guía de métodos para medir la biodiversidad”.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones:

- ☐ El estudio de la composición y riqueza florística en el Bioparque Urbano de Tarija, ha permitido establecer parámetros sobre el estado actual de conservación de la vegetación natural e identificando las especies que están en proceso de disminución, a su vez, permitiendo establecer criterios técnicos orientados al manejo y conservación de la flora que existe en la zona.

- ☐ En el estrato arbóreo se evaluaron 3 familias botánicas compuestas por 6 especies y 381 ejemplares evaluados en media hectarea. La familia Leguminosae es la más representativa con 66 % compuestas por 4 especies Algarrobo (*Prosopis sp.*), Chañar (*Geoffroea decorticans*), Churqui (*Acacia caven*) y Jarca (*Acacia visco*).

- ☐ En cuanto a la estructura horizontal del bosque, en el análisis del índice de valor de importancia (IVI), las especies con mayor peso ecológico en el bioparque urbano son: Algarrobo (*Prosopis sp.*) con un 159,394 %, después se encuentra la especie del Chañar (*Geoffroea decorticans*) con el 40,756 %, seguido del Churqui (*Acacia caven*) con el 36,332 % y la Jarca (*Acacia visco*) con un 28,779 %. Con respecto a la distribución de la clase diamétrica de los individuos la mayor cantidad de árboles se concentran en la clase diamétrica de 0,10 – 0,19 m, registrando en su categoría 316 ejemplares por media hectárea con un 82,94 % del total de las especies arbóreas evaluadas.

- ☐ De acuerdo a la distribución diamétrica del área basal, se determinó un área basal (AB) de 8,463 m² en media hectárea muestreada. El bosque del

Bioparque Urbano de Tarija presenta una posición de copa con plena iluminación en la parte de arriba, cayendo en la categoría 2 con 205 árboles arrojado un 53,81 % y una forma de copa de los árboles también de categoría 2 de forma de un círculo irregular con un total de 272 árboles, haciendo un 71,39 %.

- ☐ En las categorías de brinzales y latizales se logró evaluar a 94 individuos, 6 especies en regeneración y 3 familias botánicas por media hectárea. las especies con mayores abundancias son: El algarrobo (*Prosopis sp.*) y el chañar (*Geoffroea decorticans*) En este análisis se muestra que existe una diferencia en regeneración Brinzal con 56 individuos de tallo leñoso por media hectárea con el 60 % y Latizal con 38 individuos de tallo leñoso, representando el 40%.

- ☐ De acuerdo a la riqueza específica de Margaleff, la parcela 1 nos dio un valor de 0,924; la parcela 2 un valor de 0,593. Según estos datos obtenidos en ambas parcelas, se tiene valores menores a 2, lo que nos indica que el bosque del bioparque urbano presenta una diversidad baja.

- ☐ De acuerdo a nuestros resultados obtenidos en la parcela 1 nos da un valor de 0,345 y en la parcela 2 tenemos un resultado de 0,902. Según la escala de significancia del Índice de dominancia de Simpson. Llegamos a la conclusión que la parcela 1 tiene una diversidad Media y la parcela 2 presenta una diversidad Alta.

- ☐ Según el índice de Shannon-Wiener, de acuerdo a cada una de las especies se llegó a un valor de 0,976. Valor que se encuentra en el rango de $< 1,5$ lo que significa que el bosque del Bioparque Urbano presenta una diversidad Baja.

- ☐ En el estrato arbustivo se evaluaron un total de 191 individuos de 7 especies pertenecientes a 6 familias botánicas en media hectárea. Las especies más representativas fueron: Cidron (*Aloysia citrodora*) con 42 ejemplares, con 37 individuos se encuentra la especie Tusca (*Acacia aroma*), seguida de la Verbesina (*Verbesina sp.*) con un número de 35 ejemplares, el Duraznillo negro (*Cestrum parqui L' Heritier*) con 31 individuos, la Talilla (*Lycium cestroides Schlecht.*) con 30 individuos, la caña hueca y la chillca con 11 y 5 ejemplares respectivamente.

4.2. Recomendaciones:

- ☐ Aprovechar el establecimiento de las parcelas permanentes de muestreo para realizar futuros estudios que permitan determinar el comportamiento del bosque, ritmo de crecimiento diamétrico y mortandad.
- ☐ Mantener las áreas donde se ubican las PPM sin intervención humana, a menos que se trate de estudios científicos.
- ☐ Se debe incentivar en la conservación y protección de este bosque, ya que presenta índices de importancia ecológica alta de especies que gran valor ecológico y también representan una gran importancia para la fauna silvestre.
- ☐ Realizar la evaluación general de la diversidad florística en cuanto al estrato herbáceo ya que se pudo evidenciar a simple vista una diversidad muy variada.

- ☐ También es recomendable la realización de otro tipo de estudios y colecciones botánicas de la vegetación perteneciente a la zona.