

## INTRODUCCIÓN

Las tendencias de investigación de las poblaciones arbóreas es un conocimiento más profundo de la dinámica de las especies, con el avance del mundo científico básicamente los resultados nos permiten conceptualizar a las comunidades arbóreas, el ecosistema nos conllevan a realizar análisis más profundos con relación al desarrollo del sistema natural o comunidad vegetal, en este sentido se hace mención la importancia de especies dentro de los ecosistemas productivos forestales que no han recibido un beneficio de las técnicas de conservación y manejo. (Jimenez, 19992).

Los resultados del análisis que se hizo en los tres estratos arbóreos en tres pisos ecológicos de la sub cuenca el Molino, se analizaron las variables dasométricos para determinar la abundancia, dominancia de las especies arbóreas, a su vez se determinó la abundancia, dominancia y frecuencia, índice de diferenciación diamétrica, índice de diversidad de Shannon-Winer y Simpson.

La diversidad biológica actual es el resultado de un complejo e irrepitible proceso evolutivo que trasciende el marco de estudio general de la Ecología. Esa es la diferencia fundamental entre diversidad y biodiversidad, entre patrones que son consecuencia de la actuación prioritaria de factores ecológicos y patrones generados por procesos altamente impredecibles, entre patrones y procesos que actúan y se detectan a una escala espacial, local o regional y aquellos otros que se manifiestan, eminentemente a una escala geográfica, el estudio de la diversidad ha proporcionado una serie de herramientas de medida, cuya utilidad en el análisis de la biodiversidad es incuestionable, pero la medición de la biodiversidad es una tarea que posee una problemática propia y necesita herramientas nuevas capaces de medir la variación de atributos biológicos a una escala espacial en la cual las interacciones ecológicas relacionadas con la diversidad tienen poca relevancia (Humbret 1971) citado por Moreno. C, 2001

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Caracterizar la vegetación natural, de los estratos arbóreos presentes en los tres pisos ecológicos de la sub cuenca del Molino, aplicando índices de diversidad, a fin de generar información necesaria para el manejo y conservación de los recursos forestales.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar la diversidad de los estratos arbóreos en los tres pisos ecológicos de la sub cuenca del Molino, empleando índice de diversidad de Simpson e índice de equidad de Shannon – Wiener.
- Comparar los índices de similitud de los tres pisos ecológicos a través de índices de (diversidad beta) con datos cuantitativos basados en similitud y disimilitud.
- Medir el índice de valor de Importancia ecológica relativa de cada especie de acuerdo a sus parámetros principales en cada uno de los estratos arbóreos.

### **HIPÓTESIS:**

La poca valoración del estrato arbóreo de la sub cuenca el Molino provoca impactos negativos en los diferentes pisos ecológicos con el fin de emprender programas de manejo y conservación de los recursos forestales.

# CAPÍTULO 1

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### **1.1.- Biodiversidad:**

La biodiversidad o diversidad biológica se define como la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes incluyentes entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas, (UNEP,1992) este término comprende diferentes escalas biológicas, desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región. (Halffer G, y E, Ezcurra 1992).

### **1.2.- Métodos de medición a escala genética:**

La diversidad encontrada dentro de las especies es la base fundamental de la biodiversidad a niveles superiores, la variación genética determina la forma en una especie que interactúa con su ambiente y con otras especies. Toda la diversidad genética surge en el ámbito molecular y está íntimamente ligada con las características físicas químicas de los ácidos nucleicos. A este nivel la biodiversidad surge a partir de mutaciones en el ácido desoxirribonucleico (ADN), aunque algunas de estas mutaciones son eliminadas por la selección natural o por procesos estocásticos. La diversidad genética de una especie es producto de su historia evolutiva y no puede ser remplazada, para una visión más amplia de la diversidad genética y las distintas aproximaciones para su evolución. (Hunter JR, y Sulzer A, 1996 y Martínez M, 1997).

La variación genética puede detectarse a escala molecular estudiando directamente los cambios en la estructura del ADN, o indirectamente en las proteínas que codifican genes específicos. Otra aproximación se basa en la variación morfológica de carácter cuantitativos y en la separación de esta variación en sus componentes genético y ambiental, este polimorfismo puede detectarse mediante una amplia variedad de técnicas que revelan

cambios secuenciales en pequeñas regiones específicas del ADN. que se refiere a cambios en segmentos contiguos específicos del ADN; o el polimorfismo ampliado aleatoriamente (RAP), que se refiere a segmentos únicos de ADN que se identifican mediante “*primers*” y luego se amplían a través de una reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para revelar diferencias entre individuos. (Solbrig, O, T, 1991; Hunter JR, y A, Sulzer, 1996).

El uso de secuencias es uno de los métodos más utilizados a diferencia de las enzimas de restricción, con las que se hacen muestreos de partes del genoma, la secuencia analiza todas las unidades básicas de información de un organismo. En ellas los caracteres están representados por la posición en la escala del gen, mientras que los estados de carácter son los nucleótidos que se encuentran en esa posición. La diversidad genética puede realizarse también a través de aproximaciones cuantitativas, los polimorfismos en características morfológicas cuantitativas generalmente no proporcionan estimados tan precisos de la variación genética como los datos moleculares, los diferentes tipos morfológicos (fenotipos) constituyen la diversidad morfológica o fenética dentro de una especie, muchas características morfológicas pueden influir directamente en la variación de historias de vida del organismo y pueden, en algunos casos, relacionarse directamente con su adaptación. La variación morfológica observada puede separarse en sus componentes ambiental y genético. La variación genética se estima mediante el estudio de correlaciones entre las características morfológicas de parientes cercanos (Solbrig, O, T, 1991; Hunter, JR, y A, Sulzer 1996; Mallet, J, 1996).

### **1.3.- Diversidad de Especies:**

El término biodiversidad a finales de los 80 en temas centrales significa diversidad o variedad biológica. La diversidad biológica actual es el resultado de un complejo e irreplicable proceso evolutivo que trasciende el marco de estudio general de la Ecología. Esa es la diferencia fundamental entre diversidad y biodiversidad, entre patrones que son consecuencia de la actuación prioritaria de factores ecológicos y patrones generados por procesos altamente impredecibles, entre patrones y procesos que actúan y se detectan a una escala espacial local o regional y aquellos otros que se manifiestan, eminentemente a una escala geográfica, el estudio de la diversidad ha proporcionado una serie de herramientas de medida cuya utilidad en el análisis de la biodiversidad es incuestionable, pero la medición

de la biodiversidad es una tarea que posee una problemática propia y necesita herramientas nuevas capaces de medir la variación de atributos biológicos a una escala espacial en la cual las interacciones ecológicas relacionadas con la diversidad tienen poca relevancia. La ciencia de la Biogeografía tiene mucho que aportar en este campo pero, probablemente, el estudio de la biodiversidad requiere una aproximación flexible capaz de enlazar y combinar los puntos de vista y los conocimientos de disciplinas a menudo separadas como la Sistemática, la Biogeografía y la Ecología, se trata probablemente de uno de los mayores retos científicos por conseguir. (Humbret 1971) citado por C. E. Moreno 2001.

Es importante que se pueda entender cómo medir la diversidad y que se da a entender, sin olvidar que esta es el eje de algunas de las cuestiones técnicas y prácticas fundamentales de la ecología, como ejemplo del esfuerzo por explicar porque sistemáticamente y previsiblemente hay unos modelos de diversidad latitudinal porque la diversidad está relacionada con el área, otro ejemplo de los campos en los que las ramas de la ecología teórica se enlazan proporcionando oportunidades para profundizar la comprensión del mundo natural. (Wilson M, V, 1967).

(Magurran A, E, 1989), propone tres categorías para las medidas de diversidad primera; índices de riqueza de especie (número de especie en unidad de muestra definida. Segunda; modelo de abundancia por especie describen la distribución de su abundancia y van desde aquellos (modelos) que se caracterizan por una elevada uniformidad hasta que la abundancia proporcional de especie, como Índices Shannon, Simpson, independientes del espacio, tercero; los grupos de especies son más detectables y cuantificadas, tomando en cuenta estas tres categorías y profundizando en su conocimiento es posible elegir el tamaño de muestra correcta y define el área de estudio así seleccionar la técnica apropiada para medir la abundancia.

Es importante tratar a la diversidad de especies como sinónimo de diversidad ecológica, en las primeras fases de un trabajo de investigación y conforme se avance se observa que la diversidad de especie no es la única diversidad ecológica. Los procedimientos para medir la diversidad en muchos de los casos se minimizan, por ello es importante conocer los fundamentos teóricos- prácticos de las fortalezas y futuros de la estadística ecológica.

La definición de estadística ecológica conlleva a innumerables interacciones entre especies, y entre especies y comunidades; pero básicamente es interesante ver como dinámica poblacional y patrón de la comunidad, la aproximación experimental presupone que la comunidad es subjetiva en la manipulación experimental. Esto puede ser posible al dividir a la comunidad en estudio en proporciones de repetición con varios tratamientos y el control puede ser impuesto sin embargo cualquier diferencia detectada en la respuesta y medición puede ser atribuida a los tratamientos experimentales. (Ludwig y Reynolds 1988).

Finalmente dado el gran número de índices y modelos es difícil decidir cuál es el mejor método para medir la estructura arbórea. Un buen sistema de elección es el de comprobar el comportamiento (índice y modelo) sobre un grupo de datos, existen dos enfoques para ello, primero utilizando datos es posible observar la reacción en dos principales componentes de la diversidad, riqueza de especies y uniformidad. Segundo, abordar directamente las respuestas la medida de diversidad frente a la abundancia de especies a partir de una comunidad ecológica genuina. Un método más científico de seleccionar el índice de diversidad se basa en si cumple en ciertas funciones o criterios como capacidad de discriminación entre localidades, componentes de diversidad que se están viviendo, dependencia sobre el tamaño muestrario si el índice es ampliamente usado y sus propiedades conocidas (Magurran E, A, 1989).

El resumen, la posibilidad de medir la diversidad, estriba en registrar el número de especies, describiendo su abundancia o usando una medida que combine los dos componentes. Las medidas de diversidad consideran dos factores: riqueza de especie definida para el número de especies presente y la uniformidad (equitatividad o equidad) de los mismos, esto es en qué medidas las especies son abundantes proporcionalmente (Pielou, E, C; 1977; Magurran, E, A, 1989).

#### **1.4.- Diversidad de Especies**

En ecología se pueden hacer estudios de diferentes formas, los estudios pueden ser de tipo descriptivo, comparativo, observacional y experimental, los estudios descriptivos son generalmente exploratorios y no tienen una hipótesis a priori, el objetivo de estos estudios es obtener información acerca de un fenómeno o sistema del cual previamente se tenía ninguna o muy poca información. Los estudios comparativos se deben realizar en sistemas de los que se tiene cierta información y cuando se tiene una o varias hipótesis de antemano, el objetivo de este tipo de estudio es obtener la información necesaria para someter a prueba las hipótesis. Los estudios observacionales se basan en información obtenida del sistema en su estado original; generalmente no se hace ninguna manipulación del sistema.

Los estudios experimentales consisten en manipular o modificar de manera particular un determinado sistema o ambiente (tratamiento experimental) la información que interesa es precisamente la respuesta del sistema al tratamiento. (Mostacedo, B, 2000).

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación, si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado en muchos casos son el único medio para analizar los datos de vegetación, los índices de biodiversidad son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación. (Mostacedo, B, 2000).

##### **1.4.1.- Diversidad florística**

En Ecología el término diversidad florística ha designado tradicionalmente un parámetro de los ecosistemas (aunque se considera una propiedad emergente de la comunidad) que describe su variedad interna, el concepto resulta de una aplicación específica de la noción física de información y se mide mediante índices relacionados habitualmente empleados para medir la complejidad, el uso tradicional se encuentra ahora inmerso en una batalla por conservar su significado frente a comunidades vegetales mucho más político que científico al concepto de biodiversidad.

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un

número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies. Desde hace ya bastante tiempo la mayoría de los ecólogos han coincidido en que la diversidad de especies debe ser distinguida en al menos tres niveles: La diversidad local ó diversidad  $\alpha$ , la diferenciación de la diversidad entre áreas o diversidad  $\beta$  y la diversidad regional. (Smith L, R, 2001).

#### **1.4.2.- Análisis estructural**

El análisis estructural de una comunidad vegetal, se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación, puede realizarse según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices teóricas de la sociología vegetal.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque, esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia.

(Lamprecht, H, 1990).

#### **1.4.3.-Índices para medir la diversidad beta**

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. Muchas de estas similitudes y diferencias también se pueden expresar o visualizar por medio de distancias. Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura la diversidad beta también se puede analizar a través de métodos de clasificación o de ordenación, los cuales se basan en análisis de matrices ya sea a partir de datos cualitativos o cuantitativos, en los que las muestras pueden ser las diferentes comunidades y se ordenan

según las especies encontradas en cada una de ellas (aquí se incluyen los clásicos dendrogramas y análisis de agrupamiento (Rangel y Velásquez 1997).

#### **1.4.4.- Índices de abundancia proporcional**

Clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

(Peters, C., M. 1989).

#### **1.5.- Índices de diversidad de especies**

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 la equitatividad (número de individuos de una sola especie). Generalmente en las evaluaciones biológicas se usan índices de diversidad que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies, la estimación se realiza a través de diferentes índices, los más usados son el de Shannon - Wiener, el de Simpson y Margaleff.

##### **1.5.1.- Índice de Margaleff**

La riqueza de especies proporciona una medida de la diversidad extremadamente útil. En general, no solamente una lista de especies es suficiente para caracterizar la diversidad, haciéndose necesaria la distinción entre riqueza numérica de especies la que se define como el número de especies por número de individuos especificados o biomasa y densidad de especies que es el número de especies por área de muestreo. Para esto se pueden utilizar ciertos índices, usando algunas combinaciones como el número de especies y el número total de individuos sumando todos los de las especies. (Margalef. R, 1969).

La medición de la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que solo se basa en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia el índice que se utiliza para medir la riqueza específica fue el índice de

Margaleff, el índice de Margaleff transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. (Magurran. A, 1988.). 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, R, 1969).

### **1.5.2.- Índice de Simpson:**

Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson. 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. (Pielou E, C, 1975).

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 mas aumente el valor a uno, la diversidad disminuye (Pielou E, C, 1975).

Este índice de Simpson de dominancia estima si en un área determinado hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado le da importancia a las especies muy abundantes y por tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado, (Lamprecht, H, 1990).

### **1.5.3.- Índice de Shannon**

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).

(Magurran A, 2001). 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 A, 2001).

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 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, E, 2001).

Este índice se representa normalmente como "H" y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. (Moreno, E, 2001).

### **1.6.-Clasificación numérica de las especies**

Las comunidades vegetales pueden ser clasificadas, de acuerdo a sus similitudes y diferencias, tomando como base la presencia/ausencia de las especies o las cantidades en que ellas se encuentren (abundancia, biomasa). De esta manera se ha desarrollado toda una escuela, conocida como sin taxonomía numérica que se deriva de la orientación fitosociológica clásica, donde las comunidades son entidades discretas estos procedimientos

dan como resultado agrupaciones o conglomerados “cluster” de comunidades que tienen ciertas relaciones entre sí. (Mucina L, y Van der Maarel, E, 1989).

### **1.6.1.-Densidad:**

La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada:

$$D = N/A.$$

Dónde:

D = Densidad

N = Número de individuos

A = Área

### **1.6.2.-Cobertura**

En términos generales, es la superficie que cubre una planta, en el caso de las gramíneas es la proyección horizontal de su sombra, en el caso de los árboles que son casi siempre los protagonistas de nuestros estudios, la cobertura es la suma de las proyecciones horizontales de sus copas. En los bosques densos la determinación de las proyecciones de las copas es en extremo complicado trabajoso y en algunos casos imposibles de realizar, por esta razón, no se evalúan las coberturas y se las reemplaza por las áreas basales que, por la estrecha relación que guarda con la cobertura, son los verdaderos sustitutos de la cobertura. (BOLFOR 2000).

$$Cr = (Ni/Nt) \times 100$$

Dónde:

Cr = Cobertura

Ni = Número de registros de plantas de cierta forma de vida.

Nt = Número total de registros de todas las plantas

### 1.6.3.-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, esta medida sirve, a su vez, para medir el área basal y el volumen del tronco de los árboles. También, mediante el diámetro es posible medir el crecimiento de las plantas, haciendo medidas repetidas cada determinado tiempo. 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. La forcípula mide el diámetro directamente, mientras que la cinta métrica mide el perímetro, a partir del cual se puede calcular el diámetro. Cuando se mide el perímetro o circunferencia en cm. el cálculo para transformar es el siguiente:

(Romahn de la Vega et al, 1994).

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

Dónde:

$D$  = diámetro

$P$  = perímetro o circunferencia

$\pi$  = 3.14159226

### 1.7.-Abundancia, frecuencia y dominancia:

Conociendo las especies presentes y la cantidad de individuos de la misma que pertenecen a la comunidad o región, podemos establecer otros parámetros básicos para la descripción de la composición florística como la abundancia y la frecuencia.

#### 1.7.1.-Abundancia:

Es igual al número de individuos por especie. Se distingue entre a) abundancia absolutas (número de individuos/especie) y b) abundancias relativas (proporción porcentual de cada especie en el número total de individuos). (BOLFOR 2000).

$$A = \frac{\text{N}^\circ \text{ especies}}{\text{Superficie}}$$

Dónde

A = Abundancia

Nº = Número de especies

S = Superficie

### **1.7.2.-Dominancia:**

Otro parámetro importante a tener en cuenta al describir la composición florística es la dominancia. Es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas. Como ya se explicó, en los árboles esta medida se reemplaza por las áreas basales.

La dominación absoluta de una especie está dada por la suma de las coberturas o de las áreas basales individuales expresada en m<sup>2</sup>, que la dominación relativa es la proporción de la especie en la cobertura total o área basal total evaluada. (BOLFOR 2000)

$$Dm = \pi/4 * d^2 (D)$$

Dónde

Dm = Dominancia

$\pi$  = 3,1416

d<sup>2</sup> = diámetro al cuadrado

D = Densidad

### **1.7.3.-Frecuencia:**

Se refiere a la presencia/ausencia de una especie en determinada subparcela, la frecuencia absoluta se expresa en porcentajes. Una frecuencia de 100%, indica la presencia de la especie en todas las subparcelas, la frecuencia relativa se expresa como la frecuencia de la especie en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fr = \frac{a_i}{A} * 100$$

Dónde:

Fr = Frecuencia

$a_i$  = Número de una determinada especie

A = Número de todas las especies.

### **1.8.-Las asociaciones florísticas:**

La heterogeneidad es una de las más destacadas características de la vegetación natural. Hay diferentes zona de vida en la biosfera, hay mezclas de asociaciones en una zona de vida, y hay mezclas de especies en una asociación.

La importancia es que las partes de diversas naturalezas no se distribuyen al azar. Las grandes zonas de vida se distribuyen de acuerdo a los grandes patrones climáticos; las distintas asociaciones florísticas se distribuyen dentro la zona de vida de acuerdo a una serie de factores, incluyendo los ambientales. (Moreno C, 2001).

### **1.9.- Clasificación Fitosociológica de las Comunidades vegetales:**

La fitosociología es una ciencia ecológica que se ocupa de las comunidades vegetales y de sus relaciones con el medio, basándose en inventarios de vegetación a través de un método inductivo y estadístico se crea un sistema taxonómico, jerárquico y de amplitud universal dónde la asociación es la unidad básica, en este concepto las comunidades (al igual que las especies) pueden tener una descripción, nombre científico y clasificación en un sistema jerárquico; La asociación es un tipo de comunidad vegetal que posee unas peculiares cualidades florísticas (especies propias o una combinación característica de plantas estadísticamente fieles utilizables como diferenciales), ecológicas, biogeográficas dinámicas catenales e históricas y que a su vez posea una jurisdicción geográfica propia. (Mucina y Van der Maarel, 1989).

### **1.10.- Índice de valor de importancia**

Adicionalmente, en Venezuela el uso del IVI ha estado muy vinculado a ecosistemas bajo producción, donde se espera un desarrollo forestal sustentable, demostrable mediante índices cuantitativos.

Usualmente se han levantado palmas y árboles y se ha prescindido de otras formas de vida que pudieran superar los 10 cm de diámetro (ejemplo: lianas y helechos arborescentes).

Las formas de vida despreciadas pueden en conjunto representar una fracción pequeña de la biomasa de la comunidad, pero resulta obvio que su función ecológica no es despreciable, Con estos procedimientos hay una visión restringida de la diversidad del ecosistema y de las relaciones bióticas entre sus componentes, (BOLFOR 2000).

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; no se presta a interpretaciones subjetivas, además suministra una gran cantidad de información en un tiempo relativamente corto, soporta análisis estadísticos y es exigente en el conocimiento de la flora, el método no sólo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico, como la densidad y la biomasa (por especie y por parcela). Este último es un carácter básico para interpretar la productividad de un sitio lo cual depende en gran medida del bioclima y de los recursos edáficos. (Lamprecht H, 1990).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y METODOLOGÍA**

#### **2.1- MATERIAL UTILIZADO:**

Para llevar adelante la ejecución del presente trabajo, se utilizó una serie de materiales durante la fase de campo al levantar los datos de la zona de estudio.

#### **MATERIALES DE CAMPO**

- Cinta métrica
- GPS
- Jalones
- Machete
- Carta topográfica
- Cámara
- Planillas

#### **MATERIALES DE GABINETE.**

- Mapa detallada de la cuenca
- Planillas con datos de campo
- Computadora
- Máquina de calcular

## **2.2.-Descripción del área de estudio**

### **2.2.1.-Ubicación:**

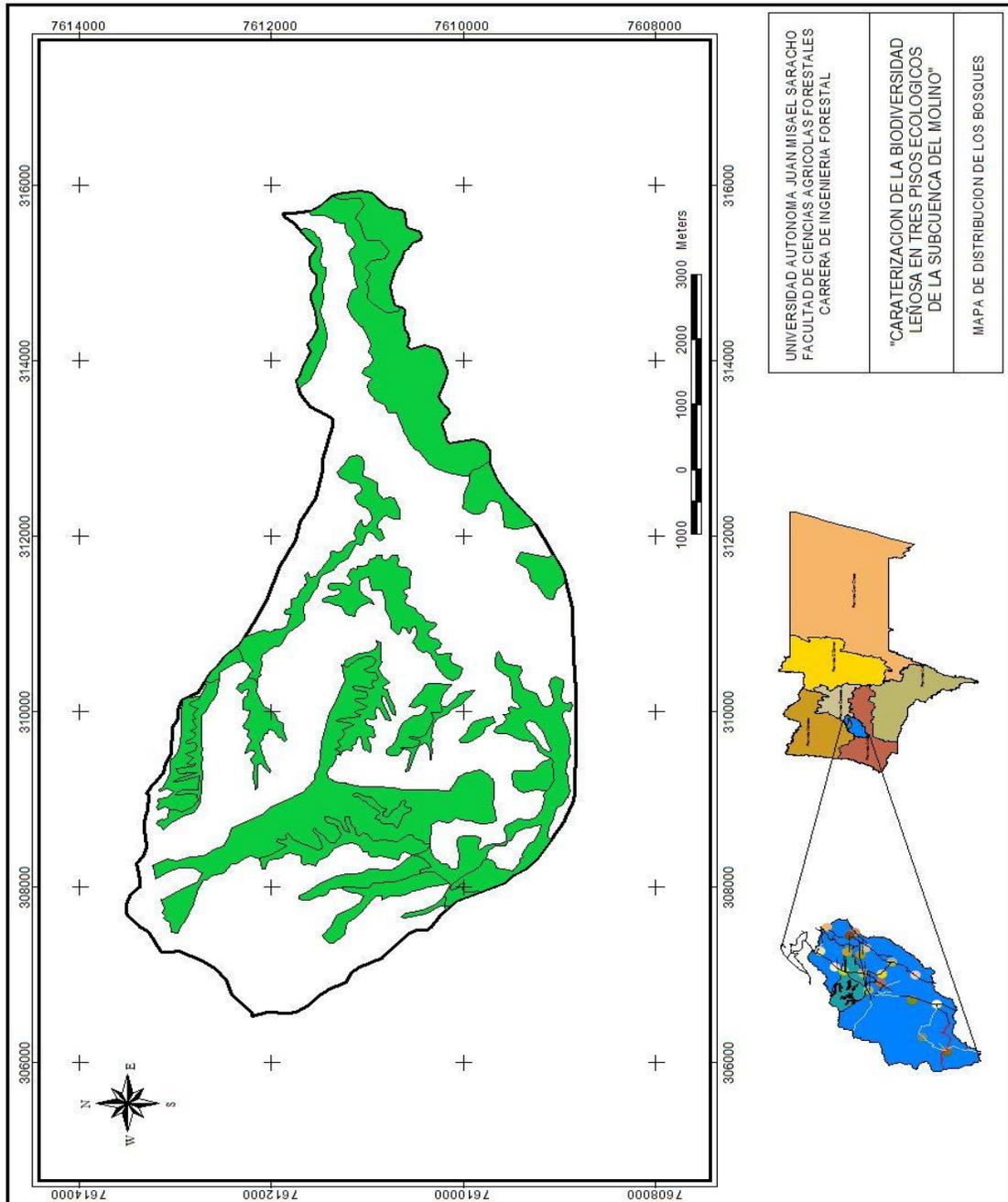
La subcuenca tiene una superficie de 4.168ha. Está ubicada en la parte central y norte de la cuenca del río Tolomosa, donde se encuentran las comunidades de Tolomosa Oeste y Tolomosita. Está formado por dos afluentes principales Río Molino y Río San Andrés.

El curso principal es el Río Molino con un caudal medio de 0,93 m<sup>3</sup>/s, una longitud de 18.170 m y una pendiente de 5%. En la parte media y alta de la subcuenca, el río tiene el nombre de río San Andrés, tramo con una longitud de 11.485m y una pendiente de 10%. El río Molino desemboca directamente al embalse de San Jacinto

De acuerdo a la división administrativa del departamento, la sub cuenca Molino es parte integral de la cuenca de Tolomosa. Pertenece a la provincia Cercado del departamento de Tarija, comprende las siguientes comunidades San Pedro de Sola, San Andrés, Guerrahuayco, Tolomosa, Tolomosa Oeste y parte de Tolomosa Centro.

(Atlas Ecotemático 2007).

### Mapa de Ubicación de la Vegetación



## **2.2.2.- Características biofísicas**

### **2.2.2.1.- Geomorfología**

El área 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%. En la parte baja presentan depósitos fluvio lacustres, aluviales y fluvioglaciares. Las pendientes varían de 0% a 10%, sin afloramientos rocosos, escasa pedregosidad superficial constituidas por materiales no consolidados de origen sedimentario como arcillas y limos con escaso material grueso y con abundante vegetación herbácea (INIBREH, 2007).

### **2.2.2.2.- 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. 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.

El clima de la sub cuenca del Molino en particular es sub húmedo las lluvias se presentan de octubre a abril con precipitaciones moderadas de acuerdo a la zona varían en algunas partes como en la comunidad de San Andrés son mayores las lluvias, también resaltar que son muy escasas las nevadas, en la parte más altas hay probabilidad de nevadas.

(Atlas Ecotemático 2007).

### 2.2.2.3.- Vegetación natural

En la subcuenca el Molino predominan las áreas antropizadas (cultivos agrícolas a secano, pastizales y cultivos con riego) con una superficie de 1.045 ha. Se tiene también la formación vegetal herbácea densa, graminoide baja, mixta, montana que cubre aproximadamente 538 ha. y en menor proporción se presenta un matorral denso a ralo, medio, mayormente caducifolio, semidecíduo montano, la vegetación de la cuenca del río Tolomosa forma parte de la formación fitogeográfica andino chaqueño de la parte superior de la formación tucumano-boliviana.

Además están presentes los géneros *Alnus*, *Podocarpus* y varias especies arbustivas Mirtáceas, formando parte de los bosques húmedos nublados montañosos a partir de los 2050 msnm. En el pie de monte y llanuras se caracterizan los géneros de *acacia*, *prosopis* formando matorrales con algunos árboles emergentes de la zona del valle, en la parte más alta se tiene las especies del Pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*; *pilger*) y el Aliso (*Myricapubescens*; *Wild*). El estrato arbustivo y herbáceo es ralo, rico en latifoliadas, forvias y gramíneas, con especies endémicas y otras registradas donde destacan: dominguillo (*Radia sp*), espinillo (*Durantaserratifolia*; *Griseb, Kunze*), thola (*Eupatoriumbunnifolium*; *Hooker e Arnott*), thola grande (*Baccharisdracunculifolia*; *de Candolle*) y otras. Cabrera (1971).

### 2.2.2.4.- Hidrología

En la subcuenca del Molino se tiene al río principal con el mismo nombre que es uno de los principales afluentes de la cuenca del río Guadalquivir, a su vez el río Tolomosa cuenta con afluentes importantes como son los ríos Pino, río Sola, etc, y que atraviesa por diferentes comunidades, cuyo caudal es considerable en la época de lluvia.

(INIBREH, 2007).

### 2.2.2.5.- Aspecto Socioeconómico

En el lugar que pertenece a la subcuenca el Molino tiene la vocación netamente agropecuaria, la actividad económica gira en torno a este rubro. La actividad agrícola y ganadera en menor proporción y es el principal sustento de las familias del lugar y de la generación de ingresos económicos, (Brezo, Crespo, 2004).

### **2.2.2.6.-Uso actual de la tierra**

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. En la parte de San Pedro de Sola no hay intervención de la vegetación, por la parte de San Andres es de uso agrícola y también de pastoreo parte de la vegetación lo utilizan para el uso de leña. (INIBREH, 2007).

### **2.2.3.- Descripción de las especies del área de muestreo**

#### **2.2.3.1.- Montano alto (A)**

Es el bosque montano alto que queda por la comunidad de San Pedro de Sola que está a una altura de 2380 m.s.n.m. tiene una cobertura variable, generalmente denso a ralo (10 a 80 %), rico en especies. Las especies más características y dominantes son el Pino del cerro (*Podocarpus parlatorei; pilger*) y el Aliso (*Myricapu bescens; Wild*). El estrato arbustivo y herbáceo es ralo, rico en latifoliadas, forvias y gramíneas, con especies endémicas y otras registradas donde destacan: duraznillo (*Radia sp*), espinillo (*Durantaserratifolia; Griseb, Kunze*) y el guayabo (*Psidium sp*), sauco (*Zanthoxylum*)

El estrato herbáceo de caracteriza por la presencia de varios pastos (*Evagrostissp*), pasto montano (*Ichnantussp*), pasto bandera (*Oplismenushirtellus; Beauv*), hierba (*Diodasp*), epifitas como la sacha (*Tillandsiausnoide; Ripsalis*). En sitios de mayor altitud y más húmedos, aliso blanco (*Alnus acuminata; H.B.K.*) (Atlas Ecotemático 2007)

#### **2.2.3.2.- Montano medio (B)**

En esta parte del bosque que también es parte de la comunidad de San Pedro de Sola con una altitud de 2220 m.s.n.m. aquí también se tiene las mismas especies en común como es el Pino del cerro (*Podocarpus parlatorei; pilger*), espinillo (*Duranta serratifolia; Griseb, Kunze*) y el guayabo (*Psidium sp*), sauco (*Zantho xylum*) duraznillo *sp.* en este lugar no hay la especie de aliso, el estrato herbáceo se caracteriza por la presencia de varios pastos (*Evagrostissp*), pasto montano (*Ichnantussp*), pasto bandera (*Oplismenushirtellus; Beauv*), hierba (*Diodasp*), epifitas como la sacha (*Tillandsia usnoide; Ripsalis*). En sitios de mayor altitud y más húmedos, aliso blanco (*Alnus acuminata; H.B.K.*) (Atlas Ecotematico 2007).

### **2.2.3.3.- Montano bajo (C)**

En el estrato bajo que pertenece a la comunidad de San Andrés se tiene una altitud de 1980 m.s.n.m. con una vegetación poco densa en el pie de monte aquí se tiene las especies del churqui (*Acacia caven*), el molle (*Schinus molle*), Pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*; *pilger*), sauco (*Zanthoxylum*) en esta parte hay más dominancia entre la especie del churqui y el molle, se puede decir que es intervenido por los mismos comunarios en leña para su uso diario también es zona de pastoreo a diario.

## **2.3.- METODOLOGÍA**

Para realizar el presente trabajo se utilizó esta metodología según los parámetros que se necesita de acuerdo a las siguientes variables

### **2.3.1.- Tipo de muestreo**

El muestreo que se hizo de acuerdo a los objetivos planteados, recursos económicos y metodología propuesta se definió realizar el muestreo estratificado en transectos variables, de acuerdo a la metodología de Bolfor (ecología vegetal) La superficie del área es 4.168 ha. De las cuales se tomó datos de 4% de cada estrato, es decir se hizo 10 parcelas de 20x20 m de un total de 400 m<sup>2</sup>, por parcela con un espaciamiento de 50 m. esto se tomó en transectos en lugares más representativos en cada piso ecológico.

De las parcelas se tomó datos como altura, diámetro, especie, calidad, abundancia solo en especies leñosas en circunferencias mayores a 25 cm. sacando datos de especies arbóreas y no arbustivas.

#### **2.3.2.1.- Variables a evaluar:**

##### **2.3.2.2.- Cobertura**

En términos generales, es la superficie que cubre una planta. En el caso de las gramíneas, es la proyección horizontal de su sombra, en el caso de los árboles, que son casi siempre los protagonistas de nuestros estudios, la cobertura es la suma de las proyecciones horizontales de sus copas.

En los bosques densos, la determinación de las proyecciones de las copas es en extremo complicado, trabajoso y, en algunos casos. Imposible de realizar. Por esta razón, no se evalúan las coberturas y se las reemplaza por las áreas basales que, por la estrecha relación que guarda con la cobertura, son los verdaderos sustitutos de la cobertura.

$$Cr = (Ni/Nt) \times 100$$

Dónde:

Cr = Cobertura

Ni = Número de registros de plantas de cierta forma de vida.

Nt = Número total de registros de todas las plantas

### 2.3.2.3.- 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. También, mediante el diámetro es posible medir el crecimiento de las plantas, haciendo medidas repetidas cada determinado tiempo. 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 diamétricas. También, es posible medir el diámetro con una forcípula o con una cinta métrica. La forcípula mide el diámetro directamente, mientras que la cinta métrica mide el perímetro, a partir del cual se puede calcular el diámetro. 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

$\pi = 3.14159226$

### 2.3.2.4.- Área basal

El área basal es otro aspecto muy importa de la estructura horizontal del bosques. Se la define como la sumatoria de las secciones de todos los arboles del área bajo estudio. Algunas veces se las denomina áreas bisimétricas.

$$AB = \pi/4 * D^2$$

AB = Área Basal

$\Pi = 3.141592$

D = diámetro a la altura del pecho

### 2.3.2.5.- Abundancia, frecuencia y dominancia:

Conociendo las especies presentes y la cantidad de individuos de la misma que pertenecen a la comunidad o región, podemos establecer otros parámetros básicos para la descripción de la composición florística como la abundancia y la frecuencia.

### 2.3.2.6.- Abundancia:

Es igual al número de individuos por especie. Se distingue entre a) abundancia absolutas (número de individuos/especie) y b) abundancias relativas (proporción porcentual de cada especie en 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 (Iamprecht, H, 1990).

$$A = \frac{N^{\circ} \text{ especies}}{\text{Superficie}}$$

Dónde

A = Abundancia

N° = Número de especies

S = Superficie

### 2.3.2.7-. Dominancia:

Otro parámetro importante para tomar en cuenta al describir la composición florística es la dominancia. Es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas. Como ya se explicó, en los árboles esta medida se reemplaza por las áreas basales.

La dominancia absoluta de una especie está dada por la suma de las coberturas o de las áreas basales individuales expresada en  $m^2$ , que la dominancia relativa es la proporción de la especie en la cobertura total o área basal total evaluada.

$$Dm = \pi/4 * d^2 (D)$$

Dónde

$Dm$  = Dominancia

$\pi$  = 3,1416

$d^2$  = diámetro al cuadrado

$D$  = Densidad

### 2.3.2.8-.Frecuencia:

Se refiere a la presentación o ausencia de una especie en determinada subparcelas. La frecuencia absoluta se expresa en porcentajes. Una frecuencia de 100%, indica la presencia de la especie en todas las subparcelas. La frecuencia relativa. Se expresa como la frecuencia de la especie en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fr = \frac{a_i}{A} * 100$$

Dónde:

$Fr$  = Frecuencia

$a_i$  = Número de una determinada especie

$A$  = Número de todas las especies.

### 2.3.3.- Índices de diversidad

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie la diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.).

#### 2.3.3.1.- Índice de Shannon-Wiener.

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

H = Índice de Shannon-Wiener

P<sub>i</sub> = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

$$E = H' / \ln S$$

### 2.3.3.2.- Índice de Simpson.

El índice de Simpson es otro método utilizado comúnmente para determinar la diversidad de una comunidad vegetal.

Para calcular el índice de forma apropiada se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = 1 / \sum \left( \frac{ni(n-1)}{N(N-1)} \right)$$

Dónde:

$S$  = Índice de Simpson

$ni$  = número de individuos en la  $i$ ésima especie

$N$  = número total de individuos

### 2.3.2.3.- Índice de Margalef

Este índice se relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos.

$$D_{mg} = S - 1 / \ln N$$

Dónde:

$D_{mg}$  = Índice de Margalef

$S$  = Número de especies

$N$  = Número de individuos

$\ln$  = Logaritmo Natural

### 2.3.2.4.- Índices de similaridad

Los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, especialmente para comparar comunidades con atributos similares (diversidad Beta). Sin embargo, también son útiles para otro tipo de comparaciones, de plantas de estaciones diferentes o micro sitios con distintos grados de perturbación (bosque perturbado vs. bosque poco perturbado)

Los índices de similaridad pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) o datos cuantitativos (abundancia).

### 2.3.3.5.- Índice de Sorensen

Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas, en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio.

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100$$

Dónde:

IS = Índice de Sorensen

A = número de especies encontradas en la comunidad A

B = número de especies encontradas en la comunidad B

C = número de especies comunes en ambas localidades

### 2.3.3.6.- Índice de Jaccard.

Es otro índice que utiliza datos cualitativos. Este índice es muy similar al de Sorensen, Para el cálculo del índice de Sorensen se utilizan datos cualitativos de presencia/ausencia de cada especie en las dos comunidades a compararse.

$$Ij = \frac{C}{A+B-C} * 100$$

IJ = Índice de Jaccard

A = Número de especies en la comunidad A

B = Número de especies en la comunidad B

C = Número de especies comunes en ambas comunidades

### 2.3.3.7.- Índice de Morisita-Horn

Este índice es calculado en base a datos cuantitativos. Del grupo de los índices basados en datos cuantitativos, este índice es el más satisfactorio.

$$IM = \frac{2 \sum (DN_i * EN_i)}{(d_a + d_b) a_N * b_N} * 100$$

$a_N$  = Número de individuos en la localidad A

$b_N$  = Número de individuos en la localidad B

$DN_i$  = Número de individuos de la  $i$ ésima especie en la localidad A

$EN_i$  = Número de individuos de la  $i$ ésima especie en la localidad B

#### **2.3.4.- Índices de valor de importancia**

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

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación, corresponden a los siguientes estratos arbóreos, para el montano alto se tiene la letra “A” para el estrato arbóreo montano medio “B” y para el estrato arbóreo montano bajo se tiene la “C”.

#### 3.1.- Estrato arbóreo en el montano alto. A

Este tipo de bosque se encuentra ubicado en la sub cuenca del Río Molino en la comunidad de San Pedro de Sola, en la parte central y norte de la cuenca del río Tolomosa dónde se encuentran las comunidades de Tolomosa Oeste y Tolomosita. Que está formado por dos afluentes principales Río el Molino y Río San Andrés, en la parte del montano alto tiene una vegetación boscosa semidecidua como especies de aliso, pino del cerro y guayabo que proporcionalmente están en la sub cuenca, también se hizo una descripción de cada especie encontrada en cada piso ecológico.

#### 3.1.1.- Descripción de las especies del estrato arbóreo. A

##### 3.1.1.1.- Fenología de la especie de Aliso

**Familia:** Betulaceae

**Nombre científico:** (*Myricapu bescens*; Wild)

**Nombre común o vulgar:** Aliso

**Uso:** esta especie da leña de buena calidad de amplio uso en madera de los troncos se utilizan para la construcción de casas (vigas), chozas y apriscos; la corteza rica en taninos se usa para curtir cueros, la madera sirve también para construcciones livianas, cajas, utensilios domésticos, cabos de escobas e instrumentos musicales.



**Fenología:** tiene una floración en septiembre-octubre y con frutos maduros en enero-febrero. Se reproduce a través de semillas, y estacas, las semillas no requieren tratamiento previo para su germinación. Las formas recomendables de reproducir aliso son mediante germinación de semillas y vegetativamente vía estacas.

**Uso medicinal:** En la medicina tradicional las hojas frescas maceradas en alcohol sirven para fricciones contra el reumatismo. (Lamprecht 1990).

### 3.1.1.2.- Fenología de la especie de Pino de cerro

**Familia:** Podocarpaceae

**Nombre científico:** (*Podocarpus parlatorei*; *pilger*)

**Nombre común o vulgar:** Pino de cerro

**Uso:** De madera liviana, densidad 0,48 g/cm<sup>3</sup>. Es apta para chapas compensadas y para producir pasta química de celulosa debido a su largo correcto de sus traqueidas.

**Fenología:** Es un árbol dioico mediano a grande verde hasta de 30 m de altura y 15 dm de diámetro, muy ramificado, con ramas sub verticiladas. Corteza rugosa, pardo oscuro muy agrietada en sentido longitudinal de mediano grosor de 2 a 4 cm. Hojas perennes de 5 a 6 cm. de largo un ápice aguzado helicadas, lineares, falcadas acuminadas con la nervadura central deprimida en el epifilo.



### 3.1.1.3.- Fenología de la especie de Espinillo

**Familia:** Leguminosas

**Nombre científico:** (*Duranta serratifolia*; *Griseb, Kunze*)

**Nombre común o vulgar:** Espinillo

**Fenología:** Árbol de entre 5 m de altura con copa semiesférica y extendida, fuste de hasta 50 cm de diámetro, corteza persistente, fisurada longitudinalmente, color pardo oscuro o grisácea espinas rectas geminadas, blanquecinas de entre 5 a 25 mm. de longitud muy agudas sin aguijones.



**Uso medicinal:** Corteza, hojas y flores tienen distintos usos medicinales, de las flores se extrae aceite esencial de uso en perfumería.

#### 3.1.1.4.- Fenología de la especie de Duraznillo

**Familia:** Salicaciae

**Nombre científico:** (*Radia sp*),

**Nombre común o vulgar:** Duraznillo

**Uso:** La principal aplicación de la madera es producir carbón de calidad y también postes de corrales y alambrados rústicos. La madera posee albura blanco amarillento y duramen castaño rojizo que se vuelve oscuro cuando es expuesto al aire, es dura y pesada.



**Fenología:** Planta de ciclo vital anual, con una altura que varía desde los cuatro a cinco metros, su tallo es muy recto pero en determinadas circunstancias puede inclinarse hasta caer al suelo; en este caso, de cada nudo se genera una planta unida fuertemente al suelo, para con el tiempo volver a elevar con resistencia verticales y rectos.

**Uso medicinal:** Esta especie es empleada a nivel tópico, resultando bastante eficaz a la hora de curar llagas y úlceras dérmicas.

#### 3.1.1.5.- Fenología de la especie de Guayabo

**Familia:** Mirtáceas

**Nombre científico:** (*Psidium sp*),

**Nombre común o vulgar:** Guayabo

**Uso:** Es de color amarillo rojizo se utiliza para hacer artesanías (mangos, cubiertos) también se utiliza para carbón y leña.



**Fenología:** Hojas coriáceas opuestas, elípticas a ovadas enteras, de 7 a 15 cm de longitud. Envés pubescente y nerviación destacada con 10-20 pares de nervios laterales.

**Uso medicinal:** Árbol muy apreciado por su aromático fruto, y por el uso medicinal que se da a otras partes como el tronco, la corteza y las ramas.

### 3.1.2.1.- Abundancia, dominancia y frecuencia de especies arbóreas.

La abundancia, dominancia y la frecuencia son parámetros que se le da a las especies en una población, la abundancia determina el número de individuos por hectárea y la dominancia como variable del área basal que es lo fundamental, la frecuencia está en base a los datos de las especies presentes que hay en el lugar inventariado.

(Ver anexo # 4)

**Cuadro: 1** Abundancia, Dominancia, y frecuencia del estrato “A”

	Abundancia (N/ha)	Dominancia (G/ha)	Frecuencia %
<b>Especie</b>			
Aliso	47.0	1.3	90
Duraznillo	2.5	0.23	10
Espinillo	20.0	2.35	50
Guayabo	72.5	3.8	100
Pino de cerró	217.5	4.5	100

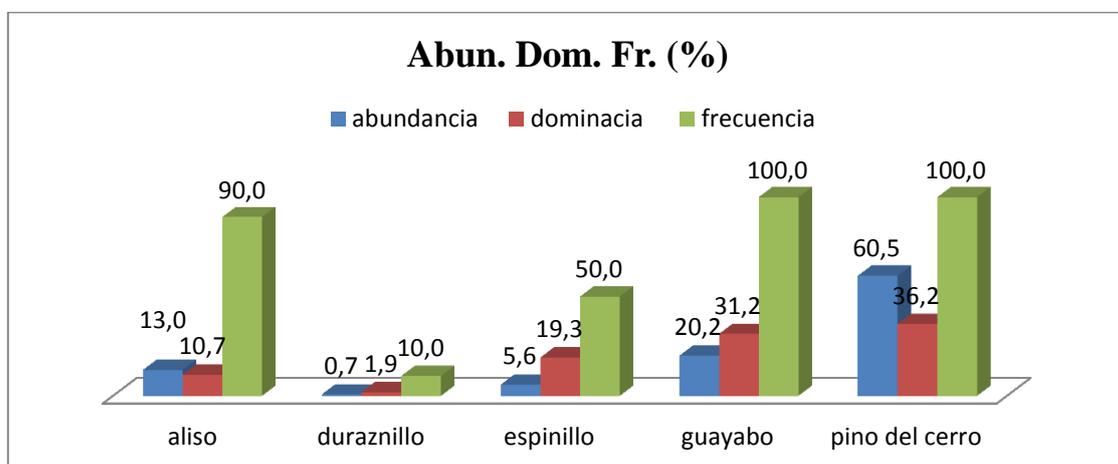
Las especie Pino de cerro tiene la mayor abundancia y dominancia debido a su alto número de individuos por hectárea, la especie guayabo ocupa el segundo lugar en abundancia, pero está en tercer lugar en dominancia, esto debido a que tiene una gran cantidad de individuos por hectárea pero con dimensiones diamétricas menores.

(Ver anexo # 5).

**Cuadro: 2** Abundancia, Dominancia y Frecuencia Relativas. (%)

Especie	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia %
Aliso	13.0	10.7	90
Duraznillo	0.7	1.9	10
Espinillo	5.6	19.3	50
Guayabo	20.2	31.2	100
Pino de cerró	60.5	36.2	100

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfica: 1** Abundancia, Dominancia y Frecuencia estrato arbóreo “A”

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.1.2.2.- Datos dasométricos, (Abundancia, Dominancia y Frecuencia)

En los datos dasométricos del estrato A población del bosque montano alto dichos datos se desplegaron de forma tal que las especies presentes, dan la posibilidad de inferir sobre la densidad y el porcentaje de las especies arbóreas, donde la especie de pino del cerró presenta un valor superior con respecto al número de individuos 60.5% de abundancia relativa. Y de manera descendente se encuentran el guayabo con 20.2 %, representando un 13.0% el aliso, y 5.6% el espinillo, por último el Duraznillo 0.7% en abundancia relativa.

En lo referente a la dominancia relativa observando los resultados del área basal el valor superior es de la especie pino del cerró con 36.2% en lo que más domina en la parte del estrato montano alto A el guayabo con 31.2%, esto se debe a que esta especie

tiene un valor medio de individuos por hectárea y no precisamente a su diámetro medio 9.2 cm, ya que este es similar a las otras especies. Consecuentemente están las especies de espinillo con 19.3% y duraznillo 1.9%, y el aliso con 10.7% la dominancia relativa, se puede decir con relación a estos datos la especie de duraznillo es la que menos domina en la abundancia y la dominancia, en cambio el pino del cerro es especie más dominante entre las mismas; en las frecuencias el pino de cerro tiene un valor de 100% seguido del guayabo también del 100% y el espinillo con un 50% el Duraznillo en un 10% y por último el aliso con 90%, estos porcentajes son de las especies por parcela en cada sitio de muestreo.

**Cuadro: 3** Datos dasométricos del área de muestreo

Especie	N/ha		G/ha (m <sup>2</sup> )		Altura (m)			Diámetro <sub>1,3</sub> (cm)		
	abs.	rel%.	abs.	rel%.	h	min	max	d <sub>1,3</sub>	min	Max
Aliso	47.0	13	1.3	10.7	5.5	4	8	10.8	6	25.5
Duraznillo	2.5	0.7	0.23	1.9	5	5	5	10.8	10.8	10.8
Espinillo	20	5.6	2.35	19.3	6.1	4	8	11.3	7	14.6
Guayabo	72.5	20.2	3.8	31.2	4.8	3	7	9.2	6.4	16.9
Pinode cerró	217.5	60.5	4.5	36.2	6.5	3	8	12.7	6.4	33.1
<b>Total</b>	<b>359.5</b>	<b>100</b>	<b>12.18</b>	<b>100</b>	<b>6.01</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>11.6</b>	<b>6</b>	<b>33.1</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.3.- Índices de diversidad de especies arbóreas.

#### 3.1.3.1.- Índice de Shannon-Wiener (H)

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. En este índice de Shannon-Wiener “H” del estrato arbórea A se tiene un valor de  $H=1.08$  utilizando logaritmo natural (ln), es de mayor tendencia en la dominancia y la equitatividad el pino del cerro, determina la población de especies por hábitat, lo que se encuentra más representativas en la muestra,  $E=0.67$  representa la probabilidad de dos organismos tomados al azar sean de la misma especie, específicamente Shannon se basa en el valor mayor de “H” mayor será la diversidad, en este caso el resultado obtenido en el estrato A se puede decir que es muy representativa la especie del pino del cerro, con respecto a las demás especies presentes en el estrato de las especies arbóreas. (Ver anexo # 5)

**Cuadro: 4** Índice de Shannon-Winner

<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Abun. Rel. (Pi)</b>	<b>Pi*lnPi</b>
Aliso	47.0	0,1307	-0,2660
Duraznillo	2.5	0,0070	-0,0346
Espinillo	20.0	0,0556	-0,1607
Guayabo	72.5	0,2017	-0,3229
Pino de cerro	217.5	0,6050	-0,3040
<b>Total</b>	<b>359,5</b>		<b>1,0882</b>

**Fuente:** Elaboración propia

H= 1.08

E= 0.67

### 3.1.3.2.- Índice de Simpson “S”

Con relación a este índice de Simpson “S” en el estrato arbóreo (A) los individuos están influidos por la importancia de cada especie dominante con respecto a la similitud, dentro de los datos que se tiene de Simpson es S= 2.35 en un solo estrato, lo que hace referencia a la gran importancia que se muestra dominante dentro del área y con mayor abundancia la especie del pino del cerro, seguido del guayabo y del aliso, esto puede variar de acuerdo a la especie en el lugar de habitar y el estrato con condiciones máximas de equitatividad en un estrato o uniformidad de la distribución.

A diferencia de estos dos índices calculados del estrato (A) con valores de Shannon-Wiener H=1.08 y Simpson S= 2.35 se observa una mayor tendencia hacia las especies más abundantes del área a muestrear como es la especie del pino del cerro, y próximamente el aliso y luego el guayabo esto en el estrato superior, son elementos importantes para determinar la diversidad de una comunidad arbórea. (Ver anexo # 6)

**Cuadro: 5** Índice de Simpson

Especie	Abundancia	$(ni(ni-1)/N(N-1))$
Aliso	47	0,01678
Duraznillo	2,5	0,00003
Espinillo	20	0,00295
Guayabo	72,5	0,04022
Pino de cerro	217,5	0,36537
<b>Total</b>	<b>359,5</b>	<b>0,4253</b>

**Fuente:** Elaboración propia

$$S=1/0,4243 = 2.35$$

### 3.1.3.3.- Índice de Margalef

En lo que refiere al índice de diversidad de Margalef muestra la proporción de especies que hay en el lugar a diferencia de una solo existente, en el resultado que se obtuvo en el estrato (A) se tiene  $Dmg= 0.67$  con una abundancia dominante de la especie del pino del cerro, lo propio con la abundancia proporcional se puede decir que en la parte superior de la sub cuenca esta especie es más proporcional de acuerdo a los índices realizados.

**Cuadro: 6** Índice de Margalef

Especie	Abundancia	Abs. Prop. (pi)
Aliso	47	0,1300
Duraznillo	2,5	0,0069
Espinillo	20	0,0556
Guayabo	72,5	0,2016
Pino de cerro	217,5	0,6050
<b>Total</b>	<b>359,5</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

$$Dmg=5-1/\ln 359.5 = 0.67$$

### 3.1.4.- Índice de Valor de Importancia I.V.I

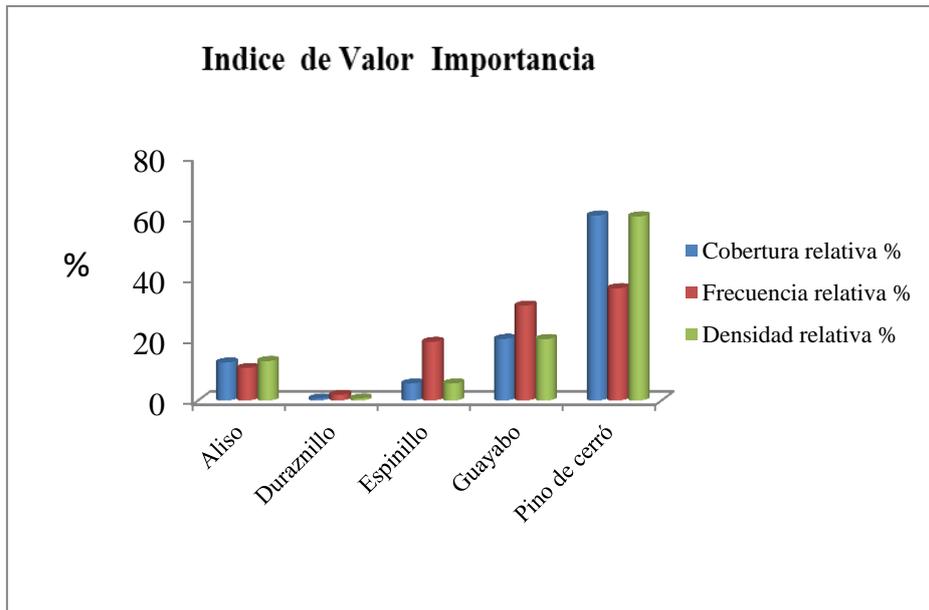
El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros, este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal; el I.V.I.

De las cinco especies que se tiene en el estrato (A) se tiene a la especie del Pino de cerro con 158.2 con el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) más altos y el Guayabo con 71.67 seguido del espinillo con 30.49 el duraznillo con 3.29 con el índice más bajo y el aliso con 36.2 los respectivos aportes de dominancia, densidad y frecuencia relativa presenta el mayor índice de valor de importancia principalmente en la especie que es más abundante y dominante, sin lugar a dudas la especie leñosa más común en el bosque es el pino del cerro y luego está el aliso y el guayabo que tienen una dominancia y frecuencia relativa muy similar siendo la densidad relativa un poco menor, su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso el método no sólo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico, como la densidad y la biomasa (por especie y por parcela). Este último, es un carácter básico para interpretar la productividad de un sitio, lo cual depende en gran medida del bioclima y de los recursos edáficos.

**Cuadro: 7** Índice de Valor de Importancia IVI

<b>Especies</b>	<b>Cobertura relativa %</b>	<b>Frecuencia relativa %</b>	<b>Densidad relativa %</b>	<b>I.V.I</b>
Aliso	12,5	10,7	13	36,2
Duraznillo	0,69	1,9	0,7	3,29
Espinillo	5,59	19,3	5,6	30,49
Guayabo	20,27	31,2	20,2	71,67
Pino de cerró	60,8	36,9	60,5	158,2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfica: 2** Índice de Valor Importancia IVI

**Fuente:** Elaboración propia

De los estratos se pueden comparar y en función de las especies que han resultado más importantes de acuerdo a los porcentajes más representativos con la especie de Pino de cerro con un porcentaje del 60.8% como se observa en la gráfica, frecuentemente se consiguen ciertas coincidencias en sitios que pertenecen al mismo tipo de vegetación si se analiza un gradiente, también se pueden identificar especies que caracterizan a cada comunidad con una abundancia, dominancia y cobertura.

### 3.2.- Estrato arbóreo en el montano medio. (B)

En el estrato arbóreo del montano medio B de la sub cuenca río Molino que también queda en la comunidad de San Pedro de Sola, en la parte central y norte de la cuenca del río Tolomosa, tiene una altitud de 2220 m.s.n.m. está formado por dos afluentes principales río el Molino y río San Andrés, en la parte del montano medio tiene una vegetación boscosa semidecidual como especies de pino del cerro y guayabo que proporcionalmente están en la sub cuenca en este estrato no hay la especie de aliso se observa un bosque similar al otro estrato pero con ausencia de algunas especies cerca del río, haciendo referencia que la descripción de las especies encontradas en este estrato A son las mismas con ausencia de algunas. (Ver página #17)

### 3.2.1.1.- Abundancia, dominancia y frecuencia de especies arbóreas

La especie de mayor abundancia que corresponde a al pino del cerro con 232.5 seguida por la especie de guayabo con un 42.5 El espinillo con un 32.5 también presenta una mayor abundancia y el duraznillo con 17.5 la especie más representativa es el pino del cerro de acuerdo al resultado obtenido del estrato montano medio B con relación a la dominancia se puede decir que las especies son más abundantes y con un valor menor de dominancia, en las frecuencias se tiene el 100% de la especie del pino del cerro, seguido de la especie del guayabo con una frecuencia de 61,5 % y próximamente el duraznillo con un 50% y por ultimo con un menor valor el espinillo con un 30% esto hace referencia que las especies también son representativas en el estrato B.

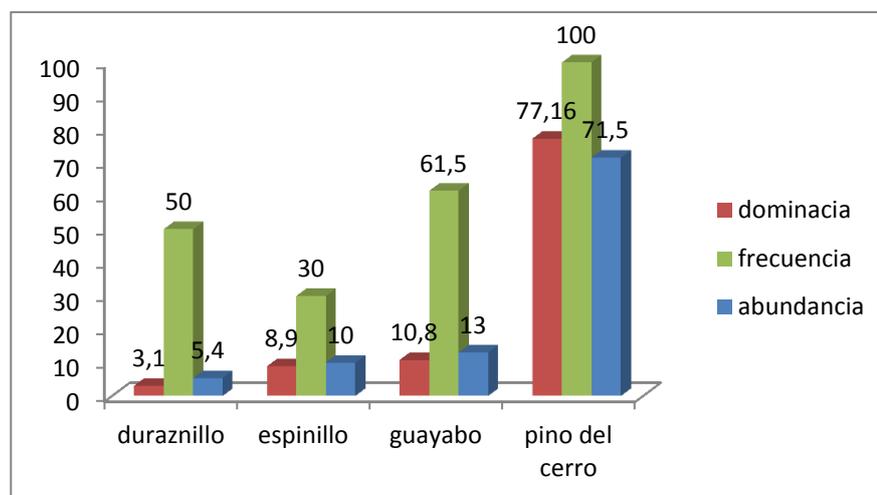
**Cuadro: 8** Abundancia, Dominancia y Frecuencia del estrato arbóreo “B”

	<b>Abundancia (N/ha)</b>	<b>Dominancia (G/ha)</b>	<b>Frecuencia %</b>
<b>Especie</b>			
Duraznillo	17.5	0,15	50
Espinillo	32,5	0,42	30
Guayabo	42,5	0,51	61,5
Pino de cerró	232,5	3,65	100

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro: 9** Abundancia, Dominancia y Frecuencia Relativas (%)

	<b>Abundancia (%)</b>	<b>Dominancia (%)</b>	<b>Frecuencia %</b>
<b>Especie</b>			
Duraznillo	5.4	3.1	50
Espinillo	10.0	8.9	30
Guayabo	13.0	10.8	61,5
Pino de cerró	71.5	77.16	100

**Gráfica: 3** Abundancia Dominancia y Frecuencia (%)

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.1.2.-Datos Dasométricos (Abundancia, Dominancia y Frecuencia)

En el estrato montano medio (B), se tiene 71,5% de la abundancia relativa está representada por la especie de pino del cerro seguida por la especie de guayabo con un 13%, el espinillo con 10% y por último el duraznillo 5,4% con abundancia relativas, mientras que en dominancias muy relativas el pino del cerro con 77,16% el guayabo con 10,8% y el duraznillo con menor valor del 3,1% se ve una relación muy similar entre abundancia y dominancia, en este estrato no se tiene la especie del aliso, en alturas y diámetros se tiene en un 13,3 con máximos y mínimos en alturas y lo propio en diámetro hay una correlación entre las especies de guayabo 12,2 el espinillo 12,5 y duraznillo 11,7 q en un mayor diámetro es mayor la ocupación de la superficie por hectárea debido al número de especies que existen el bosque.

**Cuadro: 10** Datos dasométricos del área de muestreo

Especie	N/ha		G/ha (m <sup>2</sup> )		Altura (m)			Diametro <sub>1,3</sub> (cm)		
	abs.	rel%.	abs.	rel%.	h	min	max	d <sub>1,3</sub>	min	Max
Duraznillo	17,5	5,4	0,15	3,1	6,1	5	8	11,7	10,5	13,7
Espinillo	32,5	10	0,42	8,9	7,3	4	12	12,5	9,5	19,4
Guayabo	42,5	13	0,51	10,8	6	4	9	12,2	7,6	18,1
Pino de cerró	232,5	71,5	3,65	77,16	7,9	4	12	13,6	9,5	21
<b>Total</b>	<b>325</b>	<b>100</b>	<b>4,73</b>	<b>100</b>	<b>7,6</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>13,3</b>	<b>7,5</b>	<b>21</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2.1.- Índices de diversidad de especies arbóreas.

#### 3.2.2.2.- Índice de Shannon-Wiener (H)

En este índice de Shannon-Wiener se tiene valores de equitatividad muy significativos en el estrato B, también con una abundancia de mayor valor como es con la especie de pino del cerro, aquí se tiene un dato de la equitatividad  $E= 0.67$  esto muestra q se tiene una tendencia de especies abundantes en el muestreo que se hizo, el valor del índice es de  $H=1.08$  se puede decir que es un dato que hace referencia la mayor cantidad de especies abundantes en el estrato medio, es muy similar a la parte alta con la presencia de la misma vegetación en el bosque.

**Cuadro: 11** Índice de Shannon-Wiener

Especie	Abundancia	Abun. Rel. (Pi)	Pi*lnPi
Duraznillo	17,5	0,0540	-0,1576
Espinillo	32,5	0,1000	-0,2303
Guayabo	42,5	0,1300	-0,2652
Pino de cerro	232,5	0,7150	-0,2399
<b>Total</b>	<b>325</b>	<b>0,9990</b>	<b>0,8930</b>

**Fuente:** Elaboración propia

$H=1,08$

$E= 0,67$

#### 3.2.2.3.- Índice de Simpson

El índice de Simpson nos indica el valor de las especies tomadas en el área sean de la misma especie en una determinada área, en este caso en el estrato B se tiene un valor de  $S=1.85$  se puede decir que es muy representativo en abundancia, en comparación con el estrato montano alto es muy similar porque hay la misma representatividad con las mismas especies en el lugar, el bosque está más representado por la especie del pino del cerro, las otras especies son menores y algunas ausentes.

**Cuadro: 12** Índice de Simpson

Especie	Abundancia	(ni(ni-1)/N(N-1))
Duraznillo	17,5	0,00270
Espinillo	32,5	0,00970
Guayabo	42,5	0,01670
Pino de cerro	232,5	0,51100
<b>Total</b>	<b>325</b>	<b>0,5402</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

$$S = 1/0,5402 \quad S = 1.85$$

### 3.2.2.4.- Índice de Margalef

El índice de Margalef muy importante para determinar la diversidad de especies, y hacer un análisis de diversidad para determinar la abundancia existente en un determinado lugar del bosque; en el estrato B a muestrear se tiene un resultado de  $D_{mg}=0.52$  que es significativo en abundancia de especies arbóreas, en este estrato se resalta la presencia de las mismas especies y una proximidad a los mismos valores de los anteriores índices calculados.

**Cuadro: 13** Índice de Margalef

Especie	Abundancia	Abun. Prop. (pi)
Duraznillo	17,5	0,0538
Espinillo	32,5	0,1000
Guayabo	42,5	0,1307
Pino de cerro	232,5	0,7153
<b>Total</b>	<b>325</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

$$D_{mg} = 4 - 1/\ln 325 = 0,52$$

### 3.2.3.- Índice de valor de importancia

Sacando valores de especies arbóreas en el estrato B como una forma de la composición de la flora leñosa. El Índice de valor de importancia (IVI), los resultados que se tienen de la especie del Pino de cerro con 220.19 y la especie de guayabo con

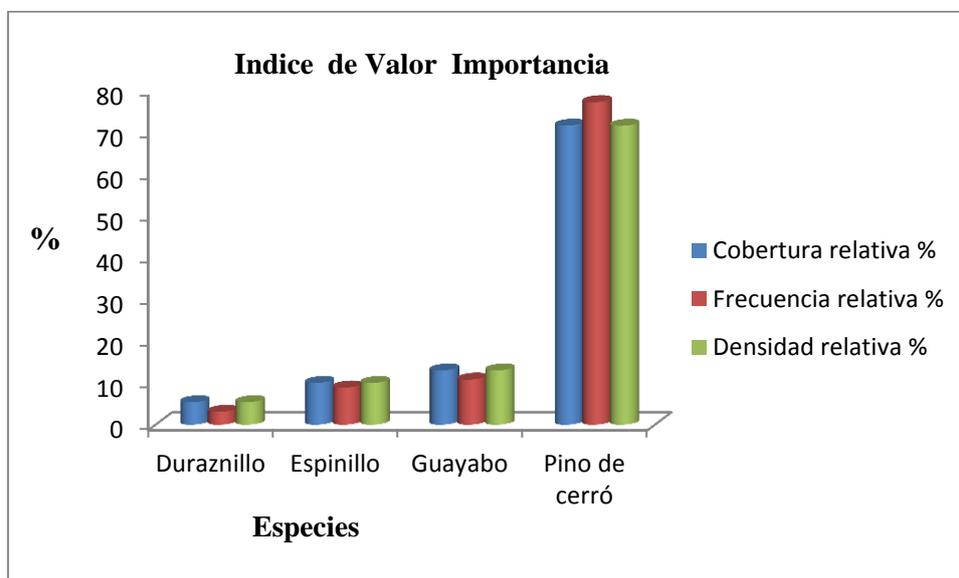
36.8 seguido la especie de espinillo con 28.9 y finalmente el duraznillo con 13.88 se observa que la especie de Pino de cerro es la que tiene más valor de importancia en este lugar, de acuerdo a los parámetros utilizados son representativos los índices encontrados en algunas especies.

**Cuadro: 14** Índice del Valor de Importancia IVI

<b>Especies</b>	<b>Cobertura relativa %</b>	<b>Frecuencia relativa %</b>	<b>Densidad relativa %</b>	<b>I.V.I</b>
Duraznillo	5,38	3,1	5,4	13,88
Espinillo	10	8,9	10	28,9
Guayabo	13	10,8	13	36,8
Pino de cerró	71,53	77,16	71,5	220,19
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfica: 4** Índice de Valor Importancia IVI



De acuerdo a los resultados del índice de valor importancia se puede decir que la especie del pino de cerro tiene un valor mayor del 77.16 en frecuencia relativa seguidamente de la cobertura y densidad como se puede observar en la gráfica.

### 3.2.4.- Estrato arbóreo en el montano bajo. (C)

Este tipo de bosque del estrato arbóreo C se encuentra a proximidad de la comunidad de San Andrés que es parte de la sub cuenca del río Molino, con una altitud de 1990 m.s.n.m. aquí se observan una comunidad boscosa de especies dominantes como es el churqui y molle y en la parte más baja de uso agrícola, en algunas partes se ve intervenido y de uso agrícola, donde se hace la descripción de las especies ausentes en el estrato A y B. (ver página #17).

#### 3.2.4.1.- Descripción de las especies del estrato arbóreo C

##### 3.2.4.1.1.- Fenología de la especie de churqui

**Familia:** Leguminosas

**Nombre científico:** (*Acacia caven*)

**Nombre común o vulgar:** Churqui

**Uso:** Es usado para leña, frutos para consumo del ganado caprino, flores para usos de perfumes.

**Fenología:** Árbol de hasta 6m. de altura, de copa redondeada, corteza castaño oscura con profundas grietas oblicuas. Ramas muy tortuosas y oscuras con características espinas gris claro dispuestas de a pares en los nudos de hasta 5 cm de largo. Hojas bipinnaticompuestas, caducas, Flores amarillas, muy pequeñas y perfumadas dispuestas en inflorescencias esféricas compactas con un pedúnculo corto de entre 4 y 18mm.

**Uso medicinal:** La corteza es utilizada para la medicina natural.



### 3.2.4.1.2.- Fenología de la especie de Molle

**Familia:** Anacardiasiae

**Nombre científico:** (*Schinus molle*),

**Nombre común o vulgar:** Molle

**Uso:** Esta especie también es usada para leña y cerramientos.

**Fenología:** Son árboles de tamaño pequeño a mediano, que alcanzan un tamaño de hasta 15 m metros de alto y 30 cm de diámetro, ramas colgantes, corteza exterior café o gris, muy áspera, exfoliante en placas largas, tricomas erectos o curvados plantas dioicas. Hojas alternas siempre verdes o deciduas, imparipinnadas o paripinnadas de 9 a 8 cm de largo.



**Uso medicinal:** Se trata de una planta ampliamente utilizada por la medicina tradicional. A su corteza y resina se le han atribuido propiedades tónicas, antiespasmódicas y cicatrizantes y la resina es usada para aliviar las caries, los frutos frescos en infusión se toman contra la retención de orina.

### 3.2.4.2.- Abundancia, dominancia y frecuencia de especies arbóreas

En este estrato de la parte baja se muestra los valores de la frecuencia de las especies que aparecieron en los sitios de muestreo además de los valores relativos de abundancia y dominancia de los sitios de muestreo donde la especie del churqui con una abundancia de 190 especies por hectárea, seguido del molle 127.5 y el aliso y el sauco con valores menores, se puede decir que estas dos especies son más abundantes en este estrato arbóreo.

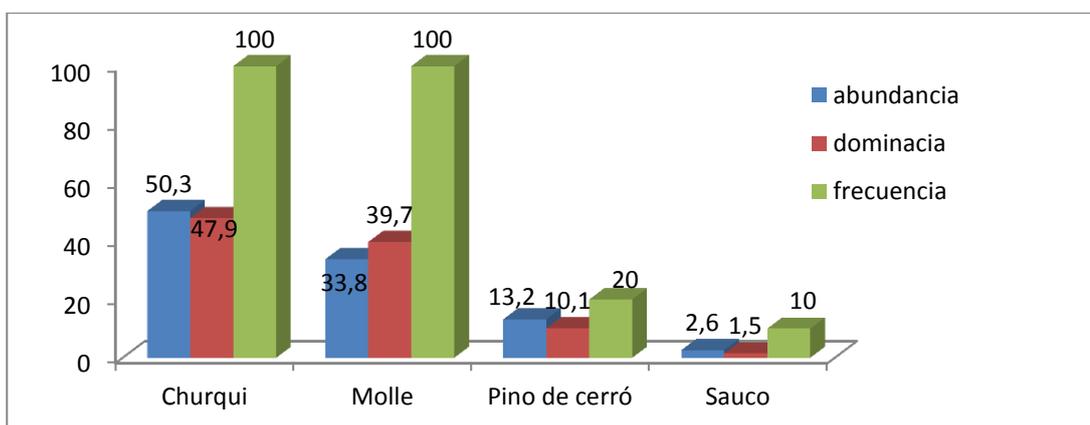
**Cuadro: 15** Abundancia Dominancia y Frecuencia del estrato arbóreo “C”

	Abundancia (N/ha)	Dominancia (G/ha)	Frecuencia %
<b>Especie</b>			
Churqui	190	3,5	100
Molle	127,5	2,9	100
Pino de cerró	50	0,8	20
Sauco	10	0,11	10

**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuadro: 16** Abundancia, Dominancia y Frecuencia Relativas (%)

	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia %
<b>Especie</b>			
Churqui	50.3	47.9	100
Molle	33.8	39.7	100
Pino de cerró	13.2	10.1	20
Sauco	2.6	1.5	10

**Gráfica: 5** Abundancia Dominancia y Frecuencia

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4.3.- Datos dasométricos (Abundancia, Dominancia y Frecuencia)

En este estrato de la parte baja se tiene el 50.3% de la abundancia relativa está representada por la especie de churqui seguida por la especie del molle con un 33.8%, el pino del cerro con 13.2% y por último el sauco con 2.6%, con dominancias muy relativas el churqui con 47.9% el molle con 39.7% y el pino del cerro con 10.1% con menor valor el sauco del 1.5% con frecuencias muy similares al 100% en diámetros medios de 15,3 de la especie del molle con mayor diámetro y el sauco con menor diámetro.

**Cuadro: 17** Datos dasométricos del área de muestreo

Especie	N/ha		G/ha (m <sup>2</sup> )		Altura (m)			Diámetro <sub>0,1,3</sub> (cm)		
	abs.	rel%.	abs.	rel%.	h	min	max	d <sub>1,3</sub>	min	Max
Churqui	190	50,3	3,5	47,9	6	2	10	14,7	9,5	28,3
Molle	127,5	33,8	2,9	39,7	6,4	4	11	15,3	7,9	47
Pino de cerro	50	13,2	0,8	10,1	6,8	4	9	13,4	8,9	21,9
Saucu	10	2,6	0,11	1,5	5,7	5	7	12,2	11,14	14,3
<b>Total</b>	<b>377,5</b>	<b>100</b>	<b>7,3</b>	<b>100</b>	<b>24,9</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>15,3</b>	<b>7,9</b>	<b>47,1</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4.4.- Índices de diversidad de especies arbóreas.

#### 3.2.4.4.1.- Índice de Shannon (H')

Este índice de Shannon-Winner es utilizado para medir la diversidad en especies de una comunidad boscosa, en este estrato de la parte baja se tiene una vegetación diferente a los demás estratos con la existencia de otras especies con mayor abundancia, se tiene un valor de  $H = 1.14$  se puede decir que en este lugar se tiene una gran representatividad de especies en abundancia con especies presentes y con una equitatividad de  $E = 0.79$  que representa la uniformidad al mayor número de especies como es la especie del churqui y el molle.

**Cuadro: 18** Índice de Shannon-Wiener

Espece	Abundancia	Abun. Rel. (Pi)	Pi*lnPi
Churqui	190	0,5	-0,3400
Molle	127,5	0,3	-0,4000
Pino de cerro	50	0,13	-0,3000
Sauco	10	0,03	-0,1000
<b>Total</b>	<b>377,5</b>	<b>0,96</b>	<b>-1,1400</b>

**Fuente:** Elaboración propia

$$H = 1.14$$

$$E = 0.79$$

### 3.2.4.4.2.- Índice de Simpson

Este índice de Simpson nos indica el valor de las especies tomadas en el área sean de la misma especie en un determinada área, en este estrato de la parte baja (C) se obtuvo un valor de  $S = 2.6$  aún se sobre estima mayor la abundancia de especies dominantes en relación con los otros estratos aquí se puede decir que existe más representatividad de especies leñosas porque son más de uso doméstico como la especie de churqui.

**Cuadro: 19** Índice de Simpson

Espece	Abundancia	$ni(ni-1)/N(N-1)$
Churqui	190	0,25
Molle	127,5	0,11
Pino de cerro	50	0,017
Sauco	10	0,009
<b>Total</b>	<b>377,5</b>	<b>0,386</b>

**Fuente:** Elaboración propia

$$S = 1/0,386 = 2,6$$

### 3.2.4.4.3.- Índice de Margalef

El índice de Margalef en este estrato indica un valor de  $Dmg = 0.50$  también muy importante para determinar la diversidad de especies, es importante hacer un análisis de diversidad para determinar la abundancia existente en un determinado lugar del bosque; que es significativo en abundancia de especies arbóreas, en la parte baja se tiene la especie del churqui con mayor abundancia próximamente el molle, se puede decir que en este lugar hay diferencia de especies con respecto a la parte más alta con ausencia de algunas especies.

**Cuadro:** 20 Índice de Margalef

Espece	Abundancia	Abun. Prop. (pi)
Churqui	190	0,5033
Molle	127,5	0,3377
Pino de cerro	50	0,1324
Sauco	10	0,0264
<b>Total</b>	<b>377,5</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia

$$Dmg = 4 - 1/\ln 377,5 = 0.50$$

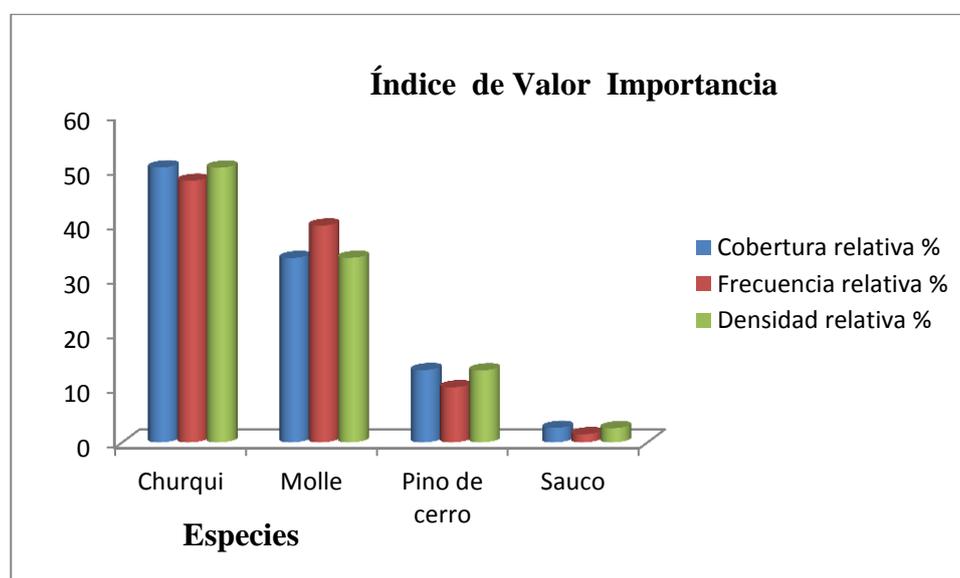
### 3.2.4.5.- Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia I.V.I. es la suma de la cobertura, frecuencia y densidad, este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal; el I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente, en este estrato arbóreo C el índice de valor de importancia muestra los datos en porcentaje en cobertura el 50,33% y densidad 50,31 en la especie de churqui donde hay una similaridad entre estos dos datos y con una frecuencia menor de 47.9 obteniendo un índice de valor de importancia total de 148,53 seguida la especie del molle con un valor de 107.27 y el pino del cerro con 36.54 por último la especie de sauco con 6.75 esto representa la abundancia y dominancia con dos especies como es el churqui y el molle con mayor valor de importancia en esta parte es más dominante la especie del churqui que es relativo en datos de cobertura y densidad, en esta parte la vegetación es poco densa por la intervención que se hace a diario.

**Cuadro: 21** Índice de Valor de Importancia IVI

<b>Especies</b>	<b>Cobertura relativa %</b>	<b>Frecuencia relativa %</b>	<b>Densidad relativa %</b>	<b>I.V.I</b>
Churqui	50,33	47,9	50,3	148,53
Molle	33,77	39,7	33,8	107,27
Pino de cerro	13,24	10,1	13,2	36,54
Sauco	2,65	1,5	2,6	6,75
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfica: 6** Índice de Valor Importancia IVI

En el índice de valor importancia se observa que la especie del churqui tiene un valor mayor a 50.33 en cobertura relativa en diferencia a las demás especies, lo que en frecuencia relativa seguidamente de la cobertura y densidad como se puede observar en la gráfica.

### 3.2.4.6.- Índice de Similitud

En los índices de similitud o diferencias tanto de índole cualitativa y cuantitativa se utilizó datos de presencia y ausencia de especies, utilizando datos de abundancia proporcional o grupo de estudio como el número de individuos, biomasa, densidad relativa y cobertura, la diversidad también se analizó a través de los índices para

realizar la comparación de las muestras en diferentes comunidades según las especies encontradas en cada una de ellas, los diferentes índices considerados en los métodos se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos cualitativos/cuantitativos y en relación a estas muestras se tiene los resultados de cada índice entre cada estrato arbóreo de los tres pisos ecológicos.

### 3.2.4.6.1.- Índice de Sorensen

El índice de Sorensen se relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios se relaciona la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total en las dos muestras, para el análisis de comunidades permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas, se hizo la comparación del estrato arbóreo montano alto y estrato arbóreo montano medio A y B y se tiene un valor de  $IS=88,8\%$  lo que representa que en la parte superior hay abundancia de especies entre estos dos tipos de estratos arbóreos leñosos con las mismas especies.

Con relación a la comparación entre los estratos A y C se tiene un valor de  $66,6\%$  se puede decir que es menor la cantidad de especies compartidas del estrato montano alto con la parte baja y con ausencia de algunas especies a relación con el otro estrato arbóreo.

**Cuadro: 22** Índice de Sorensen

Especie	Estrato (A)	Estrato (B)	Estrato (C)
Aliso	18	0	0
Duraznillo	1	7	0
Espinillo	8	13	0
Guayabo	29	17	0
Pino de cerro	87	93	20
Churqui	0	0	76
Molle	0	0	51
Sauco	0	0	4
<b>total</b>	<b>143</b>	<b>130</b>	<b>151</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Cálculos de similaridad entre el estrato A y B con presencia y ausencia de cada especie en los dos estratos a compararse:

$$IS= 88.8\%$$

Cálculos de similaridad entre el estrato A y C con presencia y ausencia de cada especie en los dos estratos a compararse. (Ver anexo #7).

$$IS=66.6\%$$

### 3.2.4.6.2.- Índice de Jaccard

El índice de Jaccard se relaciona con el número de especies compartidas con el total de las especies que hay en cada sitio para tomar en cuenta la abundancia relativa para tener una estimación entre especies ausentes, tomando en cuenta que los estratos son de los tres pisos ecológicos se tiene un valor entre el estrato A y B del 80% lo que hace referencia que hay una abundancia relativa entre estos dos estratos con una similaridad de especies en el lugar, con relación al estrato A y C se tiene un valor del 50% con ausencia de algunas especies, entonces se puede decir que en comparación entre estos tres tipos de bosques, el estrato montano alto A y el estrato montano medio B son similares en cuanto a abundancia de especies arbóreas leñosas en el lugar.

**Cuadro: 23** Índice de Jaccard

<b>Especie</b>	<b>Estrato (A)</b>	<b>Estrato (B)</b>	<b>Estrato (C)</b>
Aliso	18	0	0
Duraznillo	1	7	0
Espinillo	8	13	0
Guayabo	29	17	0
Pino de cerro	87	93	20
Churqui	0	0	76
Molle	0	0	51
Sauco	0	0	4
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>130</b>	<b>151</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

El Índice de Jaccard para determinar la similaridad de especies entre dos comunidades de plantas entre el estrato (A) y (B).

$$IJ=80\%$$

El Índice de Jaccard para determinar la similaridad de especies entre dos comunidades de plantas entre el estrato (A) y (C) (ver anexo # 8).

$$IJ=50\%$$

### 3.2.4.6.3.- Índice Morista-Horn

Este índice relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y el total con datos cuantitativos se dice que este índice es el más satisfactorio en este caso se tiene un dato de MI= 96,44% del estrato A y B lo que hace referencia que la abundancia es muy significativa en cuanto a especies específicas que hay en el montano alto y el montano medio ya que hay la presencia de las mismas especies en común, en el estrato A y C se tiene un resultado de MI=20% en este caso no hay mucha similaridad entre estos dos estratos porque no hay especies en común entre la parte alta y la parte baja de acuerdo al valor que se tiene en el estrato A y C con especies menos dominante.

(Ver anexo # 9)

#### Cuadro: 24 Índice Morista-Horn

Especie	Estrato (A)	Estrato (B)	Estrato(C)
Aliso	18	0	0
Duraznillo	1	7	0
Espinillo	8	13	0
Guayabo	29	17	0
Pino de cerro	87	93	20
Churqui	0	0	76
Molle	0	0	51
Sauco	0	0	4
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>130</b>	<b>151</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

El Índice de Morista para determinar la similaridad de especies entre dos comunidades de plantas leñosas entre el estrato (A) y (B).

$$MI = 96,44\%$$

**Cuadro: 25** Índice Morista-Horn

<b>Especie</b>	<b>Estrato (A)</b>	<b>Estrato (B)</b>	<b>Estrato (C)</b>
Aliso	18	0	0
Duraznillo	1	7	0
Espinillo	8	13	0
Guayabo	29	17	0
Pino de cerro	87	93	20
Churqui	0	0	76
Molle	0	0	51
Sauco	0	0	4
<b>total</b>	<b>143</b>	<b>130</b>	<b>151</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El Índice de Jaccard para determinar la similaridad de especies entre dos comunidades de plantas entre el estrato (A) y (C)

IM= 20%

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, me permite emitir las siguientes conclusiones:

Los datos paramétricos de la población del estrato arbóreo montano alto, demuestra que la especie pino del cerro tiene una abundancia relativa del 60%, los índices de Shannon-Wiener es de 1,08, Simpson del 2,35 y Margalef del 0,61 lo que demuestra una buena representación del número de individuos; con relación a la frecuencia se tiene un valor del 100% para las especies pino del cerro y el guayabo, seguido del aliso con el 90%.

En el estrato arbóreo montano medio, se tiene a la especie del pino del cerro una abundancia relativa del 77,5%, siendo la de mayor representatividad, cabe resaltar que en este piso ecológico no existe la especie de aliso, en los índices se tiene un similar resultado, correspondiendo para Simpson 1.85, para Shannon-Wiener 0,67 y Margalef 0,51.

En el estrato arbóreo montano bajo se incorporan otras especies forestales como ser el churqui con una abundancia relativa del 50,3% y el molle con 33,8%, asimismo, para los índices de Shannon del 1,14, Simpson del 2,6 y el de Margalef del 0,50.

Por lo tanto, con referencia al índice del valor de importancia (IVI), presenta una buena significancia con relación a la abundancia, dominancia y frecuencia. De esta manera se concluye que el bosque es heterogéneo.

Finalmente, por los resultados obtenidos, se observa una buena diversidad de las especies arbóreas en el ecosistema de la sub cuenca el Molino.

## **Recomendaciones**

Es necesario formular algunas recomendaciones que permitan coadyuvar a la realización de actividades en este bosque, con la finalidad de conocer y comprender la dinámica del mismo.

- Es necesario utilizar la información generada en la presente investigación para realizar comparaciones con otras formaciones vegetales, con el propósito de coadyuvar a la conservación de los recursos naturales y principalmente a las especies forestales.
- Efectuar investigaciones similares en otros sitios de la misma formación, aplicando la misma metodología, con el fin de conocer el estado actual de las áreas boscosas y proponer medidas de conservación si las requieren.
- Impulsar la concientización de la población beneficiaria para el buen uso y manejo de los recursos naturales, considerando las condiciones ecológicas en los distintos hábitats con fines de una mejor regeneración natural a futuro.