

1. INTRODUCCIÓN

Una mirada rápida del paisaje en las laderas de la serranía de Sama, sugiere una cobertura vegetal arbustiva y herbácea de tipo altoandino, sin embargo, la topografía de las serranías altas con pendientes escarpadas forman cañadones y valles angostos con microclimas que determinan el establecimiento de bosques semicaducifolios en algunos casos y en otros la elevada evapotranspiración hace posible la existencia de bosques siempreverdes de pinos y arrayanes en las partes angostas de los afluentes al río San Andrés y El Molino. A pesar de esta condición de inaccesibilidad se nota que no es un factor limitante para constituirse en un recurso efectivo de uso por los pobladores locales, dado que la fragilidad de estos bosques combinado con el uso inadecuado están provocando desequilibrios irreversibles en la cobertura vegetal.

Las entidades conservacionistas como los responsables de la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama y algunas de desarrollo rural han realizado esfuerzos para conocer el estado de los recursos naturales traducidos en los documentos de diagnóstico, pero se denota que no es suficiente, por ejemplo, en el caso de la vegetación natural, se presenta con el inconveniente de que no existe información a detalle de los relictos boscosos, contando únicamente con documentos a nivel de reconocimiento con cartografía de escala pequeña. Asimismo, se desconoce los diferentes cambios ocurridos en el uso de la tierra en términos de superficie y la dinámica de incrementos o disminución en cuanto se refiere a los cambios de cobertura vegetal natural en general.

En estas condiciones, el conocimiento del recurso forestal es de suma importancia para un uso sostenible de los recursos naturales, por lo tanto, es necesario poner una especial atención al estado actual y potencial para implementar planes de manejo sostenible. Asimismo, esta información posibilitará que los agricultores de la región se interesen en la conservación de su entorno natural.

Por las razones anotadas, está sobradamente justificada realizar una investigación sobre los recursos forestales, cuyos resultados se constituirán apenas en un insumo

para tomar decisiones de manejo y a la vez que genere motivación a las autoridades para implementar proyectos de desarrollo rural considerando los recursos forestales como una alternativa de solución a problemas socioeconómicos. Es decir, la información obtenida en el estudio, permitirá tomar decisiones respecto a qué hacer con el bosque y que actividades a realizar, para ello, necesariamente se deben seguir ciertas normas técnicas, que exigen el conocimiento de los recursos del bosque. Todas las acciones a seguir en un plan de manejo, derivan del análisis de la información proveniente de levantamientos forestales y en la medida en que esta sea de calidad, las acciones propuestas serán las más adecuadas para conseguir una producción sostenible del bosque, no se puede proponer un plan de manejo sin contar con un inventario y menos cualquier consideración ecológica o silvicultural sobre el bosque si no se conoce lo que tiene el bosque.

JUSTIFICACIÓN

La zona de estudio presenta variaciones fisonómicas evidentes como consecuencia de la influencia climática, además de la alteración de la cobertura vegetal por actividades agrícolas y ganaderas.

No existe información actualizada de la estructura de los relictos boscosos de este piso ecológico, de su ecología, de la disponibilidad de los recursos aprovechables y las pautas que conduzcan a la conservación o al manejo de estos bosques. Por esta razón, se considera de carácter prioritario todo tipo de investigación que conduzca a obtener la información necesaria sobre la ecología de estos bosques a fin de ser manejados en una dimensión sostenible.

Asimismo, el conocimiento de la estructura de la vegetación arbórea es necesario para innumerables actividades de investigación, manejo y desarrollo; por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico. En síntesis, cuanto más complejo y detallado sea el conocimiento de la estructura del bosque, mayor será el aporte al manejo sostenido de los bosques de los cuales el hombre es parte inseparable de este ecosistema.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar la estructura arbórea, mediante la aplicación de métodos ecológicos y dasométricos de análisis de la vegetación, como contribución al manejo sostenible de los recursos forestales del bosque semideciduo emplazado en el piso montano de la subcuenca del río El Molino.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la estructura del bosque mediante la aplicación de variables cuantitativas como la abundancia, densidad, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia.
- Determinar la expansión vertical o posición sociológica y estructura diamétrica de las especies arbóreas de mayor representatividad en este ecosistema.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 DEFINICIÓN DE VEGETACIÓN

Conceptualmente se entiende por vegetación el manto vegetal de un territorio dado. Actúa como estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantiene microclimas locales, filtra la atmosfera, atenúa el ruido, es el hábitat de las especies animales, etc. (Aguilo et al. Citado por Piotti, 1997)

En su concepto general vegetación es el conjunto de vegetales existentes en un paisaje o terreno. (Vox, citado por Pacheco, 1978). Botánicamente en la fisonomía del manto vegetal de una región, dependiendo esencialmente de tres factores: temperatura, humedad y naturaleza del suelo. (Kuer, citado por Pacheco, 1978). Vegetación natural o autóctona es aquella que crece salvaje, sin cultivo alguno en un determinado clima y suelo. (Kuer, citado por Pacheco, 1978)

Vegetación xerofítica es donde los vegetales están adaptados en vivir en escasa humedad, son propios de suelos muy secos o salinos y logran esta adaptación modificando los órganos transpiradores en: cutinización y engrosamiento exterior de la epidermis, formación de huecos alrededor de estomas, alargando y ramificando raíces. (Vox, citado por Pacheco, 1978)

1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS BOSQUES

Es importante tener un entendimiento claro de la estructura y desarrollo de las masas arboladas y los elementos relacionados con su distribución y para clasificar las mismas se necesita definir la composición de especies, densidad de los árboles, estratos e incluso la estimación del crecimiento potencial en las localidades donde crecen. (Hocker, 1984)

La caracterización de la estructura es una condicionante básica para tomar decisiones sobre el manejo de los recursos forestales, tanto en localidades bajo aprovechamiento

o uso, como en áreas naturales protegidas (Corral *et al.*, 2005), así como en las masas arboladas urbanas.

1.2.1 GENERALIDADES BOSQUE TUCUMANO BOLIVIANO

Son bosques semihúmedos siempreverdes y con abundancia de epífitas; presentes en algunos sectores de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija (SERNAP, 2005). En las laderas y quebradas del extremo este de la Reserva, entre alturas que varían desde los 1.990 a 3.000 m.s.n.m., se tiene una representación del piso superior de estos bosques, con sus máximas representaciones en las comunidades del Rincón de la Victoria, San Pedro de Sola y Calderillas (Pocewicz, 2000, citado por SERNAP, 2005)

De acuerdo al estudio que hizo Teodoro Meyer sobre la Selva Tucumana de “Las Pavas” (1963) hace referencia a las formaciones vegetales integradas por Pino de Cerro y Alisos como arboles poco frecuentes en la selva de Mirtáceas (Bosque medio de la Formación Tucumano-Boliviana) pero que en pisos superiores de la montaña forman Bosques uniespecíficos de singular belleza.

En estos hábitats las temperaturas anuales están entre los 5 a 23 °C; con notable influencia de vientos fríos del sur (surazos), especialmente entre los meses de junio a septiembre, causando temperaturas mínimas muy bajas. La precipitación media anual es inferior a los 1.000 mm.

En las partes altas de esta ecoregión se encuentran pequeños bosques mixtos de quewiña (*Polylepis hieronymi* y *P. crista-galli*), chirimolle (*Escallonia resinosa*) y aliso (*Alnus acuminata*). En altitudes menores están los bosques de pino de cerro (*Podocarpus parlaorei*) entremezclados con aliso (*Alnus acuminata*), sauco (*Fagara coco*), espinillo (*Duranta serratifolia*) y varias especies de epífitas (*Tillandsia* spp.).

Los bosques Tucumano-Bolivianos se constituyen en hábitats de varias especies de fauna; destacándose los venados (*Hippocamelus antisensis*), que en periodo de invierno bajan desde las serranías de Sama en busca de alimento. Otros mamíferos como el gato de los pajonales (*Felis colocolo*) y aves como el mirlo de agua (*Cinclus schulzi*), la coludita de la quewiña (*Leptasthenura yanacensis*) y el carpinteo de la

quewiña (*Oreomanes fraseri*) dependen de este hábitat para sobrevivir (SERNAP, 2005)

1.3 VARIABLES DASOMÉTRICAS CONCEPTOS BÁSICOS

1.3.1 DIÁMETRO

El diámetro del tronco de un árbol es uno de los parámetros de mayor uso para estudios de ecología vegetal. El diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia (Romahn de la Vega et al., 1994). Esta medida sirve, a su vez, para medir el área basal y el volumen del tronco de los árboles. El diámetro de los árboles se mide a una altura de 1.3 m de la superficie del suelo (DAP=diámetro a la altura del pecho) utilizando una cinta diamétrica. También, es posible medir el diámetro con una forcípula o con una cinta métrica. (Mostacedo y Fredericksen 2000)

Cuando se mide el perímetro el cálculo para transformar a diámetro es el siguiente:

$$D = \frac{p}{\pi}$$

Dónde:

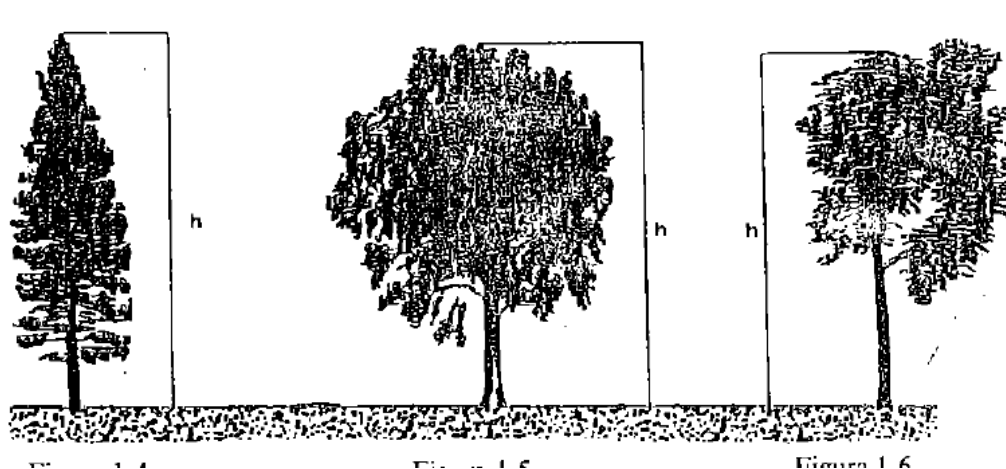
D = diámetro

P = perímetro o circunferencia

π = 3.14159226

1.3.2 ALTURA TOTAL DEL ÁRBOL

Se define como 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.



Medición de la altura total de un árbol

1.4 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA VEGETACIÓN

1.4.1 ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL BOSQUE

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. Valerio y Salas (1996)

1.4.1.1 ABUNDANCIA

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. Según Valerio y Salas (1996)

1.4.1.2 FRECUENCIA

La frecuencia se refiere a la existencia o a la ausencia de una especie en determinada parcela, Lamprecht (1990). Torres (2000), define la frecuencia relativa de una población en base a los datos de las especies presentes en el inventario de sitios de

muestreo. Cotejándola con la información del censo global (frecuencia absoluta) de la misma área.

1.4.1.3 DOMINANCIA

El área basal también puede utilizarse para expresar la dominancia como indicador de la potencialidad productiva de una especie. Es un parámetro que dá idea de la calidad de sitio (Finol, 1971)

Es la sección determinada en la superficie de suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo que equivale al análisis de la proyección horizontal de las copas de los árboles. Sin embargo, en el bosque tropical resulta difícil determinar dichos valores por la complejidad de la estructura, especialmente por los distintos doseles dispuestos uno encima de otro y la entremezcla de las copas unas con otras. Por tanto se utiliza el área basal de los fustes de los árboles en sustitución de la proyección de las copas, calculando en base a las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los fustes. La dominancia se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera.

1.4.1.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

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.

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. Mostacedo y Fredericksen (2000)

1.4.1.5 DENSIDAD

En la práctica forestal se considera como densidad al número medio de individuos (árboles) por hectárea u otra unidad de superficie más pequeña cuando se trata de

vegetación menos. También puede considerarse la densidad como el número medio de individuos por superficie.

Según Oosting (1971) densidad es el número medio de individuos por superficie tomada como muestra. Si en una serie de diez individuos de una especie, la densidad es uno, indiferentemente de que todos se encuentren en una sola parcela o uno en cada una de ellas. De acuerdo a lo anterior se deduce que es necesario interpretar los valores de la densidad o determinar otros caracteres que combinados con la densidad, sirvan para completar el conjunto. La frecuencia es uno de esos caracteres.

1.4.1.6 DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA

Las distribuciones del número de árboles por clases diamétricas representan una estructura total que se presenta en cualquier tipo de bosque, una curva en forma de “j” invertida significa que el número de individuos va disminuyendo conforme aumenta el diámetro a la altura del pecho (DAP).

Se han hecho varios intentos de ajustar la distribución diamétrica del bosque a diferentes funciones matemáticas, como ser la serie geométrica decreciente y el modelo matemático de la ecuación exponencial negativa (ley de Liocourt), pero la conclusión más realista es que al ajustar las distribuciones observadas a modelos matemáticos es una tarea difícil debido al que el bosque no es tan organizado. Así volvemos al modelo gráfico de las distribuciones de la jota invertida. (Finegan, 1992)

1.4.2 ESTRUCTURA VERTICAL

La estructura vertical es 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 y Salas (1996)

1.4.2.1 POSICIÓN SOCIOLÓGICA

La PS es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los distintos sustratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986).

El sustrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres: superior, medio e inferior. Acosta (2006)

Siguiendo la metodología de Finol (1976), se asigna un valor fitosociológico a cada sustrato, el cual se obtiene dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

$$VF = \frac{n}{N}$$

Siendo:

VF = Valor Fitosociológico del sub-estrato;

n = número de individuos del sub-estrato;

N = Número total de individuos de todas las especies.

1.4.2.2 REGENERACIÓN NATURAL

La regeneración natural es definida como un proceso biológico y ecológico que ocurre en el bosque natural usado como mecanismo de sucesión vegetal o forestal a través del tiempo. La regeneración natural es la encargada de reponer todos los árboles viejos o que caen por alguna causa natural, aprovechamientos o por la deforestación misma, Grijalva y Blandón (2005)

Para que una masa boscosa permanezca en su estado natural es necesario su capacidad de auto perpetuarse, para el éxito de cualquier sistema de manejo forestal sostenible es necesario conocer los aspectos que rigen la dinámica de la regeneración (Sáenz y Finegan 2000)

La capacidad de la regeneración natural de la especie depende mucho de los caracteres ecológicos de la semilla y las condiciones que presenta el bosque, estos son los principales factores involucrados que determinan la abundancia de plántulas, es por eso que Mostacedo y Pinard (2001) determinan como etapa crítica la fase de semilla y plántulas las cuales se deben tomar como un punto muy importante antes de realizar un aprovechamiento forestal.

1.5 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Según Lampretch (citado por Becerra, 1971) es uno de los estudios fundamentales que se debe efectuar para tener bases seguras en el planeamiento del manejo silvicultural, en este entendido se refiere a las especies que existen en una determinada comunidad. La composición florística del recurso forestal se refiere a la existencia de especies forestales dentro de un tipo de bosques para lugar determinado (Claros- Licona, 1995)

1.5.1 COCIENTE DE MEZCLA

Según Becerra (1971), el cociente de mezcla sirve para medir la intensidad de mezcla de las especies. Para calcularlo se divide el número de especies encontradas por el total de árboles levantados, obteniéndose una cifra que presente el promedio de individuos de cada especie de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{Cociente de Mezcla} = \frac{\text{número de especies}}{\text{número de árboles}}$$

El grado de participación florística de las especies puede ser representado por el cociente de mezcla que mide la intensidad de mezcla de un rodal o sitio (Quevedo, 1986)

1.6 ASPECTOS DASONOMÉTRICOS

1.6.1 NÚMERO DE ÁRBOLES

La distribución del número de árboles por clase diamétrica es un reflejo de la dinámica de la población ya que indica la frecuencia de establecimiento exitoso de los árboles (Valerio- Salas, 1998):

- Una distribución uniforme sin una tendencia evidente, de número del individuo por clase de diámetro, depende de la frecuencia de apertura de espacios (claros) propicios para sus establecimientos.
- Una distribución que sigue un patrón de disminución conforme aumenta el diámetro o jota invertida, corresponde a la tasa de mortalidad de una población que se ha establecido independientemente de la frecuencia de apertura de clases.
- El análisis de la distribución diamétrica de número de árboles de una especie, permite identificar las características ecológicas, su estrategia de perpetuación y la posible respuesta a las intervenciones.

En los bosques naturales se pueden encontrar proporciones diferentes de especies con una u otra estrategia y es necesario mantener esta proporción después de una intervención humana. Estas proporciones son particulares para cada ecosistema, ya que corresponde a la dinámica de esa comunidad (Valerio-Salas, 1998)

1.6.2 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 (Matteucci y Colma, 1982). 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). En arbustos u otras plantas, que se ramifican desde la base, el diámetro o perímetro se toma a la altura del suelo. Mostacedo y Fredericksen (2000). Cuando se tiene el DAP, el área basal (AB) para un individuo se obtiene de la siguiente manera:

$$AB = \pi(D^2/4)$$

Donde:

$$\pi = 3.141592$$

D = diámetro a la altura del pecho

1.6.3 VOLUMEN

Según Tapia (1979), uno de los usos más importantes que se le puede dar a la teoría de las interrelaciones en la silvicultura y para caracterizar a la vegetación es el cálculo del volumen.

Como se sabe el volumen de un árbol es calculado en función de muchas variables interactuantes como diámetro, altura, factor mórfico, edad, índice de sitio, etc.

El potencial del recurso forestal de un determinado sitio o de un bosque se cuantifica sobre la bases de fórmulas volumétricas empleadas normalmente en la ciencias forestales (Tapia-1979)

Se define volumen potencial como aquel que aún no se encuentra apto para ser aprovechado, es decir, aquellos árboles que están en crecimiento y por debajo del diámetro mínimo de corta; y volumen y actual es aquel que está por encima del diámetro mínimo de corta, es decir, aquellos árboles que han alcanzado su madurez comercial.

La fórmula para calcular el volumen, utilizando para el presente trabajo es propuesto por Hubert:

$$V = AB * HC * ff$$

Donde:

V = volumen m³

AB = área basal m²

HC = altura comercial m

Ff = factor de forma

1.7 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE TRANSECTOS DE MEDICIÓN

1.7.1. TRANSECTOS

El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Un transecto es un

rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse. En los transectos, generalmente se miden parámetros como altura de la planta, abundancia, DAP y frecuencia. Mostacedo y Fredericksen (2000)

1.7.2 TRANSECTOS VARIABLES

Este método es una variante de los transectos y fue propuesto por Foster et al. (1995), para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. Este método tiene como base muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos. El método consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse.

Para considerar el número de plantas a muestrear, se debe tomar en cuenta que usualmente es mejor hacer muchos muestreos pequeños que pocos muestreos grandes. Foster et al. (1995) mencionan que 50 individuos de muestreo para cada clase de plantas puede ser un número adecuado, con el cual se pueden hacer varios muestreos representativos en un solo día. El ancho del transecto es variable y depende de la clase de plantas y la densidad de individuos. Por ejemplo, si se quiere muestrear árboles, en bosques densos el ancho del transecto será menor, mientras que en áreas quemadas o pastoreadas (pocos árboles) tendrá que aumentarse. Mostacedo y Fredericksen (2000)

1.8 DISEÑO DE MUESTREO

1.8.1 MUESTREO POR AZAR SIMPLE

Es uno de los métodos más sencillos de utilizar y generalmente se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse.

El esquema consiste primeramente en seleccionar la población que se desea estudiar. Posteriormente se debe realizar una especie de cuadros o pequeñas zonas de muestreo

para luego elegir al azar un determinado número de muestras dentro de la población de acuerdo al índice que se requiera para tal estudio.

Aparte de este método solo el muestreo estratificado y el sistemático son de mayor interés en este contexto. (Carrillo, 1991; Dauber, 1995).

1.8.2 MUESTREO SISTEMÁTICO

Este tipo de muestreo es muy útil para detectar la variabilidad espacial en la comunidad. Consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales mediante un patrón regular en toda la zona (Mostacedo B. & Fredericksen T., 2000) dicho de otra manera las muestras son ubicadas a intervalos mecánicamente espaciados o con un arreglo fijo empleando líneas paralelas equidistantes que van en dirección perpendicular a variaciones topográficas y en donde se ubican las unidades o sitios de muestreo (Carrillo, 1991)

Este método a diferencia del muestreo aleatorio, se puede planificar en el mismo lugar donde se realizará el estudio y la aplicación del diseño es más rápido.

1.8.3 MUESTREO POR BLOQUES

En el muestreo por bloques el bosque está dividido por bloques de igual tamaño y de cada bloque se saca la misma cantidad de unidades de muestreo por azar (Dauber, 1995)

1.8.4 ALEATORIO ESTRATIFICADO

Al contrario del anterior, el requisito principal para la aplicación de este método es el conocimiento previo de alguna información que permita subdividir a la población de acuerdo a la homogeneidad que contengan estas. Luego de realizar esta subdivisión en subgrupos o estratos, dentro de cada una de ellas se procede a realizar un muestreo aleatorio simple.

1.8.5 MUESTREOS FITOSOCIOLOGICOS

Este tipo de muestreo fue iniciado por Braun-Blanquet y sirve, especialmente, para estimar la dominancia de especies por medio de la cobertura. La ventaja de este método es la rapidez con que se puede caracterizar y clasificar la vegetación. Su

desventaja es la subjetividad con que se obtiene la información, además de que se debe conocer toda la flora existente en las zonas de muestreo, ya que el área de muestreo está relacionada con el área mínima. Lo primero que se debe hacer es buscar áreas homogéneas. Posteriormente, se debe hacer un inventario de todas las especies que existen en esas áreas. Una vez encontradas todas las especies, se procede a darle categorías de cobertura a cada especie en toda el área inventariada. Estas categorías son: r = uno o pocos individuos; + = menos de 5% de cobertura; 1 = abundante, pero con cobertura muy baja, pero siempre menor a 5%; 2 = muy abundante y menos de 5% de cobertura, o menos abundante y 5 a 25% de cobertura; 3 = 25 a 50% de cobertura, independientemente del número de individuos; 4 = 50 a 75% de cobertura, independientemente del número de individuos; y por último 5 = 75 a 100% de cobertura, independientemente del número de individuos.

Una vez que se hayan realizado estos procedimientos en varios lugares y reiteradamente, se procede a agrupar las parcelas por la dominancia e identificación de especies características, además de tomar en cuenta criterios geomorfológicos, edáficos, y climáticos. Luego se procede a darle un nombre a cada grupo (denominado “asociación”) bajo la nomenclatura fitosociológica. Este nombre proviene, primero, de la especie más dominante y segundo, de la especie característica de esa asociación. Mostacedo y Fredericksen (2000)

1.8.6 NÚMERO DE MUESTREOS

Para que el muestreo sea representativo y para que los datos tengan una distribución normal, lo ideal sería realizar el mayor número de muestreos. A pesar que existen algunos métodos matemáticos para determinar el número de unidades muestrales, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo para realizar el número adecuado de muestreo. El número de muestreos aumenta mucho más cuando las variables de estudio son heterogéneas. Mostacedo y Fredericksen (2000)

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2. ZONA DE ESTUDIO

2.1 LOCALIZACIÓN

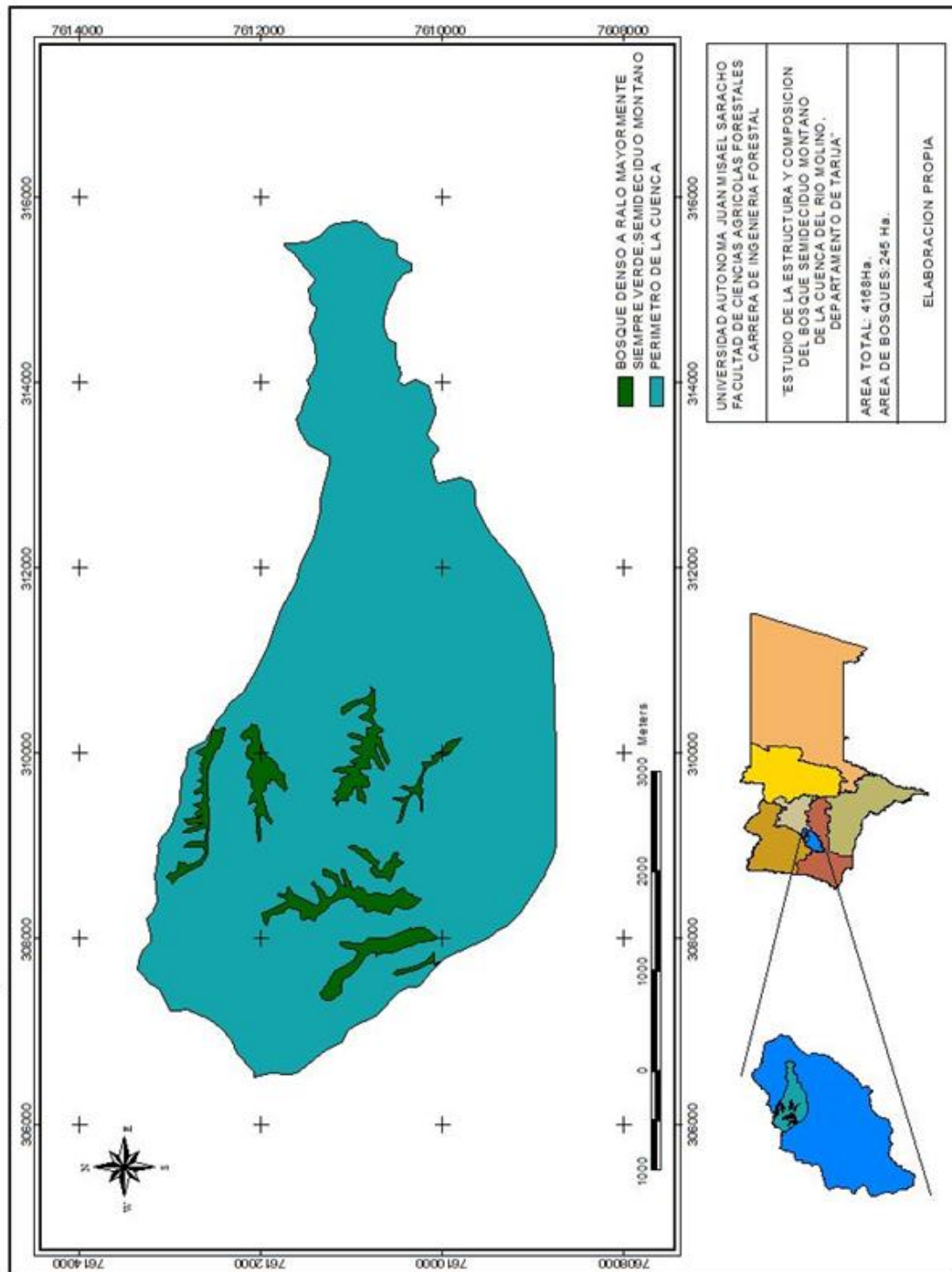
La subcuenca el Molino tiene una superficie de 4.168 ha. de las cuales 245.48 ha son de bosque denso a ralo mayormente siempre verde, semideciduo montano.

Está ubicada aproximadamente a 8 km al sud oeste de la ciudad de Tarija; limita al norte con la Reserva Biológica Cordillera de Sama y al noreste con el valle del río Guadalquivir, separada al sud este por el embalse San Jacinto y al oeste con la subcuenca Pinos. Está formado por dos afluentes principales Río el Molino y Río San Andrés.

Según el servicio nacional de caminos las vías de acceso a la zona es de estudio es de acuerdo a Tarija San Andrés, Tarija Tolomosa, Tarija San Jacinto y además encontrándose otras vías para comunicar comunidades vecinas.

De acuerdo a la división administrativa del departamento, la subcuenca el Molino es parte integral de la cuenca de Tolomosa. Pertenece a la provincia cercado del departamento de Tarija; comprende las siguientes comunidades; Sola, San Andrés, Guerrahuayco, Tolomosa, Tolomosa oeste y parte de Tolomosa centro.

MAPA DE UBICACIÓN DE LOS BOSQUES



2.2. GEOMORFOLOGÍA

El paisaje de la subcuenca forma parte de la montaña estructural alta con paisajes de laderas en cuarcitas, areniscas y conglomerados con una superficie de 1.600 Ha. y la llanura fluvio- lacustre con un paisaje de terrazas fluvio-lacustres que se extienden en una superficie de 484 ha. Presenta un relieve muy escarpado mayor a 60% en la parte montañosa de la subcuenca, predomina áreas sin erosión o con erosión ligera en forma laminar y surcos, movimientos en masas lentos, pequeños deslizamientos y erosión en cárcavas ligera en 54% y áreas con erosión moderada a severa en cárcavas, deslizamientos activos y derrumbes que afectan a la subcuenca aproximadamente en un 14%. (INIBREH, 2007).

2.3 SUELOS

Esta zona se caracteriza por presentar suelos formados a partir de terrazas aluviales, coluviales y coluvio aluviales depositados durante el periodo terciario y cuaternario respectivamente, con diferentes niveles de terrazas, como consecuencia de la acumulación y posterior entallamiento y profundización de los ríos. Los suelos son del tipo Cambisoles, Lixisoles (INIBREH, 2007).

El paisaje geomorfológico dominante son laderas en cuarcitas, areniscas y conglomerados y laderas en areniscas, lutitas, limonitas y diamictitas, cubierto con vegetación herbácea, semidensa, graminoide baja, mixto, montano y matorral semidenso, medio, mayormente siempre verde, semideciduo, montano.

Los suelos corresponden a la asociación leptosol-regosol ubicada en las proximidades de la comunidad de San Andrés, con una superficie de 1.748 ha (42%). Son suelos muy superficiales con abundantes fragmentos gruesos y afloramientos rocosos, textura gruesa, colores pardo oscuros. También se tiene la asociación cambisol-lixisol, con suelos de texturas francas en la superficie y francas arcillosas en el resto del perfil, ubicados en las terrazas fluvio- lacustres cercanas a la comunidad de Tolomosita Oeste, con una superficie de 519 ha (12%).

2.4 CLIMA

Por la gradiente altitudinal que varía de 1.850 a 3.000 msnm, presenta dos tipos de climas. En la parte noreste en la llanura fluvio-lacustre, el clima es templado semiárido, con una temperatura media anual de 17°C y una precipitación media anual de 700 mm; en el sector montañoso, el clima es frío semihúmedo, con una precipitación media anual de 1.000 mm y temperatura de 14°C. (INIBREH, 2007)

Este tipo climático es transicional entre el clima de la zona de valle (templado semiárido) con el clima de la zona más alta (muy frío semihúmedo) de la Cordillera de Sama. Cabe subrayar que en el clima frío semihúmedo se presentan los pequeños bosques andinos de pino del cerro, aliso y queñoa.

2.5 VEGETACIÓN

La ubicación y características de la sub cuenca el Molino, favorecen a la presencia de diferentes especies vegetales. De acuerdo con Cabrera (1971), la vegetación de la cuenca del Rio Tolomosa, forma parte de los dominios fitogeográficos, Andino, Chaqueño y Amazónico proveniente de la selva Tucumano Boliviana. La vegetación del dominio Andino está representada por los géneros *Polylepsis*, que se presenta dispersa en cañadones y valles formando pequeños bosques, en algunos casos *Eupatorium* y *Baccharis* sp. formando arbustales de diferente cobertura en laderas montañosas y además pajonales de los géneros *Deyeuxia*, *Elyonurus*, *Stipa* y *Aristida*, (Beck, Killen y García 1993).

Por su parte la selva Tucumano Boliviana está representada por los géneros *Alnus*, *Podocarpus* y varias especies arbustivas Mirtáceas formando parte de los bosques húmedos nublados o montanos y transicionales de la selva Tucumano Boliviana a partir de los 2050 a 2800 m.s.n.m aproximadamente y el dominio chaqueño es representado por especies como *Acacia caven* (churqui), *Prosopis alba* (algarrobo), formando matorrales localizados con algunos árboles emergentes en la zona de valle con altitud menor a 2200m.s.n.m. (SERNAP 2005).

2.6 USO ACTUAL DE LA TIERRA

En la subcuenca predominan las áreas antro pisadas (cultivos agrícolas a secano, pastizales y cultivos con riego) con una superficie de 1.0454 ha. Se tienen también la formación vegetal herbácea densa, graminoide baja mixta, montano, que cubre aproximadamente 538 ha y, en menor proporción se presenta matorral denso a ralo, medio, mayormente caducifolio, semideciduo montano

La actividad principal en el pie de monte y terrazas aluviales es la agricultura intensiva con cultivos anuales y perennes que se extienden en aproximadamente el 887 ha. de la subcuenca; también el pastoreo extensivo con ganado bovino y ovino además de otras formas de uso.

Otro uso también que se le da es el silvospatoril con bovinos y extracción de leña; este tipo de ocupación se presenta en varios sectores dispersos ubicados en laderas de la serranía de Sama y el cerro Filo Grande, específicamente en los pequeños bosques andinos de Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger), Aliso (*Alnus jorullensis*; H.B.K) y Queñua (*Polylepis sp*).

Por las características florísticas de la vegetación, la unidad es fuente de forraje, productos maderables y no maderables. Forma parte de un área que se destina al pastoreo y ramoneo extensivo permanente de pequeños hatos de bovinos de los campesinos de las comunidades del área o de otras comunidades adyacentes. (INIBREH, 2007)

2.7 HIDROLOGÍA

El cauce principal es el Río Molino con un caudal aproximado de 0,93 m³/s, una longitud de 18.177 m y pendiente de 5 %; en la parte media y alta de la subcuenca, el río toma el nombre de río San Andrés con una longitud de 11.485 m y una pendiente de 10 %. Se presentan otros afluentes menores que también aportan sus aguas al río El Molino que desemboca directamente al Embalse San Jacinto. (INIBREH, 2007)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

- Cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1:50000
- Mapas del área de trabajo
- Imagen satelital
- Computadora
- Material de escritorio
- Mapa de vegetación de la cuenca del río Tolomosa
- GPS (sistema de posicionamiento global)
- Brújula
- Clinómetro
- Planillas de inventario forestal
- Tablero

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 TAMAÑO DEL ÁREA MUESTREADA

Para el estudio se utilizó una intensidad de muestreo de 0,1% como está establecido en la norma técnica 248/98. La superficie del área es 245 ha es de cobertura boscosa, las cuales fueron distribuidas en 50 parcelas en transectos longitudinales dentro los bosquecillos con el cuidado de que los relictos boscosos se encuentren en diferentes elevaciones sobre el nivel del mar.

Considerando la intensidad muestreada, se obtuvo aproximadamente 30 parcelas de 100 m² cada una, pero con el fin de disminuir el error de muestreo se tomó la decisión de aumentar a 50 el número de parcelas.

$$AP = I * At$$

El tamaño de cada parcela fue de 10 m x 10 m (100m²) (Anexo #1), y la distribución en los transectos se efectuó en forma sistemática entre parcelas dentro los relictos seleccionados al azar que corresponden a las unidades B2 (2000 m); B3 (2429 m); B6 (1811 m) y B8 (2614m), haciendo un total de 8854 m de longitud, este valor dividido entre las 50 parcelas resulta 150 m de separación entre unidades de muestreo. (Anexo # 2)

3.2.2 UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE MUESTREO

Como primer paso, para la ubicación de las parcelas, se observó el lugar y con una brújula se dio rumbo a cada transecto, tratando de tomar la mayor cantidad de la vegetación. (Anexo #3)

3.2.2.1 DEMARCACIÓN DE LA PARCELAS

Las parcelas una vez ubicadas y demarcadas con nylon en cada esquina de la parcela para la fácil inventariación de datos dasométricos de árboles en estudio a consideración del tema. (Anexo # 4)

3.2.2.2 MUESTREO

La caracterización estructural de la vegetación se llevó a cabo con el diseño de muestreo “al azar - estratificado”

El muestreo se realizó en diferentes estratos que abarca el área de trabajo, eligiendo un punto a partir del cual se trazó una transecta lineal ubicando sistemáticamente los puntos de muestreo a 150 m. de distancia de uno del otro.

3.2.3 LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

Consistió en el levantamiento de datos en las planillas confeccionadas (Anexo #5) tomando la siguiente información:

3.2.3.1 ESPECIE

Los árboles tomados en cuenta en el siguiente estudio fueron a partir de los 24 cm de circunferencia, se recolecto muestras de campo para su posterior identificación en el herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la ciudad de Tarija.

3.2.3.2 DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (cm)

El DAP fue medido con cinta diamétrica o huinchas, en algunos casos cuando el árbol presente algunas anomalías como por ejemplo aletones, podredumbres, se buscó puntos de medición de diámetros de referencia y haciendo conversión con la siguiente formula:

$$d = \frac{c}{\pi}$$

3.2.3.3 ALTURA TOTAL

Para la medición de la altura se aplicó la metodología a ojo. Siempre haciendo énfasis a la ubicación del árbol con relación a la pendiente del terreno.

3.2.3.4 CALIDAD

La calidad del árbol se tomó a criterio propio, constituyéndose una variable cualitativa más importante del árbol con los subjetivos de 1 a 3, guarda relación con su conformación morfológica, fenotipo y estructura.

(1)Fuste recto sin defectos físicos, (2) fuste ligeramente curvado con defectos leves, (3) fuste tortuoso o muy curvado con defectos graves en su estructura.

3.2.3.5 OBSERVACIONES

Estas observaciones guardan más relación con el estado sanitario del árbol y la forma, con los subjetivos de la siguiente manera, (T) torcido, (B) bifurcado, (R) recto, (P) podrido del árbol, (M) muerto el árbol.

3.2.4 METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA REGENERACIÓN

La cuantificación de la regeneración se realizó dentro de las parcelas de muestreo de 10 x10m (100 m²) haciendo unas pequeñas parcelas para los latizales de 2,5*2,5 m los diámetros tomados fueron a partir de los 3 cm y para los brizales de 1,5*1,5 m y de diámetros menores a 3 cm y con una altura de 0,50 (Anexo # 6)

3.2.5. VARIABLES MEDIDAS

Las variables que se estimaron son:

3.2.5.1. ABUNDANCIA

Es el número de árboles de cada especie dentro del rodal en estudio, se expresa en términos absolutos y relativos la abundancia relativa (ABR), será calculada como el porcentaje del número de individuos de una especie dada respecto al total de los individuos de la población.

$$Abr = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ de árboles para todas las especies}} * 100$$

3.2.5.2 DOMINANCIA

Representa la expansión horizontal dada por la proyección horizontal de las copas sobre el suelo por las dificultades de superposición del follaje en la estructura vertical y dado que existe una relación entre el área basal y proyección de copa se puede tomar como dominancia al área basal de las especies o rodal (dominancia absoluta).

La dominancia relativa, Relativa “DR” es la participación o porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total siendo este último valor igual a 100%.

$$DR = \frac{\text{Dominancia absoluta de la especie}}{\text{Total de la dominancia absoluta}} * 100$$

3.2.5.3 FRECUENCIA

Es la probabilidad de encontrar uno o más individuos de una determinada especie en una unidad particular y son expresadas como el porcentaje del número de unidades muestras.

La frecuencia relativa “FR”, se calcula sobre la base de la suma total de las frecuencias absolutas de una muestra que se considera igual a 100%.

$$Fab = \frac{N^{\circ} \text{ de transectos en que ocurre la especie}}{N^{\circ} \text{ total de transectos observados}} * 100$$

$$FR = \frac{\text{frecuencia absoluta de la especie}}{\text{total de la frecuencia absoluta}} * 100$$

3.2.5.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El índice de valor de importancia es utilizado para fines de comparación, pues no entrega ninguna información adicional.

$$IVI = \left(\sum (ABR\% + DR\% + FR\%) \right)$$

Dónde:

IVI = Índice de valor de importancia (0-300)

ABR% = Abundancia relativa de cada especie

DR% = Dominancia relativa de cada especie

FR% = Frecuencia relativa de cada especie

3.2.6 ANÁLISIS DE DATOS

- Para los tipos de vegetación definidos, se realizarán cálculos del Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie. El valor del IVI se obtendrá al sumar los valores relativos de frecuencia, abundancia y dominancia (que corresponden al DAP).
- Otra variable calculada será el Área Basal, que se obtiene por transformación del DAP, además del volumen por categoría diamétrica.
- Se compararán los promedios y error estándar de las variables: riqueza, abundancia e índice de diversidad por tipos de bosques definidos.
- Finalmente se obtendrán los porcentajes de abundancia por grado de exposición de copa, infestación de epifitas, calidad de fuste y árboles muertos por tipo de bosque.

3.2.7 POSICION SOCIOLÓGICA

Según Becerra (1971), el análisis de la expansión vertical indica la composición florística de los diferentes estratos del bosque en dirección vertical y sobre la importancia (abundancia, frecuencia, dominancia) de las diferentes especies en cada uno de ellos. Con esta finalidad es que se determina la posición sociológica de cada árbol; según que corresponda el estrato superior, medio, inferior y sotobosque.

Según Finol (1992), la presencia de especies en los diferentes estratos del bosque es de verdadera importancia fitosociológica, especialmente se trata de bosques muy irregulares y heterogéneos, como es el caso de los bosques tropicales. Este mismo autor, indica que una especie determinada tiene su lugar asegurado en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos sus estratos; por el contrario, aquellas que se encuentran solamente en el estrato inferior o inferior y medio, es muy dudosa su sobrevivencia en el desarrollo del bosque hacia el clímax. Se exceptúan de esta regla, aquellas especies que por caracteres propios

(probablemente genéticos), nunca llegan a pasar del estrato inferior (poco desarrollo y muy tolerantes a la sombra) y que probablemente siempre serán parte de su composición. Es

- a) Aplicando la clasificación simple de Lamprecht (1990), con respecto a la estructura vertical se tomará el piso superior (altura $> 2/3$ de la altura superior del vuelo), piso medio ($< 2/3 > 1/3$ de la altura superior del vuelo) y piso inferior ($< 1/3$ de la altura superior del vuelo)

Por ejemplo si la altura del dosel es 12 m, $1/3$ será 4 m, el piso medio 4 a 8 m y el dosel superior con árboles mayores a 8 m

Si se tienen los siguientes datos para una determinada especie los cálculos serán:

estrato	N° de arboles	
	Abs.	%
piso inferior		
piso medio		
piso superior		
total		

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Una vez realizada la evaluación de la vegetación y obtenidos los datos de campo registrados en las planillas diseñadas para tal fin, se identificaron 8 especies forestales pertenecientes a 8 familias botánicas (Anexo7), cuya abundancia total fue 468 árboles, distribuidos en 5000 m².

La asociación de Pinos y Guayabos, están confinados a microclimas particulares que conforman pequeños rodales emplazados en cañadones angostos de la Serranía de Sama. Las parcelas de muestreo fueron distribuidos equitativamente en cada rodal en función a la superficie, dicho de otro modo, el estrato arbóreo se concentra en pequeñas manchas de asociaciones topográficas y atmosféricas que condicionan un microhabitat particular, puesto que su establecimiento depende de la topografía del clima que se forma en los valles angostos.

CUADRO N° 1 Especies arbóreas existentes en la zona de estudio

N°	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Sauco hediondo	<i>Fagara sp.</i>	Rutaceae
2	Aliso chato	<i>Myrica sp.</i>	Myricaceae
3	Aliso blanco	<i>Alnus jorullensis H.B.K</i>	Betulaceae
4	Espinillo	<i>Duranta serratifolia (Gris.) Kuntze</i>	Verbenaceae
5	Guayabo	<i>Myrcianthes pseudomato (Legr) Mc. Vangh</i>	Myrtaceae
6	Pino de cerro	<i>Podocarpus parlatorei; Pilger</i>	Podocarpaceae
7	SN1	<i>Leucothoe sp.</i>	Ericaceae
8	SN2	<i>Lithraea sp.</i>	Anacardiaceae

Fuente: Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

En base a los resultados de abundancia, se afirma que la familia Podocarpaceae, es la que concentra la mayor cantidad de individuos, seguido de árboles que pertenecen a la familia Myrtaceae, en cambio las familias que tienen pocos representantes son las familias Rutaceae y Ericaceae.

Según INIBREH (2007) esta unidad de vegetación, es un bosque bajo, de cobertura variable, generalmente denso a ralo, con distribución moderada de especies, siendo las características más dominantes el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) y el Aliso Flojo o Chato (*Myrica sp.*). El estrato arbustivo y herbáceo es ralo, rico en latifoliadas, forbias y gramíneas, con especies endémicas y otras restringidas donde destacan el Domingullo (*Randia sp.*), Espinillo (*Duranta serratifolia*; Griseb, Kunze) y otras.

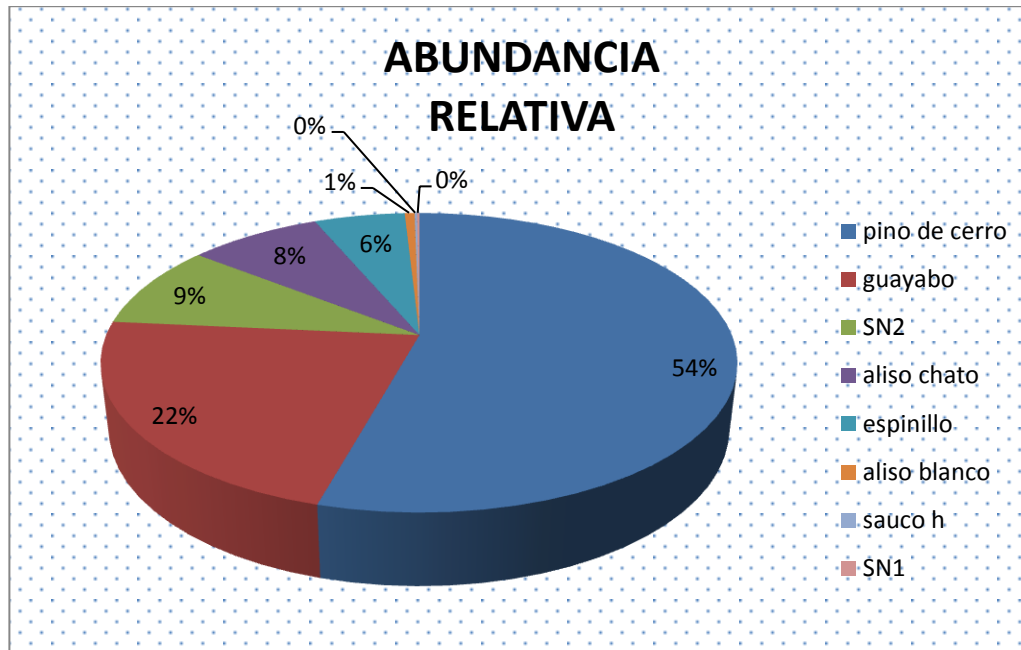
4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL BOSQUE

4.2.1 ABUNDANCIA

La vegetación arbórea de la subcuenca del Rio El Molino se presenta con una abundancia relativa que indica el porcentaje de participación de cada especie referida al número de árboles encontrados en cada parcela del transecto de muestreo que constituyen el 100% habiéndose obtenido los siguientes resultados: en primer lugar con respecto a la abundancia ocupa el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) con 229 arb. lo cual representa el 54%, seguido del Guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con 119 arb (22%), SN2 (*Lithraea sp.*) con 44 arb. (9%), Aliso Chato (*Myrica sp.*) con 42 arb. (8%), Espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) con 28 arb. (6%), Aliso Blanco (*Alnus jorullensis H.B.K*) con 4 arb. (1%), Sauco h. (*Fagara sp.*) y (*Leucothoe sp.*) 0% con un solo individuo

Esto indica la dominancia del Podocarpus, que le otorga una fisionomía de asociación homogénea con consociaciones de Guayabos y participación de otras especies en cantidades menores, tal como se muestra en la gráfica de abundancia.

Gráfico N° 1. Abundancia relativa de la asociación de pinos que se encuentran en la subcuenca del Río El Molino

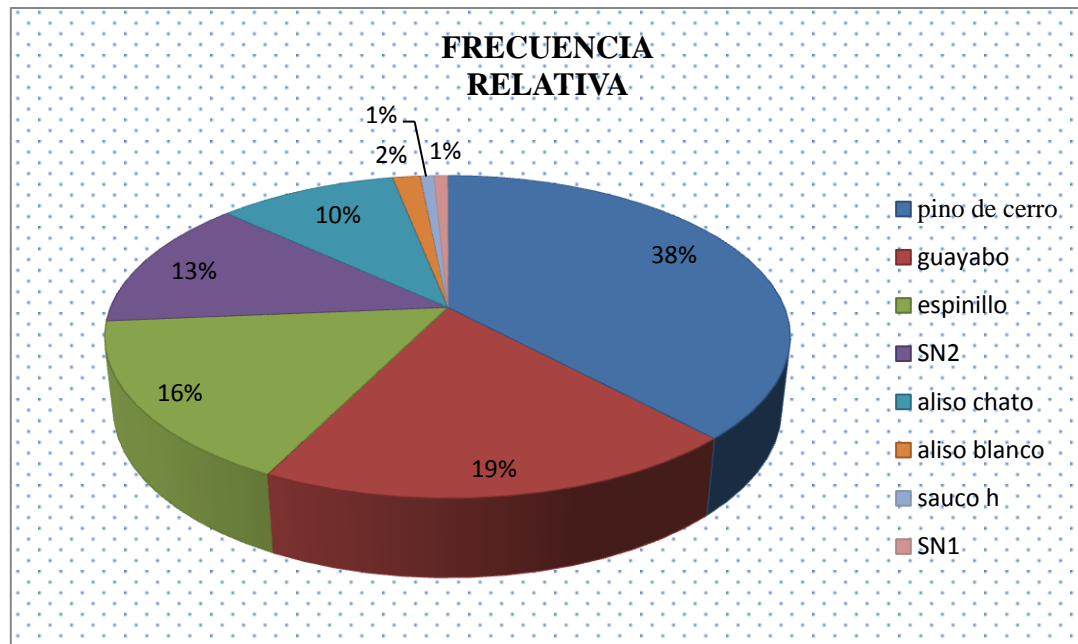


4.2.2 FRECUENCIA

Es el muestreo de participación de las especies en los transectos de muestreo, que se considera al 100%. Los datos de frecuencia, indican que el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) ocupa el primer lugar con 38%, esto quiere decir, que de cada 100 puntos de muestreo se tiene la probabilidad de encontrar en 38 parcelas; luego le sigue en orden de distribución espacial el Guayabo (*Myrcianthes pseudomato*; Legrad Mc. Vangh) con 19%, Espinillo (*Duranta serratifolia* (Gris.) Kuntze) participa con 16%, SN2 (*Lithraea sp.*) con el 13%, corresponde al, Aliso Chato (*Myrica sp.*), el 10%, al Aliso Blanco (*Alnus jorullensis H.B.K*) 2%, finalmente las especies Sauco Hediondo (*Fagara sp.*) y (*Leucothoe sp*) participan con porcentajes menores.

Sobre esta base, se afirma que la frecuencia de participación de las especies arbóreas ratifica el dominio de pocas especies que por condiciones favorables de hábitat se establecieron en toda el área de las manchas boscosas.

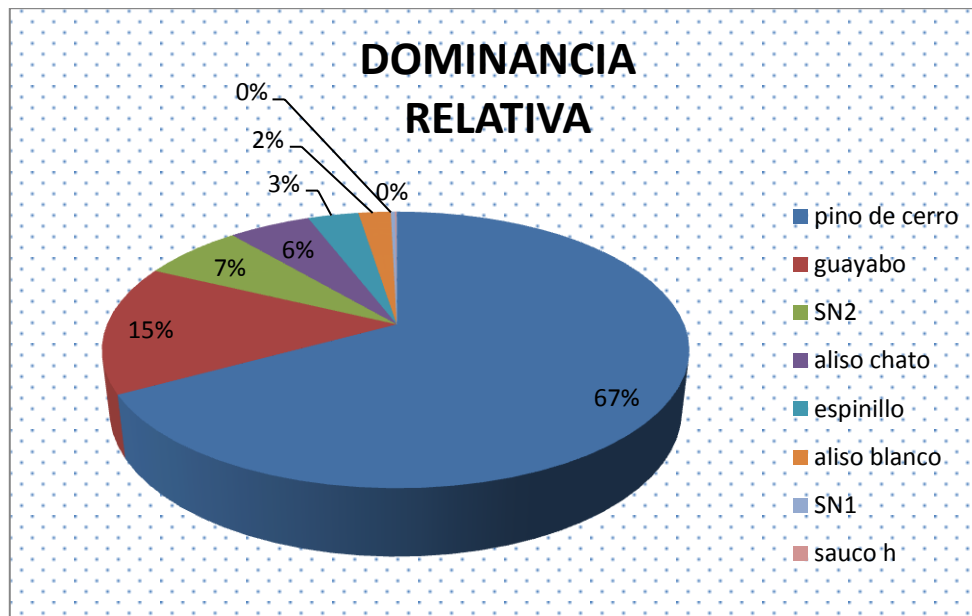
Gráfico N° 2. Distribución porcentual de la frecuencia



4.2.3 DOMINANCIA

Dominancia relativa es la participación o porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total de la comunidad estudiada que se presenta con los siguientes valores en porcentaje. Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) con el 67% esto indica que esta especie presenta mayor participación en la zona, Guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) 15%, SN2 (*Lithraea sp.*) 7%, Aliso Chato (*Myrica sp.*) 5%, Espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) 3%, Aliso Blanco (*Alnus jorullensis* H.B.K) 2%, Sauco Hediondo (*Fagara sp.*) y SN1 (*Leucothoe sp.*) con el 0%. Como se muestra en el (gráfico N° 3)

Gráfico N° 3 Distribución porcentual de la dominancia para la subcuenca del Río Molino



4.2.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

Es la importancia ecológica de las especies arbóreas en estudio o existentes, fue estimada a través del índice de valor de importancia (IVI), en base a este parámetro se encuentra el peso ecológico de cada especie, cuya distribución porcentual en orden de importancia es la siguiente: Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) con 159,33 % , seguido del Guayabo (*Myrciastes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con el 56,63 % , SN2 (*Lithraea sp.*) con 28,92%, Espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) 25,12%, Aliso Chato (*Myrica sp.*) 23,50% y para el resto de las especies 6,53%, según se observa en el (cuadro N° 2)

CUADRO N° 2 Resumen porcentual del Índice de Valor de Importancia

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	IVI (%)
pino de cerro	54,32	37,98	67,03	159,33
guayabo	22,17	19,38	15,08	56,63
SN2	9,08	13,18	6,66	28,92
aliso chato	8,04	10,08	5,38	23,50
espinillo	5,51	16,28	3,33	25,12
aliso blanco	0,60	1,55	2,12	4,27
sauco h	0,15	0,78	0,11	1,04
SN1	0,15	0,78	0,29	1,22

El Índice de Valor de Importancia por transectos indica que el Pino de cerro (*Podocarpus parlatoresi*; Pilger) es el que presenta mayor peso ecológico en la zona de estudio. En los tres primeros transectos el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatoresi*; Pilger) tiene mayor abundancia, mientras que en el transecto cuatro el Guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) es la especie que presenta mayor porcentaje en cuanto a la abundancia (cuadro N° 3).

CUADRO N° 3 Representación del Índice de Valor de Importancia (IVI) por transectos

TRANSECTO N° 1 (AFLUENTES MENORES)				
ESPECIE	ABR	FR.R	DOM	IVI
pino de cerro	62,64	41,49	79,9	184,03
guayabo	10,99	13,69	14,13	38,81
SN2	10,99	13,69	7,02	31,7
aliso chato	9,89	13,69	5,05	28,63

espinillo	5,49	17,43	3,89	26,81
------------------	------	-------	------	-------

TRANSECTO N° 2 (RIO SAN ANDRES)

ESPECIE	ABR	FR.R	DOM	IVI
pino de cerro	47,25	39,28	63,96	150,49
guayabo	20,88	17,85	10,94	49,67
SN2	16,48	14,29	16	46,77
aliso chato	8,79	14,29	6,34	29,42
espinillo	6,59	14,29	2,76	23,64

TRANSECTO N° 3 (AFLUENTES DE PANTANO LOMA)

ESPECIE	ABR	FR.R	DOM	IVI
pino de cerro	58,33	43,5	68,35	170,18
guayabo	7,5	13,04	4,66	25,2
SN2	9,17	13,04	4,48	26,69
aliso chato	15,83	13,04	11,39	40,26
espinillo	5,83	13,04	3,05	21,92
aliso blanco	3,33	4,35	8,07	15,75

TRANSECTO N° 4 (RIO EL MOLINO)

ESPECIE	ABR	FR.R	DOM	IVI
pino de cerro	37,95	32,47	61,5	131,92
guayabo	50,6	29,97	31,33	111,9
SN2	2,41	12,49	2,06	16,96
aliso chato	0,6	2,5	0,32	3,42
espinillo	7,23	17,48	3,63	28,34
SN1	0,6	2,5	0,84	3,94
sauco	0,6	2,5	0,32	3,42

ABR=abundancia relativa FR.R= frecuencia relativa DOM= dominancia IVI= índice valor de importancia

4.2.5 COCIENTE DE MEZCLA

Mediante el cociente de mezcla se mide la intensidad de mezcla de las especies, se registraron 8 especies arbóreas y 468 árboles medidos y luego de reemplazar estos valores en la fórmula, se obtiene:

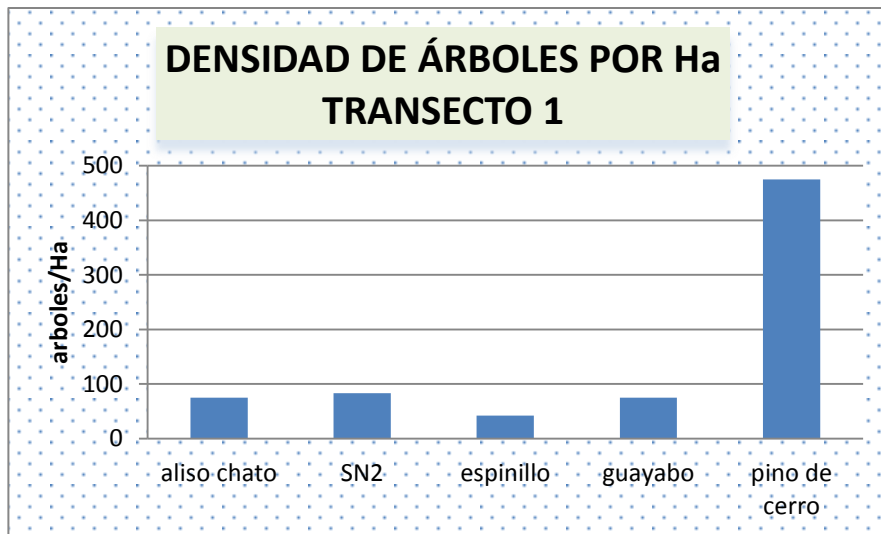
$$CM = \frac{1}{59}$$

Este valor indica que se trata de un bosque dominado por pocas especies, es decir, una especie está representada por 159 árboles denotando la homogeneidad de esta comunidad vegetal

4.2.6 DENSIDAD

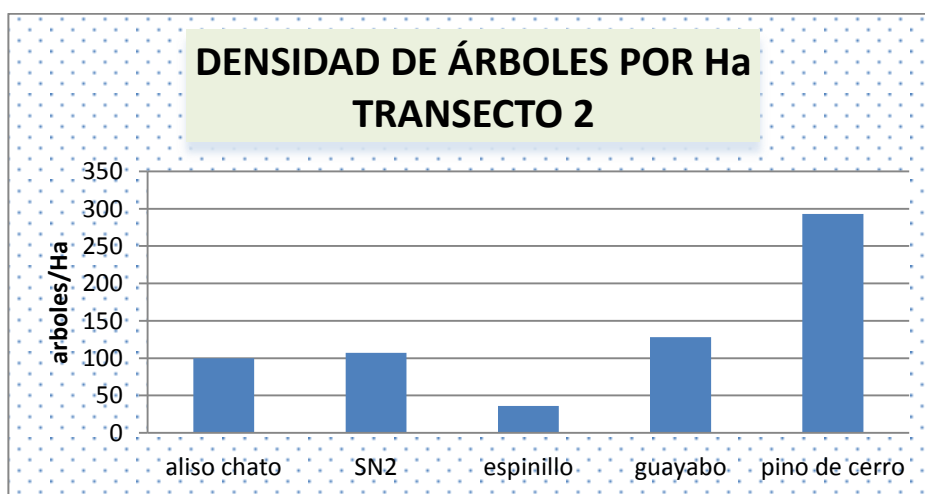
De acuerdo a los resultados del levantamiento, la densidad en los diferentes transectos es variable, la especie con mayor densidad por hectárea es el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei Pilger*) con 475 arb/Ha, seguido de la SN2 (*Lithraea sp.*) con 83 arb/Ha, Guayabo (*Myrciantes pseudomato; Legrand Mc Vaugh*) y Aliso Chato (*Myrica sp.*) con 75 arb/Ha cada especie, y por último el Espinillo (*Duranta serratifolia; Gris. Kutntze*) con 42 arb/Ha. (Gráfico N° 4)

Gráfico N° 4 Densidad de árboles por hectárea transecto #1 (Afluentes Menores)



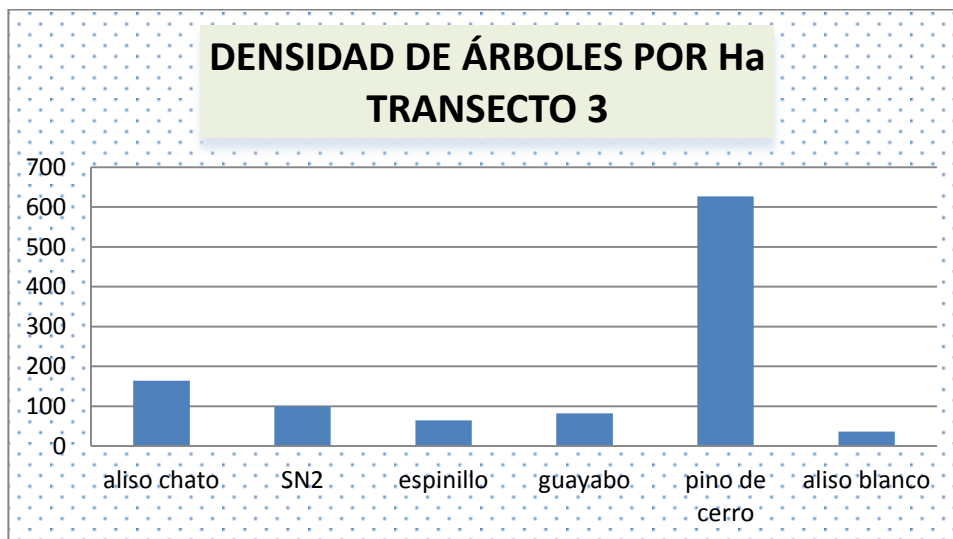
En el transecto #2 indica que el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) tiene la mayor densidad por hectárea con 293 arb/Ha, seguido del Guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con 128 arb/Ha, SN2 (*Lithraea sp.*) con 107 arb/Ha, Aliso Chato (*Myrica sp.*) con 100 arb/Ha, y por último el Espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) con 36 arb/Ha. (Gráfico N° 5)

Gráfico N° 5 Densidad de árboles por hectárea transecto #2 (Rio San Andrés)



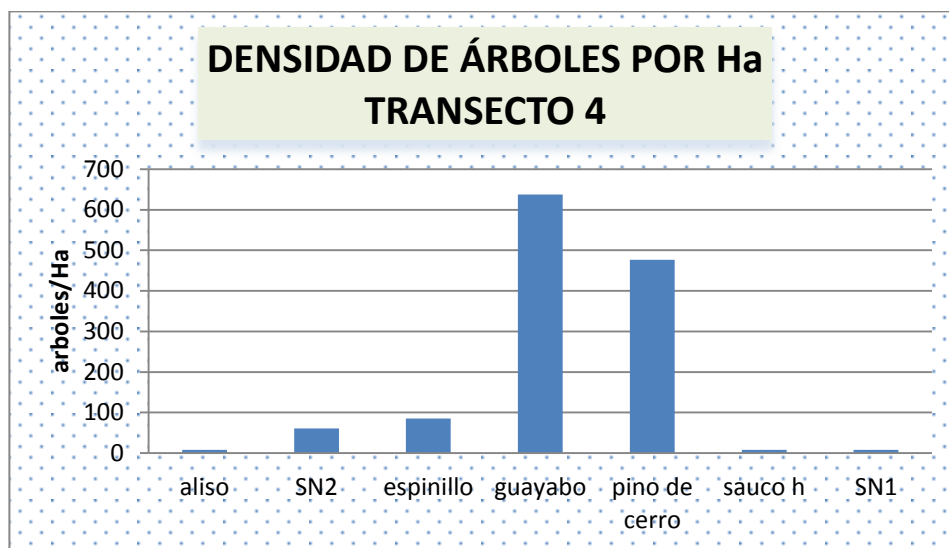
En el transecto de #3 perteneciente a los Afluentes de Pantano Loma indica que el Pino de Cerro (*Podocarpus parlatoresi*; Pilger) presenta mayor densidad por hectárea con 627 arb/Ha, seguido del Aliso Chato (*Myrica sp.*) con 164 arb/Ha, SN2 (*Lithraea sp.*), con 100 arb/Ha, Guayabo con (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con 82 arb/Ha, Espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) con 64 arb/Ha, y por último el Aliso Blanco (*Alnus jorullensis* H.B.K) con 36 arb/Ha. (Gráfico N°6)

Gráfico N°6 Densidad de árboles por hectárea transecto #3 (Afluentes de Pantano Loma)



En el transecto #4 indica que la especie con mayor densidad es el Guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con 638 arb/Ha, seguido del Pino de Cerro (*Podocarpus parlatoarei*; Pilger) con 477 arb/Ha, Espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) con 85 arb/Ha, SN2 (*Lithraea sp.*) con 61 arb/Ha, y por último esta están el Aliso Chato (*Myrica sp.*), Sauco Hediondo (*Fagara sp.*), SN1 (*Leucothoe sp.*) con 8 arb/Ha cada especie. (Gráfico N° 7)

Gráfico N° 7 Densidad de árboles por hectárea transecto #4 (Rio el Molino)



Comparando los cuatro transectos se observa que el pino de cerro (*Podocarpus parlatoarei*; Pilger) presenta la mayor densidad en tres de los transectos respecto a las otras especies forestales encontradas.

4.3 ESTRUCTURA VERTICAL

4.3.1 POSICIÓN FITOSOCIOLÓGICA

Fue calculada sobre la base de las alturas totales de cada individuo, los resultados indican que existen tres estratos: 1) estrato inferior o arbustivos con alturas menores a los 4 metros; 2) estrato medio o arbóreo con alturas entre los 4 y 8 metros; y 3) estrato superior o emergente con alturas entre 8 y 12 metros, calculando los valores

fitosociológicos de cada especie se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a número de individuos por especie

Cuadro N° 4 Especies por estratos de la subcuenca del Rio El Molino

PINO DE CERRO			
	Altura total	N° de árboles	%
Estrato superior	8-12m	14	3,84
Estrato medio	4-8m	325	89,04
Estrato inferior	< 4m	26	7,12
Total		365	
GUAYABO			
	Altura total	N° de árboles	%
Estrato superior	8-12m	0	0
Estrato medio	4-8m	129	86,58
Estrato inferior	< 4m	20	13,42
Total		149	

SN 2			
	Altura total	N° de árboles	%
Estrato superior 12m	8-12m	0	0
Estrato medio 8m	4-8m	53	86,89
Estrato inferior 4m	< 4m	8	13,11
Total		61	

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fitosociológico y de la consiguiente posición sociológica de esta zona se observaron tres niveles de vegetación: en el nivel emergente o superior se registró el pino de cerro (*Podocarpus parlatoresi Pilger*) con un porcentaje mínimo; mientras que en el nivel medio o arbóreo que es el más

representativo por contener el mayor porcentaje de las especies como pino de cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger), guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) y SN2 (*Lithraea sp.*) como se observa en el (cuadro N° 4).

4.3.2 REGENERACIÓN NATURAL

Para obtener los datos de la regeneración se hicieron pequeñas parcelas de 2,5*2,5m para los latizales tomando diámetros de 3 a 7 cm de dap; 1,5*1,5 m para los brinzales con diámetros menores a 3 cm de dap y una altura 50cm.

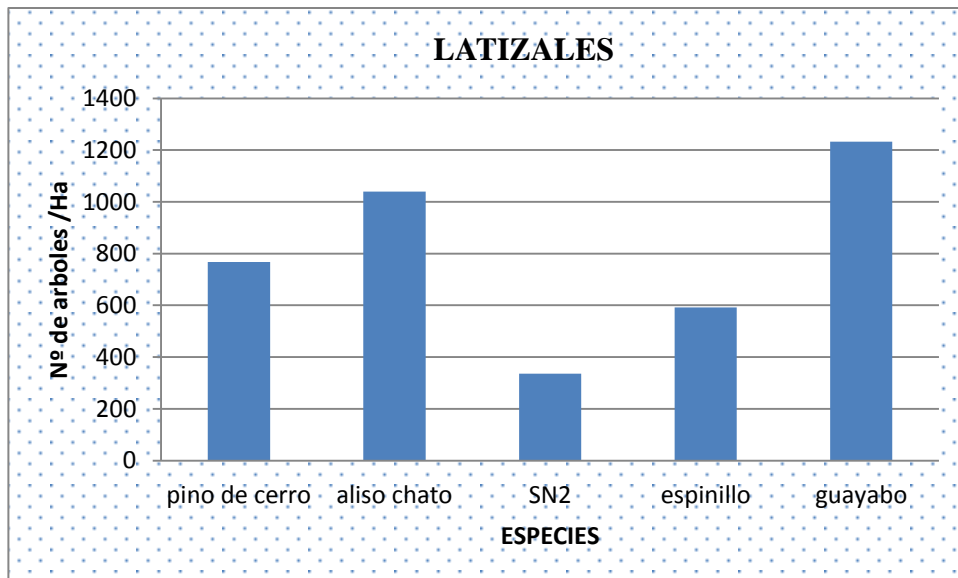
Los datos obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N°5 resumen de abundancia de la regeneración natural

ESPECIE	latizal	por/Ha	brinzal	por/Ha
pino de cerro	48	768	10	444
aliso chato	65	1040	57	2533
SN2	21	336	4	178
espinillo	37	592	13	578
guayabo	77	1232	27	1200

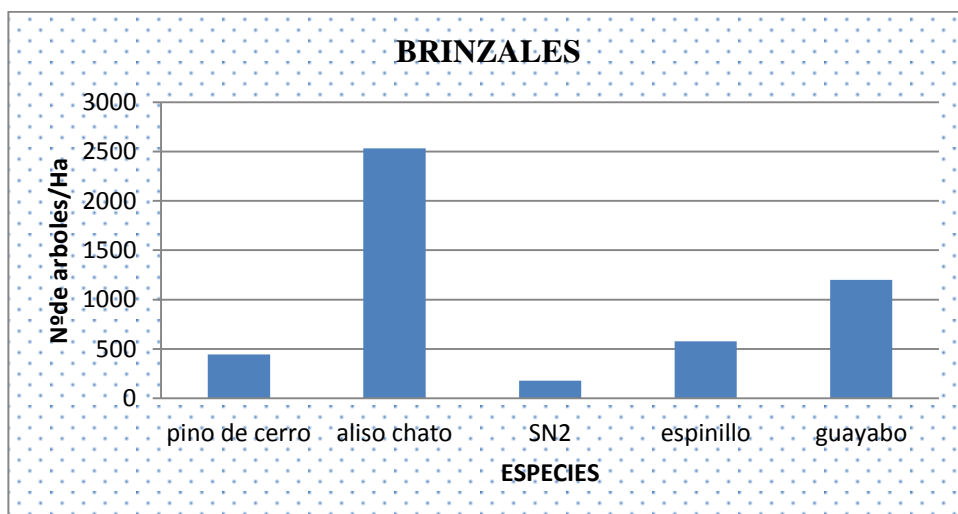
Este análisis de resultado de la regeneración de las especies arbóreas encontradas, en el área de estudio, podemos decir que la regeneración natural en dos especies es alta estos son árboles dominantes y codominados, pero las demás especies tienen una regeneración baja porque estas son dominados, debido a la competencia de la luz de la regeneración

Gráfico N° 8 Número de latizales por hectárea de la regeneración natural



Este tipo de vegetación dio como resultado lo siguiente: la especie con mayor número de latizales, es el guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con 1232 latizales /Ha, seguido por aliso chato (*Myricasp*) 1040 latizales /Ha, pino de cerro (*Podocarpus parlatoresi*; Pilger) con 768 latizales /Ha y las especies que presentan menor cantidad en latizales son; el espinillo (*Duranta serratifolia* (Gris.) Kuntze) y SN2 (*Lithraea sp.*)

Gráfico N° 9 Número de brinzales por hectárea de la regeneración natural

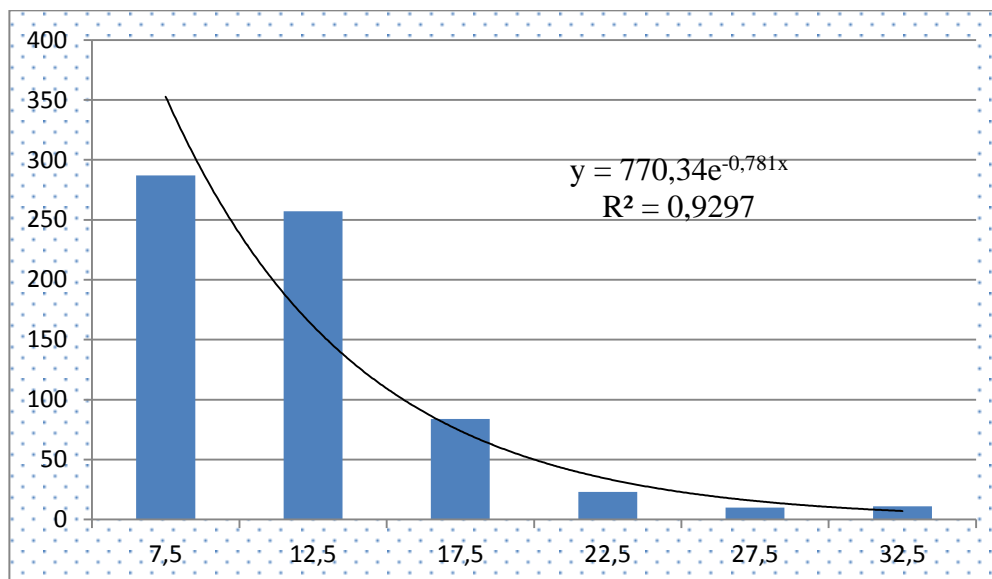


La vegetación con diámetro menor a 3 cm en una superficie de 225m; dio como resultado 111 individuos y por ha de 4933 individuos. De los cuales el aliso chato (*Myrica sp.*) ocupa el primer lugar con 2533 brinzales/Ha; seguido por el guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) con 1200 brinzales/Ha y con menores individuos el espinillo (*Duranta serratifolia* (Gris.) Kuntze), pino de cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) y SN2 (*Lithraea sp.*)

4.4 DISTRIBUCIÓN DE CLASES DIAMÉTRICAS

En el sector de la subcuenca del Río el Molino presenta una distribución diamétrica y altimétrica que se asemeja a una “j” invertida. Esta es una representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo del bosque, registrando gran abundancia de individuos en las clases menores y a medida que aumenta el diámetro y la altura, el número de individuos disminuye paulatinamente.

Gráfico N° 10 Distribución diamétrica del número de árboles

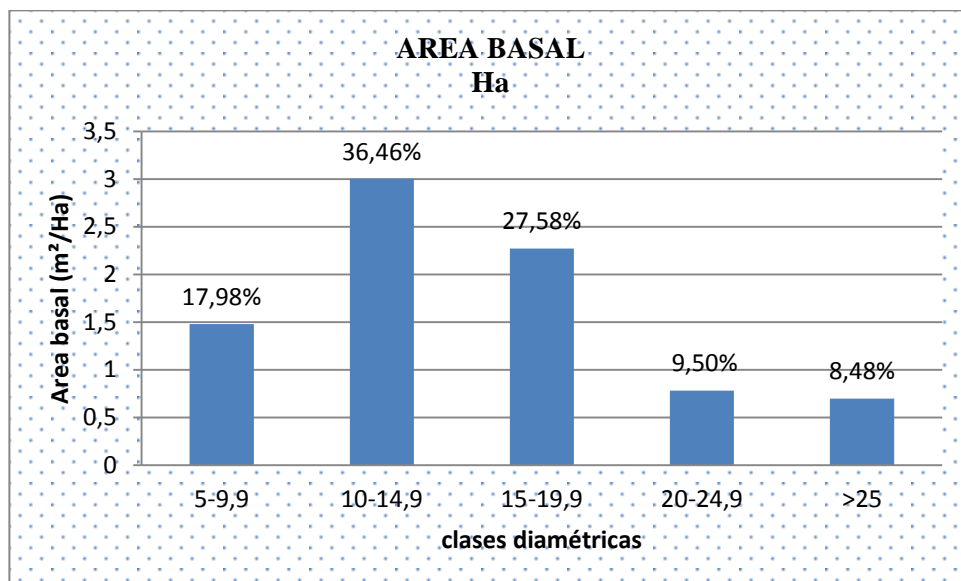


4.5 ASPECTOS DASOMÉTRICOS

4.5.1 ÁREA BASAL POR HECTÁREA

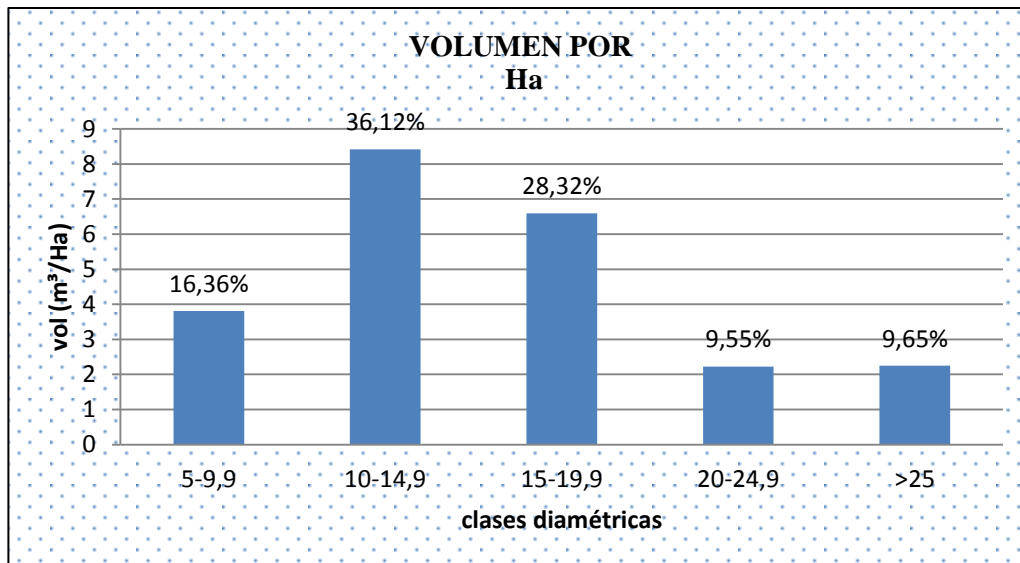
El área basal es de 8,2m²/Ha para todos los individuos medidos a partir de los 7cm de diámetro; de los cuales el 36,46 % pertenecen a la clase diamétrica comprendida entre 10-15cm de diámetro, seguido por la clase diamétrica 15-20cm de dap que comprende 27,58 %, el 17,98 % está comprendido entre 5-10 cm de dap, los restantes 17,98 se ubican por encima de los 20cm

Gráfico N° 11 Distribución diamétrica del área basal en m²/Ha



4.5.2 VOLUMEN POR HECTÁREA

El volumen alcanza 23,3m³/ Ha para todos los individuos medidos de calidad 1 y 2; de los cuales el 8,4m³/Ha equivale al 36,12% corresponde a la clase diamétrica 10-15cm, seguido con el 28,32% de la clase diamétrica 15-20cm, el 16,36% está comprendida 5-10cm, los restantes 19,2% están por encima de los 20cm de dap según se muestra en la figura

Gráfico N° 12 Distribución diamétrica del volumen en m³/Ha

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados encontrados acerca de la composición florística con este estudio concuerdan:

Loa (AÑO 2006) indica que el pino de cerro (*Podocarpus parlatorei*; Pilger) y guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) forman gran parte de la vegetación arbórea del lugar que pertenece a los bosques remanentes del tucumano boliviano, mismo que coincide con la presente investigación tratándose de bosques remanentes ubicados al pie de la cordillera de sama, considerando que la investigación de Loa fue en Rincón de la Victoria

En cuanto al IVI existe una diferencia en los resultados con el investigador mencionado, ya que la especie con mayor porcentaje es el guayabo con 114,5934 seguido por el pino de cerro con 114,4751; mientras los resultados obtenidos por mi persona son los siguientes: pino de cerro presento un IVI 159,33 y el guayabo 56,63 %. Esta diferencia se podría deber a que las parcelas fueron ubicadas en lugares específicos en cañadones ya que el guayabo es una especie que requiere mayor humedad al pino de cerro.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- ❖ Existen 8 especies que forman la vegetación arbórea en el área de estudio que tienen diferencia de abundancia, frecuencia, dominancia e IVI.

Del pino de cerro (*Podocarpus parlatoresi*; Pilger) IVI=159,33%; del guayabo (*Myrciantes pseudomato*; Legrand Mc Vaugh) IVI= 56,63; (*Lithraea sp.*) IVI= 28,92; espinillo (*Duranta serratifolia*; Gris. Kutntze) IVI= 25,12%, aliso chato (*Myrica sp.*) IVI= 23,50% y para el resto de las especies IVI= 6,53%, en donde el pino de cerro y guayabo son las especies con mayor frecuencia y abundancia de individuos.

- ❖ El área basal de esta zona de estudio no es muy representativa siendo esta vegetación más para la conservación de los afluentes de aguas o para mejorar el drenaje de los recursos hídricos parra las comunidades adyacentes y no así para hacer un aprovechamiento forestal.
- ❖ La posición sociológica para cada especie se ha calculado empleando los valores fitosociológicos de cada una de ellas, en tal sentido se han definido tres estratos arbóreos, de los cuales existen un dominio del número de especies en el estrato medio, se destacan como arboles emergentes o dominantes
- ❖ En conclusión podemos indicar que la vegetación existente en la zona del Rio El Molino, la diversidad de especies es baja y la cantidad de individuos es alta por las formaciones de cañadones de ríos o quebradas que tienen una profunda humedad por la afluencia de aguas

RECOMENDACIONES:

- ❖ Realizar talleres de concientización a los comunarios de la subcuenca del Rio el Molino, con el objetivo de inculcarles la importancia de conservar la cobertura vegetal de la zona y el beneficio que sería para un futuro mejor.
- ❖ Se recomienda hacer un manejo más apropiado del ganado bovino ya que estos alteran en la regeneración natural de las especies arbóreas de la subcuenca del Rio El Molino.
- ❖ Se debería realizar una reforestación con especies nativas en lugares donde existe pocos individuos, para así evitar la degradación de las pequeñas masas boscosas existentes en el área.