

INTRODUCCIÓN

1. Caracterización del problema

El abuso sobre la naturaleza y los recursos forestales en el territorio boliviano data desde la colonia, habiendo sido los españoles los que iniciaron la explotación indiscriminada y su exportación al viejo mundo de minerales y de maderas preciosas. A pesar del tiempo transcurrido, esta situación de aprovechamiento se fue profundizando mucho más en la actualidad con el deterioro evidente de la biodiversidad. Frente a esta realidad, Bolivia como parte de la Organización de Naciones Unidas en el año 1992 ha promulgado la ley 1333 del Medio Ambiente, donde se incorpora el concepto de desarrollo sostenible, estableciendo el marco legal para proteger el medio ambiente y los recursos naturales, a fin de regular las acciones del hombre con relación a la naturaleza, para que de esta manera se pueda promover el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de la población.

Como complemento de la Ley 1300, en 1996 se promulga también la Ley Forestal 1700, que ha creado el marco institucional para la aplicación de un nuevo régimen forestal. Dicha ley ha delimitado las formas de acceso al aprovechamiento de los bosques y ofrece al mismo tiempo, un conjunto de herramientas técnicas para asegurar el uso sostenible del recurso forestal. Asimismo, mediante esta ley, se regula el acceso a los bosques, para que empresas privadas y personas agrupadas en Asociaciones Sociales del Lugar (ASL) puedan acceder al bosque a través de concesiones forestales otorgadas por las autoridades competentes. Además, las comunidades indígenas y los propietarios privados de acuerdo al régimen forestal pueden hacer manejo de los bosques en sus propiedades privadas, comunales o individuales, aplicando la dimensión de sostenibilidad de los bosques.

Sin embargo, a pesar de estos instrumentos de gestión forestal, en Bolivia, aun se tienen bastantes problemas en lo que se refiere a la gestión y manejo de los recursos forestales, destacándose entre los principales problemas a ser resueltos para una efectiva implementación del manejo forestal, acciones como: consolidar las tierras de

producción forestal para evitar la deforestación; prevenir incendios en áreas definidas como tierras forestales para evitar que los bosques pierdan su valor económico y de biodiversidad; incrementar la participación de los municipios para asegurar mayor control de la deforestación y controlar el aprovechamiento ilegal y así aumentar el área boscosa sometida a manejo.

2. Justificación e importancia

Desde el punto de vista de desarrollo y generación de ingresos económicos, en Bolivia se ha producido un fenómeno interesante, con respecto a cómo ver los ecosistemas forestales, primero como fuentes de materia prima para abastecer la industria maderera y se relega a segundo plano los servicios ambientales del bosque, por ello, algunas regiones con bosques extensos como los que se encuentran en la región oriental de Bolivia, han recibido apoyo del gobierno nacional como de organismos internacionales, con proyectos de conservación y manejo, en desmedro tal vez deliberado de los bosques chaqueños y subandinos, que son ecosistemas importantes sustentadores de vida, del cual dependen numerosas comunidades indígenas y campesinas que en los últimos años han evidenciado deterioro y disminución de sus bosques.

Por tal razón, considerando que la conservación de los recursos forestales del Chaco, requieren una atención inmediata, tanto a nivel ecológico, económico y social, es imperioso encarar estudios específicos para conocer el potencial forestal y diseñar sobre esta base, programas de conservación y manejo de los bosques. En el caso de particular de los bosques secundarios de la Comunidad indígena Los Sotos, se presenta con el inconveniente de que no existe ninguna información, contando únicamente con documentos de diagnóstico efectuado por el Municipio de Yacuiba, 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 de la ecología 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 puede servir para que los pobladores de la región se interesen en la conservación de su entorno natural.

Por las razones anotadas, está sobradamente justificado realizar un levantamiento forestal para que sus resultados se constituyan en un insumo para tomar decisiones de manejo y a la vez genere motivación a las autoridades del Municipio para implementar proyectos de desarrollo considerando a los recursos forestales como una alternativa de solución a problemas socioeconómicos.

Es decir, la información obtenida de las características dasonómicas, permitirá tomar decisiones respecto a qué hacer con el bosque y que actividades se deben implementar, para ello, necesariamente se deben encuadrar en un plan, siguiendo ciertas normas técnicas, que exigen el conocimiento de los recursos del bosque. Todas las acciones a seguir en el plan de manejo, derivan del análisis de la información proveniente de un levantamiento dasonómico y en la medida en que esta sea de calidad, las acciones de solución, serán las más adecuadas para conseguir una producción sostenible del bosque, no se puede proponer un plan de manejo sin contar con una información dasométrica y menos cualquier consideración ecológica o silvicultural si no se conoce lo que tiene el bosque.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Determinar las características dasonómicas de los árboles comerciales que se desarrollan en bosques secundarios de la comunidad los Sotos, bajo condiciones de presión ganadera mediante levantamientos ecológicos de vegetación con el fin de generar información que sirva para conservar los recursos forestales y minimizar los impactos provocados por las actividades antrópicas.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros dasométricos de los árboles comerciales aplicando censo forestal sistemático para conocer el estado actual y potencial de los recursos forestales de la zona.
- Determinar las variables cuantitativas como ser: número de árboles por hectárea (N/ha), área basal por hectárea (G/ha) y volumen por hectárea (V/ha) del estrato arbóreo para contribuir a la conservación de estos bosques.
- Determinar la distribución de las especies forestales por volumen y área basal dentro del bosque aplicando métodos indirectos de estructura horizontal.
- Determinar el valor de importancia de las especies forestales, a través de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia para jerarquizar la posición ecológica dentro de la comunidad vegetal.

CAPITULO I Marco teórico

1.1. Conceptos relacionados con la investigación

1.1.1 Dasonomía

Según Mata (1990), la dasonomía es la ciencia de los bosques, dedicada técnicamente a la evaluación de las especies silvícolas y su potencial productivo, mientras que López Peña (2001) dice que la dasonomía es la ciencia que estudia las ciencias forestales. Para Molina (1991), la dasonomía comprende una serie de actividades muy variadas, orientadas a obtener información de los elementos del bosque y sus parámetros, con el propósito de describirlos y evaluarlos.

Por su parte, Nina (1999) indica que la palabra dasonomía proviene del griego “*Dasos*” que significa bosque y “*Nomos*” que quiere decir ley, por tanto, Dasonomía es parte de las ciencias forestales que trata las relaciones de los bosques y la prosperidad humana. Constituye la ciencia y el arte de controlar, proteger, producir y utilizar los bosques con el fin de lograr los óptimos beneficios posibles para los usuarios de los recursos forestales, pudiendo ser estas tangibles o intangibles.

En la actualidad, el término dasonomía a quedado relegada debido a la adopción de conceptos más específicos como ser manejo forestal, ordenación de montes, ecología forestal, fitosociología y otros que abordan una parte de las ciencias forestales con cierta profundidad, que todos en forma conjunta contribuirían al conocimiento de los bosques. Visto desde este punto de vista, el estudio dasonómico genera información para diversos fines, como ser:

Obtener información básica para formular planes de ordenación forestal; establecer proyectos de industrias forestales; valorar la masa forestal a nivel nacional o regional para determinar el estado actual de los recursos forestales y encarar investigaciones silviculturales o de otra índole relacionada con los bosques.

1.1.2. Dasometría

Según el diccionario enciclopédico UTEHA, la Dasometría es una parte de la estereometría que se ocupa de la medida del monte, en el sentido más amplio de la expresión, la cual proviene de las palabras griegas *dasos*, bosque, y *metrón*, medida.

En francés se conoce como *dendrometrie*, y en 1919, Huffel, citado por Pardé, dijo que la dasometría “nos enseña a determinar el volumen de los productos del bosque”. En inglés se llama *forest mensuration*, y también *forest measurement*. Husch, Miller y Beers (1972) consideran adecuada todavía la definición dada por Graves en 1906 que dice: “La medición forestal trata de la determinación del volumen de trozas, árboles y rodales, y también de su incremento y producción”. En alemán se conoce como *messung der waldbestande* (medición de masas) y de ésta, Prodan, citado por Basurco (1973), señala que trata de la medición y/o cálculo de las magnitudes que definen el contenido y la forma de los árboles y de las masas.

Villa Salas, en 1971 definió a la Dasometría como la parte de la Dasonomía o Ciencia Forestal que estudia la medición de los bosques o de sus productos a través de las dimensiones de los elementos que los constituyen, considerando como tales a los árboles o a las partes de éstos que serán aprovechados en alguna forma. En Rusia, Anuchin apunta: “El término medición forestal implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de madera en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos”.

Por su parte en Brasil, Imaña (2011), definió la Dasometría como la medición de bosques y la forma de medir, estimar y apreciar las dimensiones de árboles individuales, así como otras variables del bosque en general, como diámetros, alturas y volúmenes, o en otros casos como incrementos y rendimientos del árbol individual. Bajo este precepto, la especialidad de la dasometría direcciona al técnico forestal hacia el lado matemático del estudio de los árboles, sin descuidar por supuesto de las leyes del equilibrio ecológico de los bosques y del medio ambiente.

Para Rodahn de la Vega (2000), el término Medición Forestal o Dasometría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de madera en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos.

Como se podrá observar, hay muchas definiciones de Dasometría, de manera que resulta difícil que una sola definición comprenda o condense todos y cada uno de los aspectos de una determinada materia, pero los ejemplos expuestos bastan para dar una idea de lo que trata, por tanto, el término Dasometría, equivale a Medición Forestal, Tasación Forestal, Estimación Forestal, Estereometría Forestal y Mensura Forestal.

Según López Peña (2007), la dasometría se divide en tres partes:

- La Dendrometría: Trata de la medida de las dimensiones del árbol como “ente individual”, del estudio de su forma y de la determinación de su volumen.
- La Estereometría: Trata de las cuestiones relacionadas con las estimaciones métricas y el cálculo del volumen (cubicación) de la “masa forestal”, entendida esta como conjunto de árboles que conviven en un espacio común.
- La Epidometría: Trata las técnicas de medición y las leyes que regulan el crecimiento y producción de los árboles y masas forestales.

Por su parte, García (1995), sostiene que la dasometría o dendrometría, se denomina modernamente mensura forestal que se encarga de cuantificar los bosques, árboles y productos forestales. Se puede distinguir en ella técnicas de medición directa e indirecta, procedimientos de estimación usando relaciones estadísticas y métodos de predicción donde interviene como variable, el tiempo.

1.1.2.1 Mediciones dasométricas

La importancia de la dasometría en la ciencia forestal, puede ser comprendida por el hecho de estar estrechamente vinculada con áreas como la silvicultura, manejo, aprovechamiento, ordenación y economía forestal, de tal forma que no debe existir un técnico forestal que no sepa medir e interpretar las diversas variables dasométricas. (Imaña, 2011)

A este respecto, Silva (1979), sostiene que la dasometría ha surgido para atender varias finalidades forestales, desde la inquietud de conocer cómo la madera podrá ser medida hasta la necesidad de interpretar con exactitud cuándo y cuánto un bosque estará produciendo un determinado producto. En ese contexto en las mediciones dasométricas existirán objetivos: comerciales, de ordenación y de investigación.

Considerando al árbol y al bosque como un "capital forestal" existirá la necesidad de medir e interpretar correctamente los productos primarios y secundarios del árbol y del bosque. Entiéndase por mediciones la determinación de cierta magnitud de una variable física en relación de algún patrón estándar de medida (metros, kilogramos, etc.). Efectuada las medidas de las variables físicas será necesario posteriormente interpretarlas con la finalidad de obtener pertinentes resultados. Por ejemplo, midiendo dos diámetros se podrá obtener el diámetro medio de un grupo de árboles, el correspondiente volumen de madera, cantidad de biomasa, crecimiento en altura, etc. Según López Peña (2007), los resultados que se obtienen en dasometría, se resumen en los siguientes tópicos:

	MEDICION (directa, indirecta)	ESTIMACION (estadística)	PREDICCION (en el tiempo)
TROZAS (productos)	Longitud, diámetro. Cubicación (volumen) Reglas madereras Defectos, calidad	Funciones de volumen Madera aserrada Peso – volumen Madera arrumada	
ARBOLES	DAP, altura, corteza Cubicación Análisis fustal	Funciones de volumen Func. De ahusamiento Func. De corteza Distribución de productos	
RODALES	Tablas de rodal	Altura –DAP Distribución de DAP Funciones de volumen Inventarios	Calidad de sitio Crecimiento Mortandad

La medición directa es un procedimiento sencillo que sólo requiere el conocimiento de ciertos instrumentos especiales que se usan para medir dimensiones accesibles. Sin embargo, no siempre es posible medir ciertas dimensiones y en otros casos es más costoso medirlas que calcularlas, esto es, con base en dimensiones fáciles de medir se calculan aquellas que presentan cierto grado de dificultad en su medición.

Las estimaciones son un producto de mediciones directas y/o cálculos y pueden implicar un muestreo; permiten determinar magnitudes sin medirlas directamente y aun hacer predicciones.

1.1.3 Medición de Árboles

El principio más básico para la medición forestal es el árbol individual, y es necesario distinguir sus elementos, así como su forma característica, según su especie, localización y condiciones donde crecen. Presenta una forma que es característica, pero en general se podrían ubicar con base a la Dasonetría en dos categorías: La forma natural o espontánea y la forma forestal, para lo cual se tienen en cuenta las condiciones de aislamiento o agrupamiento en que se desarrollan los árboles.

Se habla de forma natural o espontánea cuando el árbol crece sin obstáculos, constando de un tronco que va creciendo con unas ramas largas y gruesas que crecen sin ningún control, casi aisladamente, y sin darle mucha importancia al influjo de los otros árboles sobre él. La forma forestal es la proporcionada a los árboles que crecen en condiciones de espesura, donde unos dominan a los otros por competencia de nutrientes, luz, espacio, etc., lo cual les proporciona mejores condiciones en su tronco o fuste y forma mejor sus copas, les impide formación de ramas gruesas y por ende de nudos que afectan la calidad de la madera, por estar sometidos a la poda natural.

En este sentido, el objeto fundamental de la Dasonetría es la medición, cálculo o estimación de las dimensiones de árboles y de bosques. Naturalmente, para facilitar las mediciones de bosques, es necesario medir sus partes estructurales, esto es, medir a los árboles. La medición de las dimensiones de los árboles, a su vez, debe considerar a cada dimensión por separado para, finalmente, de la complementación de

esas dimensiones conocer el volumen de madera que cada árbol contiene. Por otra parte, no siempre es el volumen la dimensión de interés, sino que pueden ser otras como la altura total, altura parcial, el área basal, volumen, etc.

La Dasometría en general no es un fin en sí misma, ya que no resultaría importante conocer las dimensiones de árboles y bosques por sí mismas, sino que se trata de un medio básico en la administración del recurso. Así, por ejemplo, la altura de los árboles puede reflejar la capacidad productiva de un terreno; el volumen de madera aprovechable permite determinar el valor económico de un bosque y el tamaño de las industrias a instalar.

En términos generales la silvicultura clasifica a los árboles en función de la altura, en tres categorías: árboles de grande porte con alturas superiores a 30 m; árboles de medio porte con alturas entre 15 y 30 m, y árboles de pequeño porte con alturas inferiores a 15 m. Otra clasificación de los árboles está dada en función de la formación de madera en el tronco principal, que identifica como *brinzal* al individuo que aún no presenta el diámetro mínimo exigido, *latizal* al individuo que pertenece a las primeras clases diamétricas y *fustal* al árbol con tronco comercial.

Prodan (1965) de acuerdo con la utilización del árbol como proveedores de materia prima para la industria maderera, divide el árbol en cuatro componentes: (1) tronco principal, (2) ramas primarias, (3) ápice y (4) ramas secundarias (Figura 1). En esta clasificación la cepa o el tocón y las raíces no están incluidos. Además de los componentes citados por Prodan, Young (1978) considera en su clasificación el tocón, las raíces primarias, secundarias y terciarias y las clasifica de acuerdo con las siguientes dimensiones: (1) raíz con menos de una pulgada de diámetro; (2). raíz de 1 a 4 pulgadas de diámetro; (3) raíz con más de 4 pulgadas de diámetro; (4) tocón; (5) tronco comercial con más de 4 pulgadas de DAP; (6) ramas con más de 1 pulgada de diámetro; (7) ramas con menos de 1 pulgada de diámetro; (8) ápice.

La clasificación de los componentes del árbol es muy importante para los análisis y estudios que consideran la biomasa.

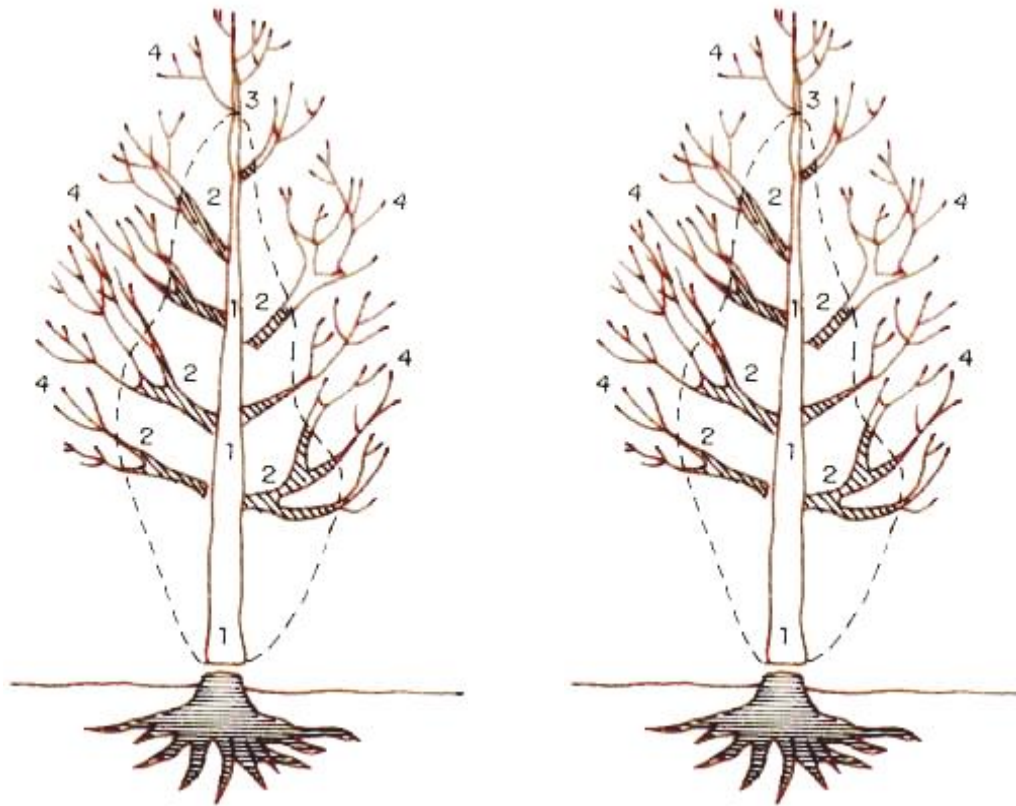


Figura N° 1. Componentes del árbol de acuerdo con Prodan y Young

La utilización integral del árbol dependerá *a priori* de la intensidad de la ordenación y del manejo forestal. Para las prácticas silviculturales en América Latina se espera que estos conceptos tengan total validez, especialmente en las regiones donde solo son explotados las especies de mayor valor económico y aquellos troncos con diámetros apropiados para madera aserrada y laminados.

El concepto de beneficiamiento del árbol en regiones tropicales está relacionado al grado de utilización de la madera, dependiendo naturalmente del nivel de desarrollo de la industria forestal y de la región como un todo. En ese sentido, los componentes del árbol en los bosques tropicales están muchas veces restringidos al tronco principal. Por las características de la industrialización maderera, por ejemplo, Malleux (1971) propone la siguiente clasificación de uso (Figura 2), en función de la materia prima que es solicitada: (1) madera para serraría, correspondiendo al tronco comercial; (2)

madera para la sustentación en minas, localizada normalmente en la parte superior del tronco; (3) madera para producción de pasta de celulosa correspondiendo a las ramas de la copa.

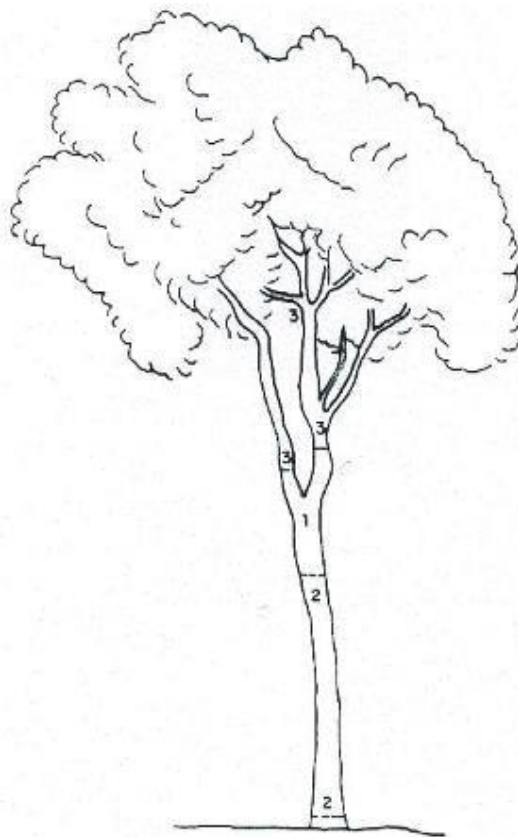


Figura N° 2. Clasificación del árbol según Malleux

1.1.3.1 Medición de alturas

La altura es un concepto relativo según la parte que se quiera medir del árbol, es una variable que sirve para estimar el volumen crecimiento, índice de sitio, etc. y puede ser:

- a) Altura Total: La vertical en unidades de longitud desde el suelo hasta el ápice de la copa.
- b) Altura del fuste: altura total del fuste hasta la base de la copa.

- c) Altura de copa: Diferencia entre la total y la altura del fuste.
- d) Altura Comercial: Es la dimensión en altura que se considera aprovechable comercialmente de acuerdo a unos patrones culturales o técnicos. Está limitada por el diámetro en la parte superior, o por nudos, ramas, o defectos como torceduras, dependiendo de unos requisitos de tipo comercial.

No hay que confundir la altura con la longitud del árbol, la cual a veces es la más importante entre las dos dimensiones sobre todo cuando se trata de encontrar el volumen del árbol. Cuando se miden alturas, en forestal, es difícil alcanzar grandes precisiones por lo cual se aceptan aproximaciones, siendo notable el hecho que una gran precisión en labores masivas exige grandes costos en tiempo e instrumentos.

Para la medición de alturas de árboles individuales es necesario tener en cuenta que la cima y la base deben ser visibles, que la altura es una línea vertical, situación que en un bosque debe ser controlada para no tener subestimación ni sobreestimación como ocurre con un árbol inclinado. Los métodos para medir árboles en pie más conocidos son en base a principios geométricos y en base a principios trigonométricos.

1.1.3.2 Medición de diámetros

La medición del diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasando por el centro de un círculo termina en los puntos en que toca a la circunferencia. El diámetro más comúnmente requerido en Dasonomía es el de las partes maderables del árbol; tronco principal, ramas o segmentos del fuste (trozas). La importancia fundamental de la medición del diámetro radica en que es una dimensión que casi siempre se puede medir directamente y con ésta se puede calcular el área de la sección transversal y el volumen.

Uno de los objetivos principales de la medición del diámetro es determinar el área de la sección transversal en el punto de medición. Cuando la sección transversal es circular no se tiene dificultad en calcular el área y será suficiente con medir el radio, el diámetro o la circunferencia. Para los casos en que la sección transversal no es circular, para propósitos de cálculo se usa la fórmula del área del círculo siendo el

problema encontrar algún diámetro que proporcione la aproximación más cercana al valor verdadero del área cuando se use con la fórmula del área del círculo. El diámetro de un árbol es una dimensión básica para la obtención de volumen, área basal, clasificaciones, incrementos etc. La medida más típica de un árbol es el diámetro a la altura del pecho que es el diámetro localizado a 1,30 m del nivel del suelo.

Existen numerosos instrumentos para medir diámetros o circunferencias; como: la cinta diamétrica, la forcípula, los compases, etc.

- a) La Forcípula, consta de una regla graduada y dos brazos perpendiculares a ella, uno fijo y otro móvil que desplaza a lo largo de aquella en la cual se lee directamente el diámetro. Se debe tener en cuenta la necesidad de colocarla perpendicularmente al eje longitudinal del árbol para evitar errores.
- b) La Cinta diamétrica, permite leer directamente el diámetro en ella, pues está construida en base a la relación entre la longitud del diámetro y la circunferencia

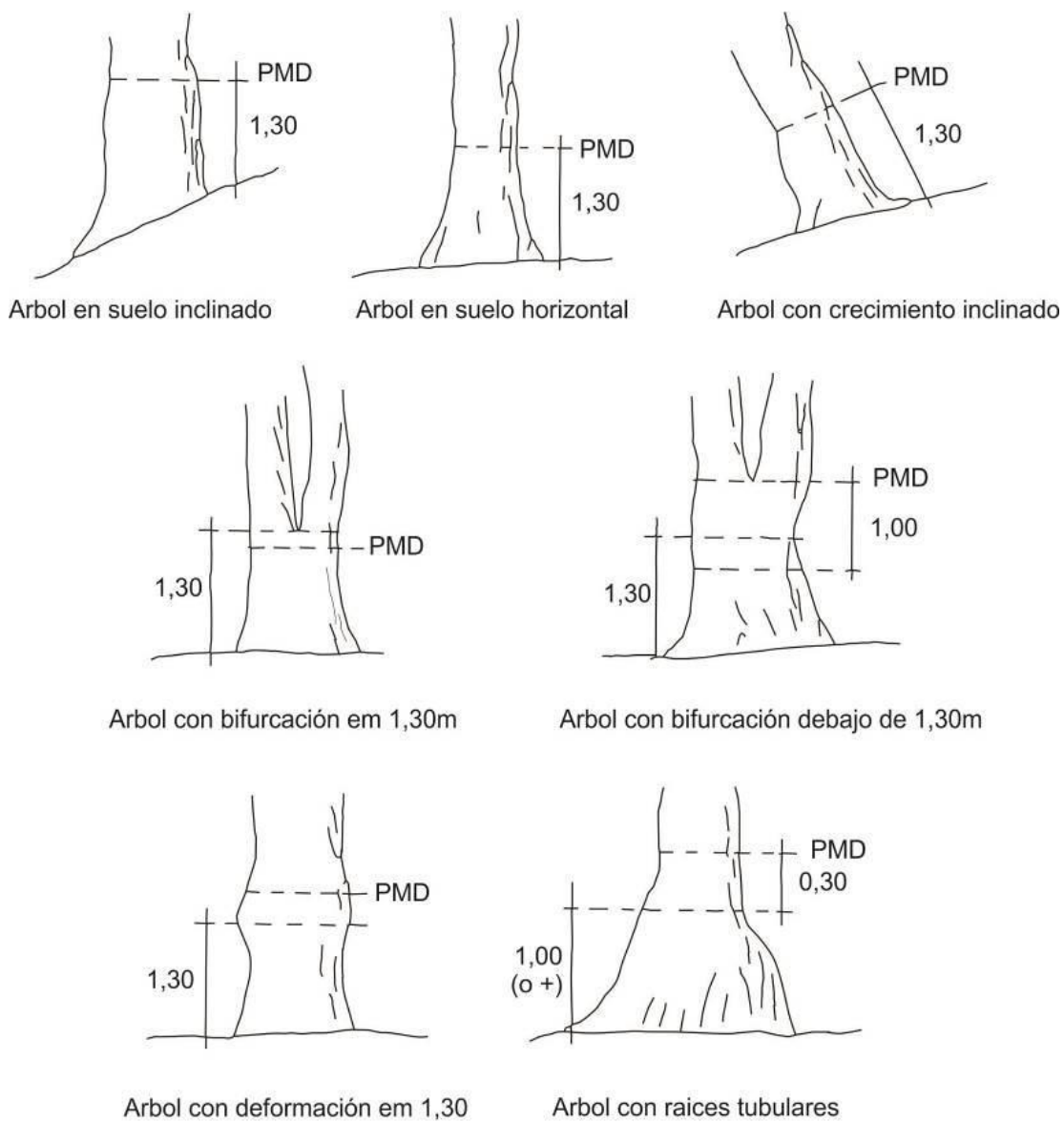
1.1.3.3 Diámetro normal

La medida más típica del diámetro de un árbol es el diámetro a la altura del pecho, que se lo representa abreviándolo con las letras DAP. El DAP debe ser medido a 1,30 m de altura del suelo, que corresponde al punto de medida que fue internacionalmente establecida. Consecuentemente el DAP por convención internacional proporciona el diámetro del tronco en la altura de 1,30 metros sobre el nivel del suelo.

Cuándo por conveniencia es medida la circunferencia en la altura del pecho su representación se efectúa por CAP. Para efectos prácticos los valores correspondientes de CAP pueden ser transformados por medio de la siguiente fórmula:

$$DAP = CAP/\pi$$

$$CAP = DAP * \pi$$



PMD = Punto de Medida del Diámetro

Figura N° 3. Alteración del punto de medida del DAP

Cuándo el tronco en la altura del DAP no es circular se realizan normalmente dos medidas perpendiculares del diámetro en la misma altura, considerando la parte más amplia o gruesa y la más estrecha o perpendicular a la primera medición, con la

finalidad de obtener una media que estime mejor el valor del DAP. En la práctica dasométrica cuándo es necesario medir muchos DAP's las medidas se las realiza considerando el mismo azimut, lo que vale decir que todos los árboles serán medidos siempre en la misma dirección- (Muller, 1972)

1.1.3.4 Diámetro de la copa

Para diversos estudios es necesario medir el diámetro de las copas de los árboles. Para eso normalmente se mide el diámetro de la proyección de la copa sobre el suelo. Pocas veces esa proyección es circular lo que significa medir el diámetro por lo menos en dos direcciones perpendiculares.

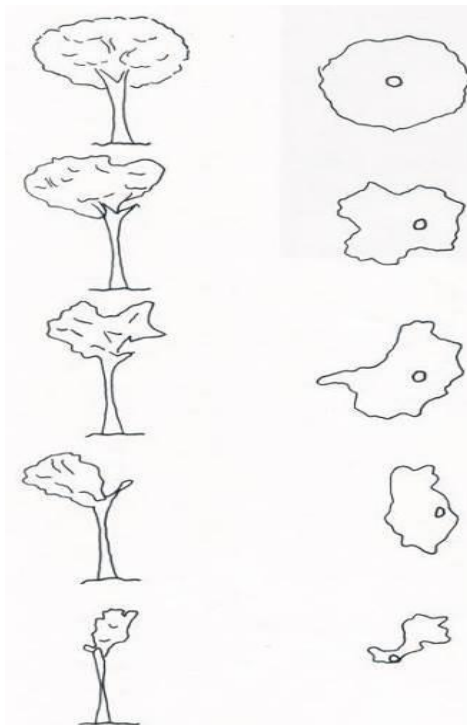


Figura N° 4. Formas de las copas de los árboles de la zona de levantamiento

La estructura y crecimiento de la copa están en función del espacio físico que ella dispone. Por esa razón no existe una correlación estrecha del diámetro de la copa entre los árboles en un rodal o bosque. Por la posición silvicultural del árbol existen individuos que ocupan el estrato de los árboles dominantes, otros árboles se localizan en el llamado estrato de los codominantes, intermediarios y dominados. Dependiendo

del crecimiento y posición silvicultural del árbol las estructuras y consecuentemente los diámetros de las copas podrán ser conforme a los que se muestra en la Figura 4.

La medición del diámetro de la copa plantea una problemática diferente. Este no puede ser medido con dendrómetros ópticos porque el rango de diámetro de estos instrumentos es muy limitado. El diámetro de la copa se determina generalmente mediante la proyección de puntos de su contorno sobre el terreno. El diámetro de la copa puede también determinarse en fotografías aéreas de acuerdo con la escala y su respuesta espectral. (Prodan, 1997)

1.1.4 Determinación de área basal

Se entiende por área transversal la superficie de cualquier corte horizontal hipotético realizado en el tronco del árbol. Si todos los árboles de un rodal fuesen cortados en una misma altura se podrá obtener hipotéticamente el área transversal de ese rodal o bosque. Si el área transversal fuese hipotéticamente cortada y calculada en función del DAP, se denomina de área basal, siendo de un otro diámetro llamase de área transversal o seccional a la altura del referido diámetro. Por ejemplo: área transversal a la altura del diámetro de la base, área transversal a 7 metros de altura, etc. El área basal de un árbol está representada por la letra “g” y el área basal de un rodal por “G”. Supóngase que “g” se aproxima al área del círculo, así su determinación de cálculo será en función del DAP o CAP, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$g = DAP^2 * \pi/4$$

$$g = CAP^2 / 4\pi$$

$$g = DAP^2 * 0,7854$$

$$g = CAP^2 * 0,0796$$

La unidad de medida de g será en centímetros o metros cuadrados, y la de G obligatoriamente en metros cuadrados. G consecuentemente será la suma de todos los “g”. Una vez que la hectárea es la unidad de referencia clásica en la dasometría, G estará representada por metros cuadrados por hectárea. (m²/ha). El área basal por hectárea es consecuentemente una medida de la densidad de un rodal o bosque. El área basal media se calcula sumando las áreas transversales de los árboles que están dentro de la hectárea y se divide esa suma por el número de árboles medidos. La

medida del área basal y otras áreas transversales tiene su importancia en la dasometría y silvicultura, principalmente por permitir calcular el volumen de madera de los troncos y en consecuencia del árbol. En la silvicultura ingresa en la definición del grado de desbaste, además de ser un parámetro comparativo entre rodales/bosques de la misma especie, edad, y en formaciones boscosas completamente heterogéneas en especies y en estructuras dasométricas.

La medición de áreas es importante en Dasometría para calcular muchos de los parámetros tales como área basal (AB) y volumen para la confección de tablas de volúmenes y de rendimientos para el cálculo de incrementos, etc. Se entiende en Dasometría como el área de cualquier sección transversal del fuste de un árbol, mientras no se especifique otra cosa, el área basal, conocida como AB, es el área de la sección horizontal de un árbol que se encuentra a 1,30 m del suelo. Se supone que se aproxima al área de un círculo por lo cual

$$AB = \frac{\pi D^2}{4} = 0.7854 * D^2$$

$$AB = \frac{C^2}{4\pi} = 0.0796 C^2$$

Dónde:

AB = Área basal; D = D.A.P. y Perímetro a la altura del pecho

1.1.5 Otras aéreas

Área basal total. El área basal total o área basal sobre hectárea simbolizada por la letra **G**, es una medida de la densidad de un rodal y se expresa en m²/ha. El área basal promedio, se calcula sumando las áreas basales de los árboles que están dentro de la hectárea y dividiendo esta suma entre el número total de árboles en la misma extensión.

Áreas de las secciones transversales de trozas o fustes. Se obtienen mediante medición directa de diámetros y cálculo de superficies. Se utilizan en la determinación del volumen de trozas o fustes.

Área foliar. Cálculo a partir de correlaciones con otras variables- Para estudios fisiológicos, de transpiración, etcétera.

Área de cobertura. Es el área cubierta por la proyección de las copas sobre el terreno y sirve para medir la densidad de un bosque en fotografías aéreas.

Superficie del fuste. Poco utilizada pero que puede tener mayor importancia en el futuro.

Área de laminado. Se da este nombre al área de la hoja de chapa que se obtiene al someter a las trozas a un proceso de desenrollado en tornos de plantas de chapa y madera contrachapada.

1.1.6 Cubicación de árboles

El volumen por árbol puede estar expresado en metros cúbicos, pies cúbicos, pies tablares u otras unidades. Las tablas deben dar siempre el volumen para árboles sanos, lo cual implica entonces la necesidad de efectuar las reducciones necesarias cuando se presentan defectos en los fustes de los árboles. El volumen de árboles en pie se define como la cantidad de madera estimada en m³ a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen puede ser total o comercial, sin incluir las ramas. Depende a partir de que se tomen las alturas, si es altura comercial, o altura total. En árboles latifoliados, normalmente se calcula el volumen comercial del fuste, así:

$$V = 0.7854 * DAP^2 * Ff * L$$

$$V = AB * Ff * L$$

$$AB = DAP^2 * 3.1416/4$$

Donde,

V = Volumen comercial del árbol (m³)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

Ff = Factor de forma

L = Altura comercial del fuste

AB = Área basal (m²)

Tratándose de cubicaciones que requieran exactitud, los fustes o troncos de los árboles deben dividirse o suponerse divididos en trozas de igual o diferente longitud y se cubican por separado, de tal forma que la precisión de la cubicación será mayor entre menor sea la longitud de las trozas en que se divide el fuste. Para cubicaciones comerciales de fustes o de trozas, se han ideado procedimientos más sencillos que el de la utilización de las fórmulas que nos proporcionan los volúmenes de los tipos dendrométricos o de sus truncados, con diversos grados de precisión suficientes para este tipo de operaciones, entre los que se pueden mencionar los basados en la utilización de las fórmulas de Smalian, Huber y Newton, y los de Kuntze, Heyer o Simpson, éstas tres últimas para la determinación de volúmenes de fustes o de trozas con mayor precisión.

En el procedimiento de Smalian para la cubicación comercial de fustes sin punta o trozas, se parte de las áreas de sus secciones extremas y de su longitud. La expresión de Smalian nos indica que el volumen de un fuste o de una troza es igual al producto de la semisuma de las áreas de las secciones transversales extremas de la troza por su longitud como se indica a continuación:

$$V_s = \frac{(S_0 + S_1)}{2} * L$$

En esta fórmula se tiene que:

V_s = Volumen por Smalian.

L = Longitud del fuste o troza.

S_0 y S_1 = Áreas de las secciones transversales extremas del fuste o troza.

Usualmente, para la aplicación de esta expresión se obtienen los diámetros de las secciones extremas del fuste o troza y con ellos se calculan sus áreas.

De los métodos comerciales de cubicación, el de Huber es seguramente el más sencillo en cuanto al cálculo para la obtención del volumen de un fuste o troza, pues para obtenerlo sólo se requiere la determinación del área de su sección transversal

media y de su longitud. El procedimiento da resultados bastante aceptables cuando los fustes no son muy largos y adoptan formas cilíndricas o de truncado de paraboloides. Generalmente la fórmula de Huber se expresa en la siguiente forma:

$$V_H = S_m * L$$

Fórmula de Huber para la cubicación de fustes y trozas. En esta expresión:

V_H = Volumen por Huber.

S_m = Área de la sección transversal media.

L = Longitud del fuste o troza.

Para la cubicación de fustes y trozas, en lugar de emplear las fórmulas de los paraboloides de revolución, puede emplearse la fórmula de Newton, la cual puede aplicarse a un mayor número de cuerpos geométricos así como para fustes completos y trozas. Esta fórmula expresa que el volumen de una troza es igual a un sexto de su longitud multiplicado por la suma del área de la sección transversal mayor más cuatro veces el área de la sección transversal media más el área de la sección transversal menor.

$$V_S = L * (S_0 + 4S_m + S_1) / 6$$

En esta expresión se tiene:

V_S = Volumen del fuste o troza.

L = Longitud del fuste o troza.

S_0 = Área de la sección transversal mayor.

S_m = Área de la sección transversal media.

S_1 = Área de la sección transversal menor.

Un método para lograr una mayor exactitud en los resultados consiste en determinar la altura media de los árboles por clase diamétrica. Se determinan luego las alturas medias balanceadas por clase a partir de la curva correspondiente. Una vez calculados, los

volúmenes de los árboles pueden ajustarse a esta altura balanceada multiplicando el volumen de cada árbol o de la clase por el factor:

$$Factor = \frac{H_c}{H}$$

Dónde:

H_c = altura balanceada obtenida a partir de la curva

H = altura actual de los árboles medidos.

Esta corrección del volumen actual por medio de un factor de relación de alturas es justificable ya que dentro de una clase diamétrica dada, el volumen de un árbol es aproximadamente proporcional a su altura. Así como las descritas anteriormente hay varias fórmulas que permiten conocer el volumen de las trozas y fustes, mismas que se presentan a continuación:

Volumen de trozas y fustes por Newton $V_N = L(S_0 + 4S_m + S_1)/6$

Volumen de trozas y fustes por Huber $V_H = S_m * L$

Volumen de trozas y fustes por Huber modificado $V_{HM} = \pi L((D_0 + D_1)/2)^2/4$

Volumen de trozas y fustes por Smalian $V_S = ((S_0 + S_1)/2) * L$

El grado de precisión en la cubicación de fustes apeados por los procedimientos generales estudiados depende fundamentalmente de la medida en que los fustes se parezcan a los tipos dendrométricos. Para esto, conviene tener presente que el eje de los fustes no siempre es rectilíneo, aunque puede tomarse como tal el de porciones pequeñas de los mismos, debido a que su radio de curvatura es muy grande. Por otra parte, los fustes o trozos no tienen en la práctica la forma de los tipos dendrométricos en los que se basa su cubicación, cometándose por este motivo un error cuya magnitud varía con la longitud del fuste o de las trozas, disminuyendo a medida que la longitud es más pequeña. Por último, hay que tomar en cuenta que la forma de los fustes y de las trozas no permanece constante en toda su longitud sino que varía de un

punto a otro de los mismos; esta variación se reduce a medida que la longitud de las trozas es más pequeña.

1.2. Estudio dasonómico con enfoque ecológico

Las diferencias más fácilmente apreciables en los bosques son determinadas por la fisionomía o por las formas de vida de la vegetación, por ejemplo el matorral frente al pastizal. Estas unidades representarán también subdivisiones del paisaje en términos funcionales como ecosistemas. Los cambios más sutiles en el paisaje es a través de variaciones en el color entre diferentes áreas de vegetación con la misma fisionomía. Estas variaciones en el color son reflejo de diferencias de la autoecología de las plantas y del estado de desarrollo. Una parte considerable de la ciencia de la vegetación se centra en los métodos para caracterizar y definir la cubierta vegetal de esas áreas como diferentes comunidades vegetales; por ello es muy importante definir el concepto de comunidad vegetal.

Un bosque es un conjunto de especies vegetales creciendo juntas en un lugar concreto que muestran una asociación o afinidad entre ellas. La idea de asociación es muy importante e implica que ciertas especies se encuentran creciendo juntas en unas localidades y ambientes determinados con mayor frecuencia de lo que sería esperable por puro azar. La mayoría de los ambientes en el mundo sustentan ciertas especies asociadas que pueden, por tanto, ser caracterizadas como una comunidad vegetal. Por tanto, la comunidad vegetal es el conjunto de poblaciones de plantas de diferentes especies que conviven en un área determinada dentro del complejo más o menos uniforme de condiciones ambientales. La comunidad vegetal es parte integrante de un complejo mayor denominado ecosistema, en el cual las plantas y los animales establecen una estrecha relación de intercambio entre si y el medio ambiente, de manera que el sistema, se mantiene en equilibrio. Braun Blanquet (1979)

En este mismo sentido Donoso (1993), indica que los árboles que se desarrollan en el bosque agrupados en conjunto con otros individuos de la misma especie o de otras especies y con plantas menores, arbustivas o herbáceas y animales de diferentes tipos, que viven en un marco geográfico determinado, constituyen una comunidad biótica,

que por estar especialmente caracterizada en este caso por la presencia y abundancia de árboles, se conoce más frecuentemente como comunidad forestal.

En el enfoque fitosociológico, la comunidad vegetal es mucho más que plantas, es una comunidad biótica inserta en el medio ambiente, cuyos factores interactúan con los demás organismos y a su vez todos estos mantienen mutuas interacciones. Este conjunto de organismos vivos, la biocenosis o comunidad de factores físicos que actúan sobre ellos, biotopo o medio ambiente físico y de interacciones de todos ellos, constituyen la biogeocenosis, concepto de fundamental importancia en el manejo de los recursos naturales. (Becerra, 1971)

Cuando se habla de comunidades vegetales implícitamente se refiere al término de asociación natural. En cuanto al primero estas son verdaderos ecosistemas, es decir sus características biológicas únicas se derivan de su ubicación en un medio ambiente físico (Hábitat) igualmente único, en términos de cualidades específicas de su clima, microclima, posición topográfica, exposición, material parental o litológica, suelo y drenaje. Este tipo de bosque, así definido corresponde exactamente a la asociación, la misma que no es solamente la vegetación ordinaria clímax, sino un complejo de elementos; un área de tierra con su clima, topografía suelo, biota vegetal y animal. Debido a estas circunstancias, es necesario tener en cuenta que numerosos factores se combinan para determinar las comunidades vegetales (Matteucci y Colma, 1982). Generalmente estos factores se clasifican en abióticos, bióticos y antrópicos. Respecto a los primeros, comprende los aspectos de clima, relieve, geología, geomorfología, erosión, movimientos en masa, gradiente y características del suelo, por su parte los factores bióticos se enmarcan en la estructura, fisonomía, tipos dominantes de vegetación, funcionalidad de las especies del bosque, hábitos o formas biológicas (desde el punto de vista vegetativo). Mientras que para el tercer factor, se pueden considerar los organismos vivos, fuego, agricultura, pastoreo y construcciones de toda clase. Dentro de los factores antes referidos, existen parámetros muy importantes que imprimen características y condiciones especiales a la vegetación, reflejando más fielmente al medio ambiente.

1.2.1 Estudio analítico

Según Becerra (1991), la primera etapa en el estudio de una comunidad vegetal es la búsqueda de toda la información previa de que se disponga sobre esta. Una vez que se haya recogido la información de las características biofísicas de la zona, es necesario definir los límites del área y los alcances del estudio, es decir, si el tipo de levantamiento es exploratorio, general, semidetallado o detallado de acuerdo a los objetivos y fondos disponibles.

Una vez hechas estas consideraciones, se pasa a definir el tipo de muestreo que se va seguir en el estudio, el número, tamaño y forma de las parcelas de muestreo, así como las observaciones específicas que se van a efectuar en cada una de las muestras y la manera de llevarlas a cabo.

1.2.1.1 Inventario forestal

Ledesma y Miranda (1997), dicen que para elaborar un Plan de Manejo se requiere de información básica del bosque (Número de árb/ha, AB, Volumen), en base a la cual se dará inicio a la planificación de actividades del plan de manejo forestal. El inventario forestal es la base principal, mediante el cual se obtienen estimaciones cuantitativas y cualitativas de los recursos del bosque y otras características de importancia.

La información obtenida del inventario, permite tomar decisiones respecto a qué hacer con el bosque y las actividades que se propongan necesariamente se deben encuadrar en un plan de manejo a elaborar, siguiendo ciertas normas técnicas, que exigen el conocimiento de los recursos del bosque. Todas las acciones a seguir en el plan de manejo, derivan del análisis de la información proveniente del inventario, y en la medida en que esta sea de calidad las acciones propuestas serán las más adecuadas después de conseguir una producción sostenible del bosque.

El inventario forestal, exige como tarea previa la apertura de las picas, dispuestas en forma paralela y distanciadas una de otra según la intensidad de muestreo con que se va trabajar. Estas picas, por las que se efectúa el conteo de los ejemplares arbóreos, se

constituyen obligatoriamente en las unidades de muestreo, los que debido a ello adoptan una faja de forma rectangular de 20 m de ancho; 10 m a cada lado de la pica y de un largo dado por la distancia que mide entre dos linderos opuestos de la superficie a inventariar. (Malleux, 1982).

A medida que se van avanzando por las picas, se van reconociendo los distintivos de la masa arbórea, que permitirá la diferenciación posterior de la superficie en estratos o unidades de inventario.

La técnica más usual del inventario forestal es el muestreo, que consiste en extraer una o más muestras de una población con el objeto de conocer a la misma a través del estudio de tales muestras. Por el contrario, como se dijo anteriormente el estudio o conocimiento de todos los individuos de una población se llama censo. (Torrie y Stell, 1995). La ventaja más importante con respecto al censo es la mayor economía, debido a que el censo demanda mayor gasto en dinero y tiempo al tener que estudiar la totalidad de la población, mientras que el muestreo solo exige el conocimiento de una parte de ella, por este motivo se logra con el muestreo mayor rapidez en la recolección y análisis de la información.

Mostacedo y Fredericksen (2000), indican que el diseño de muestreo es la parte que requiere mayor cuidado, ya que éste determina el éxito potencial de un experimento, y de éste depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse. Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística. La representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable.

Según Dauber (1995) los métodos más importantes, que en diferentes partes del mundo han sido aplicados en inventarios forestales.

- a) Muestreo por Azar Simple y otros Métodos de Muestreo; Hasta el momento solo hemos hablado del muestreo por azar simple, que es la base de todos los

métodos de muestreo. Por eso el conocimiento de sus fórmulas es de gran importancia. Aparte de este método solo el muestreo estratificado y el sistemático es de mayor interés en este contexto. De los otros métodos solamente nos interesan los conceptos básicos. El objetivo de todos los métodos más complejos es mejorar la eficiencia del muestreo mediante diseños apropiados y/o informaciones adicionales. Las últimas muchas veces no existen o no son disponibles lo que reduce la aplicabilidad de estos métodos.

- b) Muestreo por Bloques: En el muestreo por bloques el bosque está dividido en bloques de igual tamaño (por ejemplo 20) y de cada bloque se saca la misma cantidad de unidades de muestreo por azar (por ejemplo 5). La restricción del principio por azar es que cada bloque debe tener la misma cantidad de unidades de muestreo lo que significa que la totalidad de unidades (100) no está distribuido completamente al azar.
- c) Muestreo a Varios Niveles (Multi-Stage Sampling): Este método corresponde al muestreo por bloques. La diferencia es que en este caso no todos los bloques están levantados. En el primer nivel de muestreo algunos están seleccionados por azar (unidades primarias). En el segundo nivel se distribuye por azar las unidades secundarias dentro de los bloques elegidos en el primer nivel (submuestreo).
- d) Muestreo con Probabilidades Distintas de Selección: En los métodos anteriores cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido. Si ya existen muchas informaciones sobre el bosque como en los países europeos el muestreo por listas puede ser un método eficiente. Si la población está formada por varios rodales y ya existen informaciones, por ejemplo la superficie de los rodales, entonces la selección de los rodales puede ser con una probabilidad proporcional a la superficie de los mismos. Los elementos de muestreo en este caso son los rodales cuyos parámetros

forestales deben ser levantados. Ya que se utiliza una lista para la selección, este método también se llama muestreo por listas.

- e) Muestreo Estratificado: La estratificación es una zonificación del bosque con el objetivo de conseguir estratos más homogéneos, por ejemplo tres estratos de bajo, mediano y alto volumen por hectárea. La estratificación es eficiente si la variación dentro de los estratos es pequeña y entre los estratos grandes. En la práctica la estratificación generalmente se realiza en base a una fotointerpretación estereoscópica, considerando la densidad del bosque, la altura de los árboles y el drenaje. Si hay asentamientos humanos es aconsejable usar imágenes recientes de satélite para determinar las áreas afectadas.

El resultado de la interpretación es un mapa forestal con los diferentes estratos forestales y no forestales. Los primeros también se llaman tipos de bosque. El número de unidades de muestreo en los estratos forestales normalmente es proporcional a la superficie de los mismos. La intensidad de muestreo en este caso es igual en cada estrato. Si algunos estratos forestales son de menor interés forestal se puede reducir la intensidad de muestreo en estos estratos. Para calcular la media del muestreo estratificado hay que ponderar las medias individuales de cada estrato con su superficie, multiplicándolas con el factor P_i , el cociente de cada superficie individual y la superficie total:

$$\bar{x} = \sum P_i x_i$$

Para calcular el Error Standard del muestreo estratificado hay que ponderar los errores Standard individuales elevados al cuadrado con el factor P_i^2 correspondiente a cada estrato según la fórmula:

$$S_{estr}^2 = \sum P_i^2 S_i^2$$

Teóricamente se puede calcular una intensidad de muestreo óptima para cada estrato. Esto permite minimizar el error admisible o el costo del inventario. En

la práctica estos métodos son de poco interés por falta de la información necesaria.

Muestreo Sistemático: El muestreo sistemático es el método que normalmente se aplica en el muestreo forestal. La distribución por azar en la práctica es difícil de realizar por la dificultad de ubicar en el campo los sitios de cada unidad de muestreo. Además el costo por los trechos a caminar sería alto. El muestreo sistemático al contrario es muy simple. El diseño correspondiente es una distribución regular (cuadrangular) con distancias iguales entre las unidades de muestreo. Para evitar errores sistemáticos (sesgos) en el diseño sistemático hay que tener cuidado que la red del muestreo no sea paralelo a ciertos rasgos sistemáticos del terreno por ejemplo a un río o una cadena de colinas. Una desventaja teórica del muestreo sistemático es que no hay fórmulas exactas para el error admisible. Las fórmulas existentes son aproximadas y además complicadas. Por esta razón normalmente se calcula el error admisible con la fórmula del muestreo por azar. El valor así calculado sobreestima el valor real del muestreo sistemático. Pero eso también puede considerarse como cierta ventaja porque implica un cierto margen de seguridad.

1.2.1.2 Censo forestal

De acuerdo a Malleux (1982), el censo forestal es un inventario al 100% de todos los individuos de una masa boscosa por medio de un sistema de recolección y registro cualitativo y cuantitativo de las formas de vida que conforman el bosque en base a métodos apropiados y confiables.

Saravia (1998), dice que el censo forestal es un inventario del 100% en el que se registran todas las especies arbóreas presentes, esto cuando se necesita conocer la estructura, composición y dinámica del bosque o puede ser comercial cuando solo se registran las especies comerciales o de interés para el mercado, para cuantificar exclusivamente la materia prima maderable que se desea proveer a la industria.

Según Ledesma (1999), un censo forestal comercial es el inventario al 100% de todos aquellos árboles que tienen fustes por encima del diámetro mínimo de corta (DMC),

con el objeto de conocer volúmenes potenciales, es posible realizar censos a partir de categorías menores al DMC. Se debe realizar en el Área de Aprovechamiento Anual (AAA) de acuerdo a la norma técnica 248/98 el AAA se podrá dividir hasta en tres compartimentos que pueden estar contiguos o ubicados en sitios diferentes, este último, ayuda a captar una mayor variabilidad de especies comerciales y al mismo tiempo diferentes distancias para la extracción de madera, las cuales pueden utilizarse de acuerdo a la época del año.

En este contexto, el censo forestal constituye una de las principales herramientas de planificación del manejo forestal en Bolivia, su utilidad ya ha sido comprobada en diferentes trabajos con varios beneficios tanto de carácter económico como ambiental. Sin descartar otros beneficios que trae consigo, como la planificación del aprovechamiento, la disminución de daños y el conocimiento de la abundancia y volumen de las especies dentro de una determinada área de aprovechamiento.

De Carvalho (1998), indica que cuando la industria se propone extraer la materia prima del bosque, previamente debe considerar ciertas informaciones del área de trabajo que le ayuden a tomar las mejores decisiones para ejecutar un proceso eficiente de aprovechamiento forestal. Algunas de estas informaciones se reflejan en la respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuánto volumen de madera por especie se tiene y como está distribuido en el bosque?
- ¿Cuál es la mejor estrategia para extraer la materia prima impulsando una alta productividad en las operaciones pero manteniendo los costos al mínimo posible durante la ejecución?
- ¿Qué formas de aprovechamiento se deben utilizar a fin de causar un daño mínimo tanto a la vegetación remanente como al suelo del bosque?

En opinión del mismo autor, el objetivo final es hacer del aprovechamiento un proceso donde se establezcan los cimientos en el sistema de producción a implementar, de ahí que es fundamental, aplicar en este momento, estrategias sólidas

de planificación a fin de alcanzar el éxito en todas las operaciones. Debe estar claro que una buena planificación, no es solo aquella que delinea de manera práctica los mecanismos para minimizar los daños al medio ambiente, sino también, es la que genera las condiciones adecuadas para compatibilizar las faenas de trabajo con las particularidades del mercado, buscando la mayor rentabilidad posible.

Cuando el manejo establecido está bajo un régimen policíclico, el censo forestal constituye una herramienta eficiente de planificación del aprovechamiento maderero. Consiste en medir todos los árboles sujetos de selección para el aprovechamiento y conservación y luego posicionarlos en un mapa para relacionarlo con la topografía e hidrografía del terreno.

El censo es una herramienta barata, el cual entre otras cosas, proporciona los siguientes beneficios:

- Genera las bases para encarar el mercadeo de la producción, con la información cuali-cuantitativa recabada en el censo se establecen sólidamente las relaciones comerciales teniendo como base la capacidad productiva del bosque. Esto es importante ya que no solo se tiene las características de la materia prima, base para encarar la transformación de ciertos productos, sino también que la información permite no crear falsas expectativas en los clientes circunstanciales y/o potenciales.
- Permite el monitoreo y control de las operaciones forestales, quizás esto es uno de los principales beneficios tangibles a la hora de aprovechar los árboles, ya que el técnico puede responder fácilmente las siguientes preguntas: ¿Cuánto de avance se tiene exactamente?, ¿Cómo podemos ajustarnos más rápidamente a la demanda del mercado?, ¿Qué número de personas es el adecuado para la actividad? Con un buen mapa se tiene también la posibilidad de hacer visitas sorpresa a los trabajadores de campo con el fin de evaluar su productividad.

- Ofrece información para hacer un aprovechamiento de bajo costo e impacto mínimo, el tener un mapa con la distribución exacta de los árboles a cortar ayuda a establecer los caminos en formas y longitudes apropiadas de tal forma de llegar correctamente al lugar deseado, alejando la posibilidad de hacer aperturas innecesarias al interior del bosque y cortar regeneración natural para la futura cosecha. En este sentido, se tiene que habiendo menos caminos habrá un menor impacto y consiguientemente, un menor costo de las operaciones. La incidencia de esto será directa en las otras etapas subsiguientes como la extracción y arrastre.
- Proporciona las bases para hacer del aprovechamiento un sistema silvicultural, para el ordenador forestal no hay nada mejor que contar con la distribución exacta de los árboles a aprovechar ya que por ejemplo a través de este se pueden tomar decisiones acertadas sobre el tamaño óptimo de los claros a generar durante la corta o establecer una dispersión adecuada de semilleros. El convertir al aprovechamiento en un sistema silvicultural es la mejor garantía para alcanzar la sostenibilidad del manejo forestal.

Ayuda a comprender la dinámica del bosque, si a un mapa de aprovechamiento se le agrega la posición de algunas especies de interés particular se podrá hacerles, un seguimiento a estas con el fin de comprender mejor la dinámica del bosque manejado. Por otra parte, relacionando la topografía del terreno con la distribución de las especies se identifican los sitios específicos de sobre vivencia, lo cual es crítico para el establecimiento de tratamientos silviculturales.

El método más utilizado por los forestales es el censo sistemático que consiste en buscar y representar la posición de los árboles tomando como referencia picas sistemáticas (a distancias fijas) establecidas en dirección perpendicular a carriles. La ubicación de los árboles presentes se realiza ordenadamente sobre cada una de las fajas de bosque formada entre los carriles. (Tapia, 2002)

Ledesma (1999), indica que en este tipo de censo es importante la apertura de una línea base (LB), de preferencia ubicada en la parte central del área de estudio con una

orientación franca (0° , 180° , 90° , 270°) de Este a Oeste o de Norte a Sur, sin olvidar la declinación magnética, por ejemplo, si la apertura de la pica es en dirección sur (180°) y la declinación magnética actualizada corresponde a $4'$, entonces el azimut que debe seguir la apertura será $180^\circ 4'$. Posteriormente, de manera perpendicular a la línea base se debe realizar la apertura de líneas madres (LM) o carriles distanciadas entre sí por 200 o hasta 500 metros, si la topografía del terreno es muy ondulada se utilizará 200 m, si es plana 500 m. Finalmente, de manera perpendicular a las líneas madre se realizará la apertura de picas sistemáticas, separadas por distancias de 50 hasta 100 metros, según sea la densidad del sotobosque. En áreas con sotobosque denso se aplicará 50 metros y en sotobosque ralo 100 metros.

Durante la apertura de la línea base, líneas madre y picas sistemáticas, es necesario colocar jalones cada 25 metros, anotando en la parte superior del jalón o en una cinta de color llamativo, la distancia acumulada, esto para facilitar las labores del censo y levantamiento topográfico. En los puntos de intersección de las picas se deben colocar mojones utilizando postes de aproximadamente 10 cm de diámetro y 2 m de longitud, en los cuales se anotan el inicio o fin de la línea base, el número de la línea madre, el número de pica, etc. cada cual con su orientación respectiva según corresponda su ubicación. Es importante indicar que la numeración de las líneas madres y picas deben ser únicas, para evitar complicaciones durante el procesamiento. También es necesario la toma de un punto con GPS (Global Position System), de preferencia al inicio de la línea base, esto con el objeto de amarrar (georreferenciar) la información del censo comercial. En caso de no contar con un GPS, puede amarrarse la información a un punto (arbitrario) de referencia de coordenadas conocidas (X, Y, y Z). El receptor de GPS, en lo posible, debe contar con la opción de realizar corrección diferencial, de esta manera la información de la ubicación de las líneas, picas y árboles estará amarrada a un punto de alta precisión. (Ledesma, 1999)

CAPITULO II Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La zona de investigación se encuentra al Este de la Serranía del Aguarague, ubicada en la Comunidad indígena Los Sotos, perteneciente al Municipio de Yacuiba, provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija, cuya altitud promedio oscila entre los 700 a 880 m.s.n.m.

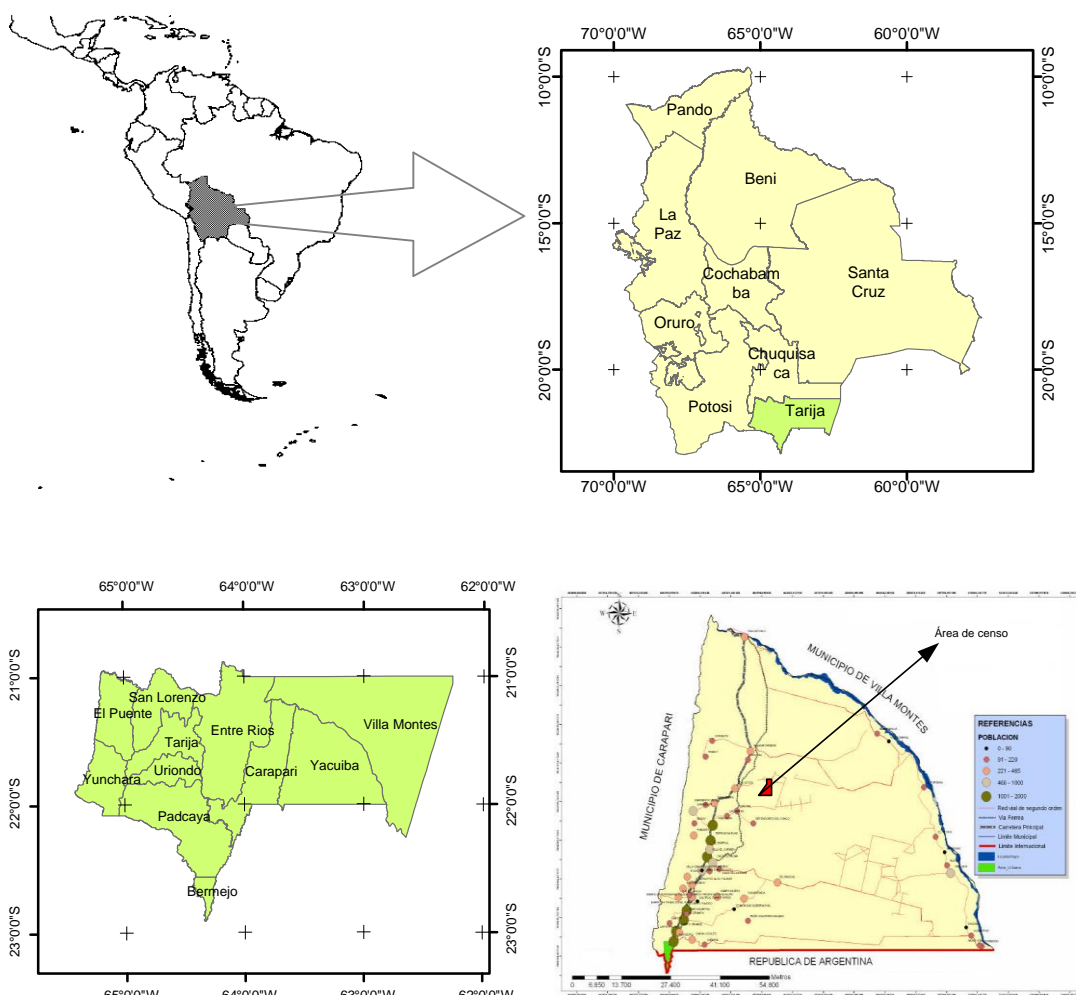


Figura N° 5. Mapa de ubicación de la zona de estudio

El área del censo forestal alcanza aproximadamente una superficie de 130 has., delimitado por las siguientes coordenadas:

COORDENADAS (UTM-WGS 84)					
Punto	XCoord	YCoord	Punto	XCoord	YCoord
P-1	440612	7611198	P-5	440131	7611467
P-2	440000	7611198	P-6	440283	7613543
P-3	439258	7610825	P-7	440672	7613520
P-4	439381	7611314			

El acceso a la comunidad, es a través del camino carretero Yacuiba - Villamontes, desviándose a la altura de la Comunidad de Caiza hacia el Sureste que va a la llanura chaqueña. Las condiciones de accesibilidad a esta comunidad se encuentran en buenas condiciones en la mayor parte del año, aunque es difícil acceder en época de lluvias, donde los pobladores tienen que caminar para llegar a su comunidad.

2.2 Factores ambientales

2.2.1 Clima

El clima de la zona de estudio, según la clasificación de Kooppen, corresponde a un clima mesotérmico, con invierno seco, y verano húmedo. El registro de temperaturas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, indica temperaturas bajas en el mes de junio y julio (época invernal) con una media mensual de 15.5°C, mientras que los meses de máxima temperatura son de diciembre a enero con una máxima de 40°C, la temperatura media correspondiente al periodo seco (mayo-octubre) es de 19.2°C en tanto que para el periodo húmedo (noviembre-abril) es de 24.78°C. En época invernal, se presentan heladas de diferente intensidad, llegando las temperaturas mínimas extremas a -7°C, lo que limita las siembras anticipadas a este periodo.

De acuerdo al Diagrama climático de Gausen, el periodo seco abarca desde el mes de mayo hasta mediados de octubre, sumando una precipitación acumulada de 129,9 mm. Aunque en algunos meses sobrepasa los 200 mm., bajando hasta los 5 mm, en época de estiaje. El periodo húmedo comprende los meses de noviembre abril con

1006,6 mm concentrándose el 88,5% de la precipitación anual. La precipitación media anual alcanza un valor de 1136,6 mm. (Del Carpio, 2006)

2.2.2 Fisiografía

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal (2005), la zona de estudio, se encuentra en la provincia fisiográfica denominada Sub Andino en transición a la llanura chaqueña, constituida por un conjunto de paisajes dominados por colinas bajas. Las colinas están orientadas en sentido norte sur, conformando anticlinales estrechos y valles sinclinales más amplios, originando valles con llanuras aluviales de pequeña a mediana amplitud.

La cobertura vegetal en este ecosistema es más densa y variada, incidiendo favorablemente en la protección de los suelos y reduciendo los procesos de erosión. Así, el sub Andino posee recursos naturales considerables favorecidos por las condiciones climáticas húmedas y sub húmedas, en el sector noreste presentan condiciones semiáridas a áridas este sector contiene una biodiversidad y colinas de media a baja y que acogen bosques semidecuidos transicionales a xeromórficos, estos últimos caracterizan a estas condiciones climáticas (ZONISIG, 2000)

2.2.3 Suelos

Las características edáficas, están muy relacionadas al paisaje que determina su aptitud. La pendiente varía de 0 a 12%. Son suelos bien drenados a moderadamente bien drenados, estos suelos muestran algunos problemas de erosión hídrica y pérdida de la fertilidad natural por el lavado de nutrientes (PDM, 2005).

Geológicamente corresponde al complejo cristalino chiquitano, influenciada por afloramientos del precámbrico. Fisiográficamente el área en general es ondulada, aunque en algunos sectores presenta mesetas en las cuales se encuentra especies maderables de mayor densidad. Los suelos de acuerdo a la clasificación del Dr. Cochrane, presentan una capa superficial arcillosa, café-gris, sobre un subsuelo café - claro moteado, rocoso poco profundos. Los suelos son clasificados como entisoles y vertisoles y los análisis químicos de estos indican que existe una considerable

variación en la habilidad que tienen para abastecerse de nutrientes, especialmente entre los suelos de textura pesada y los de textura liviana, presentando estos últimos bajas reservas de nutrientes.

2.2.4 Vegetación

Los recursos forestales del Municipio, conforman las diversas especies vegetales, su distribución en el territorio municipal se concentra de acuerdo a las unidades fisiográficas y las correspondientes formaciones vegetales.

El Bosque alto, se caracteriza por presentar una gran riqueza maderera con dosel del estrato superior que alcanza alturas totales entre 20 a 25 m, entre las especies que mas sobresalen son Urundel (*Astronium urundeuva*), Cebil (*Anadenanthera columbrina*), Quina colorada (*Miroxilon peruiferiums*), Palo blanco (*Calophyllun multiflorum*) y otras.

El Bosque medio, está compuesto por las especies codominantes que en general no sobrepasan los 12 metros de altura. Entre estas se tienen: *Calycophyllum multiflorum* Griseb (Palo blanco) *Phyllostylon rhamnoides* Poisson (Perilla) *Tabebuia* spp. (*Lapacho*)

El sotobosque, está constituido por especies con alturas inferiores a los 1,5 metros. Las especies más frecuentes son: *Bromelia* sp. (Carahuata) *Asplenium* sp. (Helecho) *Monettia cordifolia* Martius (Bejuco guiador) *Solanum violafolium* (Motojobobo) *Lippia turbinota* (Carapari).

En el siguiente cuadro, se muestran las principales especies forestales que son aprovechadas para satisfacer las demandas a nivel comercial y usos familiares.

Cuadro N° 1. Especies de interés comercial de la Comunidad Los Sotos

Nombre vulgar	Nombre científico
Orco molle	<i>Bumelia obtusifolia</i>
Tipa colorada	<i>Pterogyne nitens</i>
Roble	<i>Amburana cearensis</i>
Urundel	<i>Astronium urundeuva</i>
Mora	<i>Chlorophora tintoria</i>
Timboy o pacará	<i>Enterolobium contortissiliquum</i>
Quina blanca	<i>Lonchocarpus lilloi</i>
Perilla o palo amarillo	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>
Quebracho colorado	<i>Schinopsis sp.</i>
Quebracho blanco	<i>Aspediosperma quebracho blanco</i>
Guayacan	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>
Cebil colorado	<i>Piptademia macrocarpa</i>
Orco quebracho	<i>Schinopsis marginate</i>
Palo Blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>
Tipa	<i>Tipuana tipu</i>
Lapacho	<i>Tabebuia ipe</i>

Fuente: PDM, Yacuibá 2005

2.3. Materiales y Métodos

2.3.1 Materiales

Para la ejecución de este trabajo se utilizarán los siguientes equipos y materiales:

- Cartas topográfica escala 1:50000
- Diversos mapas del área
- Imagen satelital
- Computadora
- Material de escritorio
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Brújula
- Clinómetro
- Cinta diamétrica
- Planillas de campo
- Tablero
- Cinta métrica de 25 m.
- Cuerdas de 50 m.
- Flexómetro
- Cinta flageen color naranja
- Machetes
- Lapiceras y lápices
- Vehículo de apoyo y otros.
- Cámara fotográfica

2.3.2 Método

a) Cartografía de las unidades de vegetación

La planificación del levantamiento forestal requiere mapas temáticos como de vegetación del área a efectuar el levantamiento forestal, realizando previamente la estratificación correspondiente en base a la altura del dosel y la distribución espacial (tipos de bosque), además de su posición fitosociológica. Cuando se trata de clasificar la vegetación se parte del concepto de ordenar lógicamente el objeto de clasificación según sus semejanzas y denominarlos de una manera comprensible y fácil de discriminar con respecto a otras unidades, para este cometido, se clasificó las unidades en bosques en función a ala altura del dosel y de la densidad como distribución espacial, sobre la base la Norma Técnica y el reglamento de la Ley 1700.

b) Levantamiento forestal

Se realizó a través de un censo sistemático con picas paralelas cada 100 m con orientación E-W tomando en cuenta todas las especies por encima del Diámetro Mínimo de Corta (DMC), tal como establece la Norma Técnica 135/97 con una intensidad de corta del 80% y 20% para la reposición natural. Durante el censo sistemático, se identificarán las áreas de mayor concentración de individuos y se abrirán picas paralelas de 100 m de ancho con orientación E-W partiendo de una línea base, para la georeferenciación de cada vértice utilizando un GPS. Una vez delineado el área se procedió a levantar la información dasométrica en sus variables DAP y HC, asimismo se realizará la marcación y etiquetado de los árboles aprovechables y remanentes, tomando en cuenta los DMC, establecidos en las normas de la siguiente forma: La numeración será correlativa entre árboles aprovechables y el etiquetado en el tocón, mientras que el etiquetado de los árboles remanentes se realizó a la altura del pecho.

c) Información mínima recolectada

Los formularios de campo para árboles y fustales fueron diseñados de tal forma que en el encabezamiento recogió datos generales (enumerador, fecha) y datos que caracterizan a la unidad de muestreo (lugar, estrato, línea, orientación, etc.) y al pie del formulario aspectos biofísicos de la zona. Los datos dasométricos obtenidos fueron:

- Especie (sp), representa el nombre que recibe cada árbol medido y normalmente responde a la nomenclatura local dado en la zona.
- Diámetro altura pecho (dap), considerado como la longitud de la sección transversal del árbol a una distancia de 1,30 metros del suelo.
- Altura comercial (hc), caracteriza la longitud del fuste comercial desde la superficie del suelo hasta la primera rama más gruesa de la copa.
- Altura total (ht), Es la altura de los árboles desde el suelo hasta el dosel superior.

- Calidad de fuste comercial (Cal), describe la forma del fuste comercial. Las siguientes categorías dan una buena estimación: rectos (Cal 1), ligeramente torcidos (Cal 2) y totalmente curvos que sirven solo para leña (Cal 3).

d) Caracterización del bosque por variables dasométricas

Las fórmulas empleadas para el cálculo de área basal y volumen, fueron las siguientes:

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

Dónde:

AB = área basal (m²)

dap = diámetro altura pecho (1.30 m del suelo)

π = 3,14159 constante.

$$V = AB * hc * f$$

Dónde:

V = Volumen (m³)

hc = Altura comercial (m)

f = Coeficiente mórfico (según Ley 1700) = 0,65

Además se calculó la estructura diamétrica por especie, para caracterizar la potencialidad actual y futura de los árboles comerciales en estos bosques secundarios, adicionalmente se determinó las variables cualitativas del bosque.

e) Parámetros Estadísticos

Los resultados de número de árboles, área basal y volumen por hectárea provenientes del muestreo se sometieron a análisis estadístico para determinar la confiabilidad de estos resultados a un 95 % de probabilidad. Los parámetros usados fueron:

La media aritmética:
$$\mu = \frac{\sum X_i}{n}$$

Varianza:
$$s^2 = \frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n-1}$$

Desviación estándar:
$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n-1}}$$

Coefficiente de variación:
$$CV = \frac{s}{\mu} * 100$$

Error estándar:
$$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

Límites de confianza
$$Lc = \mu \pm S_x * t$$

Error admisible
$$E(\%) = (S_x * t) * 100$$

f) Caracterización del bosque por indicadores ecológicos

Para caracterizar la estructura horizontal del bosque, se emplearon indicadores ecológicos sobre la base de los datos recolectados en el censo, consistente en la distribución de De Liocourt.

Al margen de analizar la frecuencia y dominancia, en las tablas, se realizó el análisis de abundancia, frecuencia y dominancia por separado para evaluar el peso ecológico de cada especie dentro de la comunidad y se calculó el Índice de Valor de Importancia, empleando el método citado por Becerra (1971). El Índice de Valor de Importancia es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad vegetal. El valor máximo es de 300, cuando más se acerca una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes. Este valor se calculó para cada especie a partir de la suma de Abundancia Relativa + Dominancia Relativa + Frecuencia Relativa.

CAPITULO III Resultados y Discusión

3.1 Análisis Estadístico del levantamiento

Para determinar la consistencia de los datos provenientes del levantamiento, se efectuó la prueba de ajuste de Kolmogorov que permite probar si la variable en estudio tiene o no una distribución normal. En este caso, las hipótesis de la prueba son:

- H_0 : los datos del levantamiento forestal tienen distribución normal; versus
- H_1 : los datos provenientes del levantamiento no tienen distribución normal.

Si el estadístico de Kolmogorov reporta una $P > 0.05$, se acepta la hipótesis nula, es decir la muestra que se dispone se ajusta al modelo distribucional normal teórico.

Cuadro N° 2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para abundancia, área basal y volumen

Parámetros		Abundancia	Área Basal	Volumen comercial
N		100	100	100
Parámetros normales	Media	14,500	3,336	14,013
	Desviación típica	3,029	,893	4,256
Diferencias más extremas	Absoluta	,146	,064	,041
	Positiva	,135	,064	,041
	Negativa	-,146	-,042	-,027
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,455	,636	,409
Sig. asintótica (bilateral)		,090	,814	,996

Los valores de significancia asintótica de abundancia, Área Basal y Volumen por hectárea indican probabilidades mayores a 0.05, esto quiere decir, que los datos provenientes del levantamiento forestal, pueden ser analizados mediante la estadística paramétrica, suponiendo que se distribuyen normalmente. Aunque también se puede observar que la abundancia se acerca al valor límite de significancia, eso se explica por la amplitud de árboles por hectárea, es decir, hay zonas en el bosque que tienen 8

arb/ha y otras zonas contienen 22 arb/ha de diferentes categorías diamétricas, por ello, en área basal y volumen se homogenizan.

3.2 Estructura Diamétrica

Según se puede observar en el Cuadro 2, la estructura forestal estudiada muestra una composición diversa de diámetros, los cuales para su análisis se agruparon en categorías de cinco en cinco cm las dos primeras categorías, luego de 10 en 10 cm, sumando 6 clases a través de las cuales se distribuyen diferentes cantidades de árboles por unidad de superficie, conformando de esa manera la estructura forestal que en promedio mantienen una tendencia que se mueve entre los 40 cm. a los 85 cm de diámetro normal.

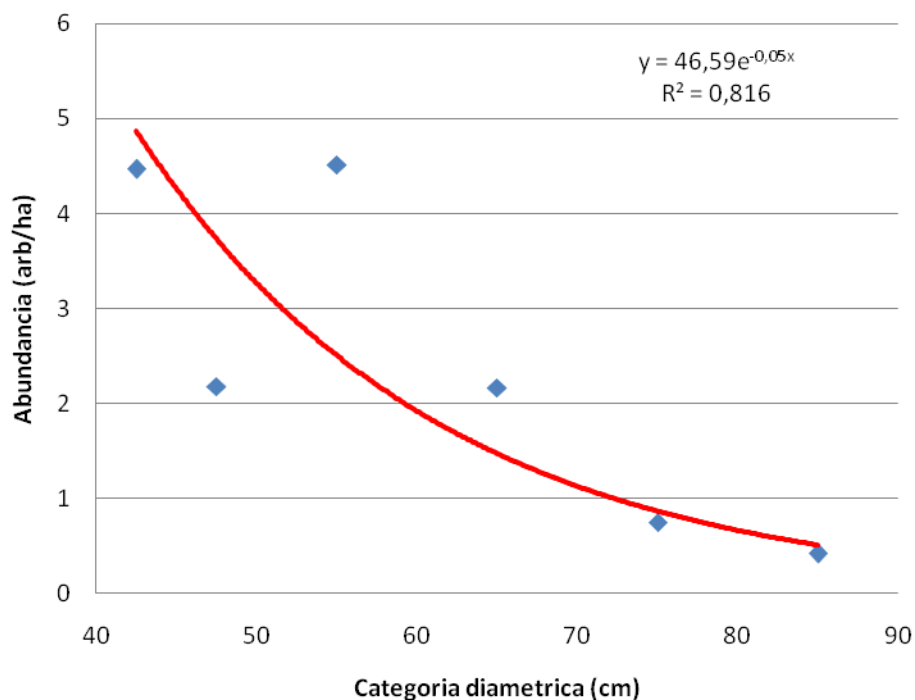
Cuadro N° 3. Estructura diamétrica para abundancia, área basal y volumen del bosque de la comunidad Los Sotos

Diámetro normal	Abundancia	Área Basal	Volumen
42,5	4,47	0,64	2,59
47,5	2,18	0,39	1,63
55	4,52	1,05	4,35
65	2,17	0,68	2,99
75	0,75	0,31	1,25
85	0,42	0,26	1,20
Total por hectárea	14,50	3,34	14,01

Los resultados encontrados al aplicar el criterio relacionado con la distribución del número de árboles en un arreglo de la estructura diamétrica, permitió definir el tipo de bosque (regular o irregular), con que cuenta el área estudiada. La tendencia de este tipo de masas forestales, en cuanto a su conformación, es descrita en forma adecuada mediante el modelo exponencial negativo de De Liocourt, el cual muestra un coeficiente de determinación entre las variables y una p de 0,0001. El gráfico 1 muestra un arreglo de distribución de árboles por categorías diamétricas, relacionada con la estructura encontrada y la modelación a través de la ecuación obtenida. Esta relación altamente significativa presenta una distribución diamétrica que se mueve desde los 40 cm. hasta 85 cm.; lo cual constituye una estructura compuesta por una diversidad de diámetros. En este caso, la conformación estructural del rodal

encontrada a través del modelo elegido, es caracterizada como un bosque altamente irregular o heterogéneo en su forma horizontal, demostrando de esta manera su condición de bosques secundarios altamente intervenidos.

Gráfico N° 1. Comportamiento de las estructuras arbóreas de los bosques de la comunidad Los Sotos, bajo el modelo exponencial negativo de De Liocourt



Estas observaciones coinciden con la teoría de estructuras arbóreas irregulares, en el cual se afirma que la manera más común para caracterizar el comportamiento de la estructural de un bosque natural, es por medio del modelo de distribuciones diamétricas; siendo esta una de las muchas aplicaciones que tiene la variable del diámetro normal (dap), en particular cuando se trata de analizar el comportamiento que describir la estructura del rodal.

La forma que describen los arboles estudiados en cuanto a su estructura diamétrica y su tendencia según el modelo de De Liocourt, presentan una excelente relación entre la distribución de árboles por categoría diamétrica, lo cual se traduce en un modelo

altamente significativo cuyo coeficiente de determinación es 0.816 como se observa en el Gráfico 1.

3.2.1 Factor de Disminución “q”

El modelo describe una tendencia de estructura diamétrica balanceada, cuya característica descriptiva es conocida como j-invertida (exponencial negativo). Esta curva describe la tendencia de los árboles para cada clase diamétrica, conocida como factor “q”, o de disminución, esta ecuación permite caracterizar a cada tipo de bosque. El modelo de De Liocourt, es expresada de la siguiente manera:

$$y = k * e^{-a.Dap}$$

Dónde:

y = número de árboles para una clase diamétrica dada

Dap = clase diamétrica (cm)

e = base de los logaritmos naturales

a, k = constantes para una distribución diamétrica dada.

En este modelo la constante “a” determina la tasa por la cual se expresa el número de árboles por hectárea que disminuyen en las clases diamétricas sucesivas, y el factor “k”, indica la densidad relativa del rodal por cada clase diamétrica. De esta manera “a” puede ser considerada la pendiente o tasa del coeficiente de cambio y “k” el intercepto en “y”, cuando “Dap” es igual a 0.

El Factor de disminución (“q”), se calcula tomando en cuenta la estimación del número de árboles por categoría diamétrica mediante la siguiente relación:

$$q = \frac{N_j}{N_{j+\delta}}$$

Dónde:

q = Factor de disminución

N_j = Número de árboles en la categoría diamétrica dada.

$N_{j+\delta}$ = Número de árboles de la clase diamétrica inmediata superior.

En el caso de nuestra investigación, se puede observar en el Cuadro 4, que existe mayor cantidad de árboles dentro de las categorías diamétricas menores a 40 cm., en cambio, dentro de las categorías de 45 a 50 y 60 a 70 cm., hay escasez de árboles, pero al hacer el ajuste al modelo de De Liocourt se alcanza un balance adecuado

Cuadro N° 4. El Factor de disminución (“q”) por categoría diamétrica para datos de abundancia de la estructura arbórea del bosque

Clase diamétrica	Abundancia (Arb/ha)		q
	Observado	Teórico	
25,00	0,00	13,34	1,65
35,00	0,00	8,09	1,46
42,50	4,47	5,56	1,28
47,50	2,18	4,33	1,46
55,00	4,55	2,97	1,65
65,00	2,17	1,80	1,65
75,00	0,75	1,09	1,65
85,00	0,42	0,66	

Sin embargo, la escasez de individuos en los diámetros intermedios (47.5 y 65 cm), demuestra que estos bosques fueron sometidos a aprovechamiento selectivo de especies forestales de alto valor comercial y el lento desarrollo de la estructura arbórea o sea el incremento del número de individuos por los diámetros inmediatos a través del tiempo es muy bajo.

Quedando demostrada dicha tendencia por el valor del parámetro “a”, el cual es relativamente bajo (0.05). Según la literatura revisada, el comportamiento de este tipo de estructuras forestales es común encontrarlo, ya que esa tendencia está asociada al aprovechamiento selectivo y al comportamiento de las especies que no tienen valor maderable que buscan condiciones para mantener sociológicamente equilibrio ecológico.

La tendencia que muestra el factor de disminución (“q”), y la misma conformación de cada clase diamétrica, permite interpretar la dinámica que está ocurriendo en este

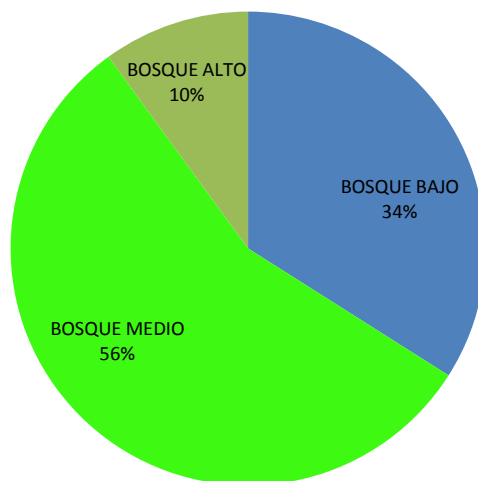
tipo de estructuras arbóreas, lo cual, queda demostrado por las bajas densidades en los diámetros intermedios. El modelo determina un factor promedio de disminución de 1.65, esto significa que por cada cambio de categoría diamétrica de 10 cm incrementará en 1.65 árboles por hectárea.

3.3 Estratos Forestales y Unidades de Vegetación

El bosque de la comunidad Los Sotos presenta variabilidad en la vegetación como consecuencia de la intervención antrópica y de los cambios en la fisiografía que se manifiestan marcadamente en la región de transición a la llanura chaqueña, lo cual es corroborada con los tipos de vegetación, el volumen de los árboles en pie, la abundancia y la diversidad florística.

Para efectos de esta investigación, se ha utilizado el análisis estadístico de distribución por el volumen de los árboles en pie, que ha permitido identificar tres tipos de bosque, donde el bosque medio y bajo ocupan el 90% del territorio, corroborando de esta manera la condición de bosque secundario intervenido, solo el 10% de la superficie es ocupado por bosque alto.

Gráfico N° 2. Porcentaje de superficie ocupada por tipo de bosque en la comunidad Los Sotos



El bosque bajo denota un aspecto xerofítico, con un solo estrato de árboles menores a 10 m de altura, caducifolios con dosel interrumpido y un sotobosque constituido por matorrales espinosos, aunque estas especies ofrecen un recurso importante para la ganadería durante los periodos secos, por su disponibilidad de follaje y hojarasca. Mientras que el bosque alto presenta un dosel superior de más de 20 m de altura con especies perennifolio y caducifolio de cobertura interrumpida, finalmente el bosque medio es resumen de las dos comunidades anteriores que al parecer es resultado de la intervención que ha sido sometido en años anteriores y por los cambios en el uso de la tierra.

Cuadro N° 5. Promedio de valores dasometricos por tipo de bosque

Tipo de bosque	Abundancia (arb/ha)	Area Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
Bosque Bajo	4,10	0,83	3,26
Bosque Medio	8,60	2,02	8,55
Bosque Alto	1,84	0,49	2,20
Total	14,54	3,34	14,01

De acuerdo a los valores del Cuadro 5, el mayor volumen de árboles en pie se encuentra en el bosque medio, mientras que el bosque alto reporta el menor promedio de 2.2 m³/ha., y baja abundancia, esto nuevamente demuestra que estos bosques ya fueron explotados, de modo sería conveniente buscar estrategias de recuperación y ordenación para asegurar su sostenibilidad.

3.4 Estimación de las Existencias Totales

En el proceso del levantamiento forestal, como se dijo anteriormente se han considerado a los árboles por encima de 40 cm de DAP, y se calcularon las existencias en el área total sin discriminar los tipos de bosques.

Si se decidiera aprovechar bajo las condiciones actuales se dispone de 277 m³ de árboles en pie y de 65 m³ de árboles remanentes que constituye el 17% del total de las existencias. Asimismo en el Cuadro 6, se puede observar que el mayor aporte de árboles aprovechables es de la especie cebil con 80 m³, que representa el 29% del total de árboles aprovechables, mientras que especies de alto valor comercial como el

cedro y la quina apenas contribuyen con 10 y 9 m³ respectivamente. Asimismo, la mayor abundancia también es ocupada por el cebil con 126 individuos con DAP mayores a 40 cm, y la menor abundancia le corresponde a la especie Mora con un solo individuo.

Cuadro N° 6. Resumen de existencias en el bosque secundario de Los Sotos

Especie	Dmc	Variable	Para Corta		Remanente		Total
			subtotal	%	subtotal	%	
<i>Cebil (Anadenanthera colubrina (Vell. Conc.) Benth.)</i>	40	N	99	66,44	27	18,12	126
		AB	18,89	73,69	4,17	16,28	23,06
		VOL	80,22	74,2	16,39	15,16	96,61
<i>Cedro (Cedrela lilloi)</i>	40	N	11	78,57	3	21,43	14
		AB	2,95	79,21	0,77	20,79	3,72
		VOL	10,76	80,05	2,68	19,95	13,44
<i>Lapacho (Tabebuia ochracea)</i>	40	N	72	72,73	20	20,2	92
		AB	15,46	79,81	3,22	16,63	18,68
		VOL	70,69	80,92	13,71	15,69	84,4
<i>Mora (Chlorophora tinctoria)</i>	40	N	0	0	1	50	1
		AB	0	0	0,32	73,53	0,32
		VOL	0	0	1,24	76,92	1,24
<i>Negrillo (Nectandra sp.)</i>	40	N	3	60	2	40	5
		AB	0,66	67,24	0,32	32,76	0,98
		VOL	3,27	73,81	1,16	26,19	4,43
<i>Palo blanco (Calycophyllum multiflorum Griseb.)</i>	40	N	88	61,97	24	16,9	112
		AB	17,03	68,63	4,51	18,17	21,54
		VOL	63,47	69,24	16,5	18	79,97
<i>Perilla (Phyllostillon rhamnoides)</i>	40	N	35	66,04	11	20,75	46
		AB	7,08	69,2	2,44	23,82	9,52
		VOL	27,29	72,4	8,16	21,63	35,45
<i>Quebracho colorado (Schinopsis balansae)</i>	40	N	9	69,23	4	30,77	13
		AB	2,61	79,02	0,69	20,98	3,3
		VOL	12,06	81,2	2,79	18,8	14,85
<i>Quina colorada (Myroxylon peruiferum)</i>	40	N	12	54,55	4	18,18	16
		AB	2,23	64,23	0,57	16,47	2,8
		VOL	9,41	66,23	2,04	14,34	11,45
Subtotal		N	329	58,84	96	26,26	42,55
		AB	66,91	64,56	17,01	26,60	83,92
		VOL	277,17	66,45	64,67	25,19	341,84

3.4.1 Análisis de Existencias por Grupos Comerciales

Los resultados del levantamiento forestal basados en la distribución diamétrica y en función a las tres variables: Número, área basal y volumen, permiten agrupar a las especies según su existencia por su valor económico (maderero), el criterio que se ha adoptado para este último aspecto reside fundamentalmente en la demanda actual en el mercado. Las especies muy valiosas (MV), son especies con alto valor comercial con mercado nacional e internacional asegurado; las especies valiosas (VA) tienen valor comercial actual con mercado nacional asegurado y las especies poco valiosas (PV) tienen valor comercial limitado a nivel local.

Cuadro N° 7. Arboles considerados poco valiosas de la comunidad Los Sotos

Especie	Variable	Para Corta	Remanente	Total
<i>Mora (Chlorophora tinctoria)</i>	N		2	2
	AB		0,32	0,32
	VOL		1,24	1,24
<i>Negrillo (Nectandra sp.)</i>	N	3	2	5
	AB	0,66	0,32	0,98
	VOL	3,27	1,16	4,43
Subtotal	N	3	4	7
	AB	0,66	0,64	1,3
	VOL	3,27	2,4	5,67

Cuadro N° 8. Arboles considerados muy valiosas de la comunidad Los Sotos

Especie	Variable	Para Corta	Remanente	Total
<i>Cedro (Cedrela lilloi)</i>	N	11	3	14
	AB	2,95	0,77	3,72
	VOL	10,76	2,68	13,44
<i>Quebracho colorado (Schinopsis balansae)</i>	N	9	4	13
	AB	2,61	0,69	3,3
	VOL	12,06	2,79	14,85
<i>Quina colorada (Myroxylon peruiferum)</i>	N	12	4	16
	AB	2,23	0,57	2,8
	VOL	9,41	2,04	11,45
Subtotal	N	23	7	30
	AB	5,18	1,34	6,52
	VOL	32,23	7,51	39,74

Cuadro N° 9. Árboles considerados valiosas existentes en los bosques secundarios de la comunidad Los Sotos

Especie	Variable	Para Corta	Remanente	Total
<i>Cebil (Anadenanthera colubrina (Vell. Conc.) Benth.)</i>	N	99	27	126
	AB	18,89	4,17	23,06
	VOL	80,22	16,39	96,61
<i>Lapacho (Tabebuia ochracea)</i>	N	72	20	92
	AB	15,46	3,22	18,68
	VOL	70,69	13,71	84,4
<i>Palo blanco (Calycophyllum multiflorum Griseb.)</i>	N	88	24	112
	AB	17,03	4,51	21,54
	VOL	63,47	16,5	79,97
<i>Perilla (Phyllostillon rhamnoides)</i>	N	35	11	46
	AB	7,08	2,44	9,52
	VOL	27,29	8,16	35,45
Subtotal	N	294	82	376
	AB	58,46	14,34	72,8
	VOL	241,67	54,76	296,43

El volumen de árboles para especies muy valiosas y valiosas, no muestra expectativa para el aprovechamiento forestal, teniendo en cuenta que la distribución espacial de baja densidad de las especies que crecen en condiciones ambientales especiales confinados en pequeños rodales como los cedros que no muestran abundancia como para ser sometidos al aprovechamiento, sin embargo, aportan al sistema productivo de las comunidades, otorgando material para construcción, y madera para diferentes usos; la otra especie como el quebracho colorado aporta en toda el área de estudio apenas con 12 m³, y se distribuye de forma dispersa sobre todo en la zona transicional a la llanura chaqueña corroborando una vez más, la condición de bosque secundario. Las especies de poco valor económico, que alcanzan esporádicamente diámetros por encima de 40 cm de DAP, están representadas por Mora y Negrillo, que juntos alcanzan 7 individuos y 5.7 m³ como aporte maderable, sin embargo, el bosque bajo y el sotobosque está conformado por una gran diversidad florística de arbolitos y matorrales que si bien no constituyen como recursos maderable, pero tiene beneficios intangibles de servicios ambientales y como fuente forrajera para la actividad ganadera.

3.4.2 Proyección del aprovechamiento

De acuerdo a los valores de distribución de los estratos arbóreos, se consideran para la proyección del aprovechamiento, los siguientes parámetros de regulación:

ESTRATO	PORCENTAJE	SUPERFICIE (Has)
Bosque alto	0,1	13,04
Bosque medio	0,56	73,01
Bosque bajo	0,34	44,33
TOTAL		130,37

Bosque productivo	86,04 has
Ciclo de corta	20 años
AAA	4,30 has/año
Área promedio intervenido	3,89 has/año
Porcentaje de intervención	90,42 %

Según los valores de existencias, consideramos a las especies de mayor volumen como canasta de especies con una intensidad de aprovechamiento del 80%, para efectuar el análisis de comportamiento de este bosque, en caso de ser sometido a aprovechamiento forestal, se toma un Área Anual de Aprovechamiento de 4,30 has/año, para un ciclo de corta de 20 años. Luego de distribuir espacialmente las AAA hasta el año 2020 en el bosque, se obtiene la superficie del bosque productivo.

CUADRO DE UNIDADES ADMINISTRATIVAS PROYECTADAS								
UNIDAD	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	PROMEDIO
Bosque productivo.	2,74	2,79	2,74	2,52	2,50	2,31	2,66	2,61
Bosque no productivo	1,18	1,26	1,29	1,24	1,29	1,25	1,49	1,28
Total	3,92	4,05	4,03	3,76	3,79	3,56	4,15	3,89

Los tres primeros años se tendrían mayor participación de bosque productivo, como es natural, pretendiendo capitalizar a los operadores forestales, luego se establecería una constante de bosque productivo. Por otra parte, el análisis indica que el año 2020 se debería ubicar la AAA con mayor superficie al promedio general para obtener la

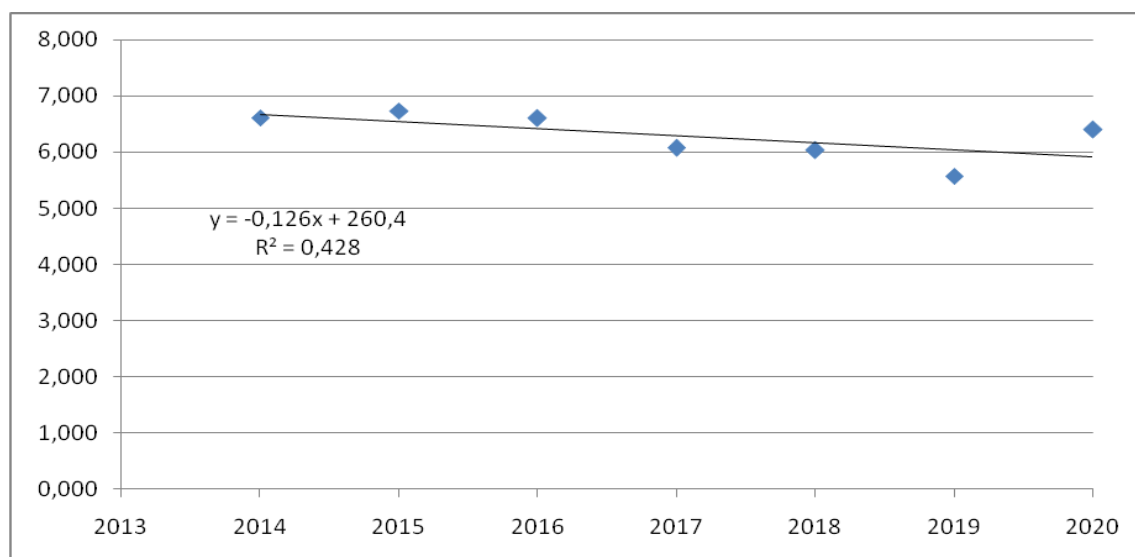
misma proporción de bosque productivo que los primeros años de inicio de aprovechamiento forestal.

Cuadro 10. Proyección del aprovechamiento forestal por volumen aprovechable de la canasta de especies con una intensidad del 80 %.

Vol aprov./sp	0,76	0,66	0,63	0,27	0,09	2,41	
Año	Cebil	Lapacho	Palo bl.	Perilla	Quina col	Sup. Prod.	Total Gral
2014	2,085	1,811	1,729	0,741	0,247	2,74	6,613
2015	2,124	1,844	1,761	0,755	0,252	2,79	6,735
2016	2,083	1,809	1,726	0,740	0,247	2,74	6,604
2017	1,915	1,663	1,587	0,680	0,227	2,52	6,071
2018	1,901	1,651	1,576	0,675	0,225	2,50	6,028
2019	1,759	1,527	1,458	0,625	0,208	2,31	5,577
2020	2,019	1,753	1,673	0,717	0,239	2,66	6,401
Total proyectado	13,885	12,058	11,510	4,933	1,644		

El aprovechamiento forestal se sustentaría en la especie cebil y lapacho, en la parte intermedia se ubica el palo blanco como especie alternativa, mientras que la perilla y quina colorada serían de menor aporte al volumen aprovechable.

Grafico N° 3. Proyección del aprovechamiento forestal en la comunidad Los Sotos



La proyección del aprovechamiento forestal presenta una pendiente negativa, eso quiere decir, que a medida que pasen los años el aprovechamiento será menor llegando en un momento de la proyección del ciclo de corta de 20 años a ser insostenible económicamente, es decir, en los primeros años se impactaría a la mayor existencia del producto maderable, disminuyendo considerablemente en los últimos años, por tanto queda demostrado que este bosque es remanente de características ecológicas especiales que podría cumplir mayor beneficio si se considera su utilidad desde el punto de vista de prestación de servicios ambientales en lugar de ser sometido a planes de aprovechamiento forestal.

3.5 Variables Cualitativas del levantamiento

La información cualitativa recolectada en el levantamiento forestal, es útil también para caracterizar el bosque, ya que a la postre, esta información permitirá tomar decisiones sobre su uso, y una de estas es la correlación de la calidad del fuste con los volúmenes existentes en el bosque.

Cuadro N° 11. Abundancia, Área basal y Volumen por calidad del fuste de los árboles existentes en el bosque de la Comunidad Los Sotos

Clase Diamétrica	N° de Árboles/ha		Área Basal (m ² /ha)		Volumen (m ³ /ha)		Totales/ha		
	1	2	1	2	1	2	N° arb	AB(m ²)	Vol(m ³)
35_40	0,15	0,10	0,02	0,01	0,08	0,05	0,25	0,03	0,13
40_45	2,90	1,32	0,42	0,19	1,74	0,71	4,22	0,61	2,45
45_50	1,55	0,63	0,28	0,11	1,22	0,42	2,18	0,39	1,63
50_60	3,22	1,30	0,75	0,30	3,23	1,12	4,52	1,05	4,35
60_70	1,57	0,60	0,49	0,19	2,30	0,70	2,17	0,68	2,99
70_80	0,58	0,17	0,25	0,07	1,01	0,23	0,75	0,31	1,25
>=80	0,37	0,05	0,23	0,04	1,04	0,15	0,42	0,26	1,20
Total	11,33	6,17	3,43	2,91	11,63	5,38	14,50	3,34	14,01

Estos resultados demuestran que el mayor porcentaje de los árboles del bosque corresponde a fustes de calidad 1, (tronco bien formado), pero significativamente el 42% de los árboles poseen tronco torcido y mal formado (Calidad 2), esto puede deberse a la influencia de los animales que ramonean brotes tiernos de ejemplares jóvenes deteriorando el crecimiento apical, como también al pisoteo del ganado

vacuno que pastorea extensivamente en estas formaciones boscosas. La calidad 1 en cuanto a volumen se trata, participa con 83% con respecto al total de existencias, esto significa si hipotéticamente se dejaría el 20% como margen de seguridad que se usa en manejo forestal, se aprovecharía el 9.3 m³/ha., del volumen maderable, valor que demuestra que no sería apto para aprovechar madera aserrada con sostenibilidad económica. Teóricamente, el mayor aporte de volumen maderable corresponde a la categoría diamétrica de 50 – 60 cm, sin embargo, esta categoría está aportada con especies de palo blanco y perilla que en su mayoría los fustes de diámetros mayores a 50 cm presentan podredumbre en el duramen a pesar de mostrar fustes limpios y rectos.

En cuanto, la posición de la copa que se refiere a la posición de los árboles respecto a su exposición a la luz solar. Este parámetro de medición sirve para determinar la estructura vertical del bosque y la posición que se encuentran las especies dentro del bosque, pudiéndose ser los árboles emergentes, dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos. Los árboles del bosque alto y medio presentan menor proporción de dominantes, donde el dosel superior es abierto de árboles aislados con presencia de codominantes pertenecientes a las categorías diamétricas intermedias. En cambio en el bosque bajo se observa un equilibrio del dosel superior, con árboles que alcanzan una altura homogénea de 8 a 10 metros de altura total.

3.6 Índice de Valor de Importancia

De acuerdo a los valores de Índice de valor de Importancia (IVI), se puede distinguir tres grupos de especies, donde el Cebil (*Anadenanthera colubrina* (Vell. Conc.) Benth.), Palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* Griseb.) y Lapacho (*Tabebuia ochracea*) representan el mayor peso ecológico, un segundo grupo de árboles representados por su importancia ecológica constituye la Perilla (*Phyllostillon rhamnoides*), estos árboles ocupan valores intermedios de IVI. El cuadro 10, muestra un tercer grupo de especies de menor peso ecológico debido a la poca abundancia de individuos por hectárea, pero no menos importantes desde el punto de vista de biodiversidad y de servicios ambientales del bosque, además de que representan un

valor muy útil como productos forestales no maderables como el Negrillo (*Nectandra* sp.) y la Mora (*Chlorophora tinctoria*), también se adscriben a esta categoría especies valiosas como Quina colorada (*Myroxylon peruiferum*), Quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) y Cedro (*Cedrela lilloi*), que por tener pocos ejemplares no aportan significativamente al peso ecológico en la comunidad forestal, aunque en otras épocas pudieron ocupar lugares expectantes en la estructura del bosque, esto demuestra una vez más que el IVI es un indicador ecológico del estado actual del bosque, que a la postre servirá para efectuar comparaciones de la dinámica del crecimiento de los árboles maderables.

Cuadro N° 12. Índice de Valor de Importancia para las especies forestales maderables

Especie	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
Cebil (<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell. Conc.) Benth.)	29,6	27,0	27,5	84,1
Palo blanco (<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.)	26,4	24,5	25,7	76,5
Lapacho (<i>Tabebuia ochracea</i>)	21,6	20,3	22,3	64,2
Perilla (<i>Phyllostillon rhamnoides</i>)	10,8	11,6	11,3	33,8
Quina colorada (<i>Myroxylon peruiferum</i>)	3,8	5,8	3,3	12,9
Quebracho colorado (<i>Schinopsis balansae</i>)	3,1	5,0	3,9	12,0
Cedro (<i>Cedrela lilloi</i>)	3,3	3,3	4,4	11,0
Negrillo (<i>Nectandra</i> sp.)	1,2	2,1	1,2	4,4
Mora (<i>Chlorophora tinctoria</i>)	0,2	0,4	0,4	1,0
Total	100,0	100,0	100,0	300,0

3.7 Percepción de los Pobladores sobre el Recurso Forestal

Durante el levantamiento forestal, en charlas y entrevistas con los pobladores del lugar de estudio, se pudo constatar que los recursos forestales están siendo sometidos a una degradación florística por la práctica de cortas selectivas en tierras que pudieran ser clasificadas como de protección forestal, por la Ley 1700. Aunque es evidente la sinergia que existe entre la vegetación natural del entorno con los pobladores rurales, pero el tema ambiental ocupa los últimos lugares en la priorización de sus necesidades a pesar de que reconocen el irrefutable deterioro de su medio ambiente.

Cuando se les pregunto ¿Cuáles son los problemas ambientales que más les afectan?, los pobladores de Los Sotos, dijeron la escasez de agua en tiempos de estiaje que

ponen en riesgo sus predios agrícolas, y sus animales por lo que exigen la implementación de estrategias de cosecha de agua, sin embargo, técnicamente no sería conveniente plantearse acciones aisladas como la perforación de pozos, sino que deben ser parte del Manejo Integral del ambiente considerando aspectos productivos y ambientales orientados a conservar y manejar sosteniblemente los recursos naturales de la zona, donde cada componente debe formar parte de medidas del manejo forestal.

La pregunta ¿Qué especies forestales corta mayoritariamente para su consumo?, se tuvo variadas respuestas pero asociadas al tipo de vegetación natural de su entorno natural, por ejemplo, prefieren el Cedro para construir puertas y ventanas de sus viviendas, además de muebles domésticos (mesas y sillas), también tienen preferencia por especies de madera dura para construir alambrados de deslinde de sus propiedades, el *urundel* es usado como postes para cercos, aunque identifican también otras especies en diversos usos. El aprovechamiento de los recursos forestales no está concentrado únicamente en los que producen madera, sino se pudo advertir en los recorridos de campo, que los recursos forestales para los pobladores rurales son parte del sistema productivo y el bosque sirve como fuente de forraje para la ganadería extensiva.

En la indagación sobre el estado de los recursos forestales, se preguntó también si algunos comunarios vendían madera, siendo la respuesta “ocasionalmente” y cuando se les preguntó ¿Quiénes compran la madera?, ninguno de los entrevistados identificaron a los comercializadores, esto hace suponer que son los propios campesinos que se dedican a esta actividad de corta de árboles valiosos, aunque algunos pobladores indicaron, que los camioneros que hacen servicio de transporte a la comunidad, sacan leña y madera que proviene de desmontes para expandir la frontera agrícola, en todo esto no hay control alguno de las autoridades competentes.

Para conocer la conservación de su medio ambiente, se consultó ¿Cuál es estado actual del monte, comparando diez años atrás?, la mayoría de los entrevistados dijeron que “el monte ha disminuido a la mitad”, y se les preguntó porque no hacen

plantaciones para remplazar el monte cortado, la respuesta fue “porque no hay asesoramiento técnico” ni apoyo en este aspecto por parte de las autoridades regionales.

CAPITULO IV Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- De acuerdo a la prueba de ajuste de Kolmogorov, los valores de significancia asintótica de abundancia, Área Basal y Volumen por hectárea indican probabilidades mayores a 0.05, esto quiere decir, que los datos provenientes del levantamiento forestal se distribuyen normalmente, por tanto pueden ser analizados a través de la estadística paramétrica.
- Mediante el modelo exponencial negativo de De Liocourt, se obtuvo un coeficiente de determinación de 0,816 entre las variables y una p de 0.0001; esto indica un arreglo de distribución de árboles por categorías diamétricas, relacionada con la estructura encontrada y la modelación a través de la ecuación $Y = 46,59 e^{-0.05X}$.
- Esta relación altamente significativa presenta una distribución diamétrica que se mueve desde los 40 cm. hasta 85 cm.; lo cual constituye una estructura compuesta por una diversidad de diámetros, y de acuerdo al modelo elegido, se clasifica como un bosque altamente irregular o heterogéneo en su forma horizontal, demostrando de esta manera su condición de bosques secundarios altamente intervenidos en la comunidad Los Sotos.
- Mediante el análisis estadístico de distribución por el volumen de los árboles en pie, se identificó tres tipos de bosque, donde el bosque medio y bajo ocupan el 90% del territorio, corroborando de esta manera la condición de bosque secundario intervenido, únicamente el 10% de la superficie es ocupado por bosque alto.
- El volumen de árboles para especies muy valiosas y valiosas, no muestra expectativa para el aprovechamiento forestal, teniendo una baja densidad las especies que crecen en condiciones ambientales especiales confinados en pequeños rodales como los cedros que no muestran abundancia como para ser sometidos al aprovechamiento, en cambio la otra especie como el quebracho

colorado aporta en toda el área de estudio apenas con 12 m³, distribuyéndose en forma dispersa en la zona transicional a la llanura chaqueña corroborando una vez más, la condición de bosque secundario.

- La calidad 1 en cuanto a volumen se trata, participa con 83% con respecto al total de existencias, esto significa si hipotéticamente se dejaría el 20% como margen de seguridad que se usa en manejo forestal, se aprovecharía el 9.3 m³/ha del volumen maderable, valor que demuestra que no sería apto para aprovechar madera aserrada con sostenibilidad económica.
- Según los valores de Índice de Valor de Importancia (IVI), se puede distinguir tres grupos de especies, donde el Cebil (*Anadenanthera colubrina* (Vell. Conc.) Benth.), Palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* Griseb.) y Lapacho (*Tabebuia ochracea*) representan el mayor peso ecológico, un segundo grupo de árboles está representado por la Perilla (*Phyllostillon rhamnoides*), que ocupan valores intermedios de IVI. El tercer grupo de especies tienen menor peso ecológico debido a la poca abundancia, pero no menos importantes desde el punto de vista de biodiversidad y de servicios ambientales del bosque.
- Los recursos forestales de la comunidad Los Sotos, están siendo sometidos a un deterioro ambiental y florística por la práctica de cortas selectivas y prácticas de desmonte para habilitar tierras de cultivo, aunque es evidente la sinergia que existe entre la vegetación natural del entorno con los pobladores, pero el tema ambiental ocupa los últimos lugares en la priorización de sus necesidades a pesar de que reconocen el irrefutable deterioro de su medio ambiente.
- La proyección del aprovechamiento forestal demuestra la insostenibilidad económica, donde los primeros años impactaría a la mayor existencia del producto maderable e iría disminuyendo considerablemente en los últimos años, por tanto queda demostrado que este bosque que podría cumplir mayor beneficio si se considera su utilidad desde el punto de vista ambiental..

4.2 Recomendaciones

- La ABT debe considerar algunas medidas preventivas para regular el aprovechamiento forestal, desmontes con fines agropecuarios con el fin de evitar la degradación florística del bosque y el deterioro de su medio ambiente.
- La implementación de plantaciones forestales con especies nativas en el área es de urgente necesidad.
- Con la finalidad de mejorar la composición del bosque de los Sotos, la ABT, debe priorizar en las autorizaciones de aprovechamiento la extracción de los árboles de calidad 2 (árboles que poseen tronco torcido, bifurcados y mal formado por que presentan un gen dominante para estos fenotipos)
- Realizar estudios que permitan la identificación de los hongos que atacan a las especies palo blanco y perilla ya que en su mayoría de los individuos que alcanzan categoría diamétrica de 50 – 60 cm, presentan podredumbre en el duramen a pesar de mostrar fustes limpios y rectos.
- Por el deterioro de su medio ambiente que presenta la comunidad Los Sotos, es necesario que se declare un veda temporal en las autorizaciones de desmontes y chequeos y solamente se autoricen planes de manejo forestal, prácticas de silvipasturas o monte mejorado para la actividad ganadera.