

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE  
BOSQUES

SISTEMATIZACION DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

**PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN LOS  
DIFERENTES TIPOS DE RALEOS EN LA REGION II LAS VERAPACES**

LUIS MARTIN FUENTES ARCHILA

CARNE: 21033-08

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014.

## INDICE GENERAL

I. RESUMEN .....	1
II. INTRODUCCIÓN .....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	3
IV. MARCO TEORICO .....	4
4.1 MARCO CONCEPTUAL.....	4
4.1.1 MANEJO FORESTAL .....	4
4.1.2 MANEJO FORESTAL EN PLANTACIONES .....	4
a. Plantación .....	4
b. Edad de rotación .....	5
c. Densidad Final .....	5
4.1.3 PARCELAS PERMANENTES DE MEDICION FORESTAL -PPMF-.....	5
a. Tipos de Parcelas.....	5
b. Tamaño y Forma de las Parcelas .....	6
4.1.4 SISTEMA MIRA-SILV® .....	6
4.1.5 DASONOMIA .....	7
a. Dasometría .....	7
b. Importancia y aplicación de la dasometría .....	8
4.1.6 MEDICION DE ATRIBUTOS DE ARBOLES Y PRODUCTOS .....	8
a. Altura (h).....	9
b. Diámetro .....	9
c. Área basal (AB).....	10
d. Edad de los árboles .....	11
e. Volumen.....	11
4.1.7 RALEOS .....	12
a. Objetivos principales y propósitos de un raleo .....	12

b. Tipos de Raleo.....	13
c. Intensidad de los raleos .....	15
4.1.8 PRODUCTOS MADERABLES.....	15
a. Trozas .....	15
b. Trocilla.....	15
c. Leña .....	15
d. Madera Escuadrada .....	15
4.1.9 OPERACIONES DE CORTA .....	15
a. Limpieza alrededor del Árbol.....	16
b. Apeo.....	16
c. Desramado .....	16
d. Troceo.....	16
e. Labrado.....	16
V. MARCO REFERENCIAL .....	17
5.1 ALTA VERAPAZ .....	17
a. Ubicación Geográfica, Política y Extensión Territorial.....	17
b. Fisiografía .....	17
c. Cuencas Hidrográficas .....	17
d. Clima.....	18
e. Zonas de Vida .....	18
f. Áreas Protegidas.....	18
5.1.1 COBÁN .....	19
a. Ubicación Geográfica y Extensión Territorial.....	19
b. Localidades.....	19
5.1.2 SAN PEDRO CARCHÁ .....	21
a. Ubicación Geográfica y Extensión Territorial.....	21
b. Condiciones Climatológicas y Temperatura .....	22
c. Hidrografía .....	23
d. Zonas de Vida .....	23

5.1.3 SAN CRISTOBAL.....	23
a. Ubicación Geográfica y Extensión Territorial.....	23
b. Condiciones Climatológicas y Temperatura .....	24
c. Hidrografía .....	25
VI. OBJETIVOS.....	26
6.1 GENERAL .....	26
6.2 ESPECIFICOS.....	26
VII. METODOLOGIA .....	27
7.1 AREA DE ESTUDIO.....	27
7.1.1 FASE I DE CAMPO: RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO .....	27
7.1.2 FASE II DE CAMPO: SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y DE LOS ARBOLES	29
a. Planificación y Coordinación de Actividades.....	29
b. Tamaño y Forma de las Parcelas .....	29
c. Estacas dentro de las Parcelas .....	29
d. Identificación y Marcaje de los Arboles dentro de las Parcelas .....	29
e. Medición de Variables Cuantitativas y Cualitativas de los Arboles.....	30
f. Información de los Arboles Apeados .....	32
g. Llenado de Formularios .....	35
h. Materiales y Equipo .....	36
VIII. RESULTADOS Y ANALISIS CRÍTICO .....	37
IX. CONCLUSIONES .....	42
X. RECOMENDACIONES.....	44
XI. BIBLIOGRAFIAS .....	45
XII. ANEXOS .....	48

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación Geográfica de las fincas donde se recopiló la información...	29
Cuadro 2. Códigos de forma y defectos del fuste.....	32
Cuadro 3. Código de estados fitosanitarios.....	33
Cuadro 4. Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de <i>pinus maximinoi</i> en el Municipio de San Cristóbal de A. V.....	39
Cuadro 5. Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de <i>pinus maximinoi</i> en el Municipio de San Pedro Carchá de A. V.....	40
Cuadro 6. Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de <i>pinus caribaea</i> en el Municipio de Cobán de A. V.....	40
Cuadro 7. Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de <i>swietenia macropylla</i> en la ecoregión Iachua del Municipio de Cobán de A. V.....	41
Cuadro 8. Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de <i>vochysia guatemalensis</i> en la ecoregión Iachua del Municipio de Cobán de A. V.....	41
Cuadro 9. Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de <i>calophyllum brasiliense</i> en la ecoregión Iachua del Municipio de Cobán de A. V.....	41

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreo.....	29
--	----

## INDICE DE FIGURAS ANEXOS

Figura 2. Boleta de Campo (Datos del árbol).....	48
Figura 3. Boleta de Campo (Información de árboles tumbados).....	49
Figura 4. Marcaje de los Arboles de la especie <i>calophyllum brasiliense</i> .....	50
Figura 5. Marcaje de los Arboles de la especie <i>vochysia guatemalensis</i> .....	50
Figura 6. Marcaje de los Arboles de la especie <i>Pinus maximinoi</i> en la finca municipal Tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.....	51
Figura 7. Apeo del árbol de la especie <i>calophyllum brasiliense</i> , por el técnico del Parque Nacional Laguna Lachua como parte del apoyo brindado a los comunitarios en la Ecoregion Lachua.....	51
Figura 8. Tumba de los árbol de la especie <i>vochysia guatemalensis</i> , en la Ecoregion Lachua.....	52
Figura 9. Troceo de árbol de la especie <i>calophyllum brasiliense</i> , por investigador en la ecoregion lachua.....	52
Figura 10. Troceo de árbol de la especie <i>pinus maximinoi</i> , por motosierrista contratado en la finca municipal tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.....	53
Figura 11. Toma de datos de las secciones obtenidas de cada árbol raleado de la especie <i>pinus caribaea</i> , por investigador en finca chajmacan de Cobán A. V.....	53
Figura 12. Toma de datos de las secciones obtenidas de cada árbol raleado de la especie <i>pinus maximinoi</i> , por investigador en la finca municipal tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.....	54
Figura 13. Proceso de transformación de las trozas a reglas de <i>pinus maximinoi</i> , por personal contratado en la finca pampacche de San Cristóbal A. V.....	54

Figura 14. Proceso de escuadrado y dimensionado de las reglas de <i>pinus maximinoi</i> , por personal contratado en la finca pampacche de San Cristóbal A. V.....	55
Figura 15. Proceso de escuadrado y dimensionado de las reglas de <i>pinus maximinoi</i> , por personal contratado en la finca mexabaj de San Cristóbal A. V....	55
Figura 16. Producto obtenido del raleo aplicado a la especie <i>pinus maximinoi</i> , en la finca municipal tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.....	56
Figura 17. Producto obtenido del raleo aplicado a la especie <i>pinus maximinoi</i> , en la finca mexabaj de San Cristóbal A. V.....	56
Figura 18. Transporte Interno hacia la bacadilla del producto obtenido del raleo aplicado a la especie <i>pinus maximinoi</i> , en la finca mexabaj de San Cristóbal A. V.....	57

## I. RESUMEN

La investigación fue impulsada por el Departamento de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Bosques –INAB-, y el Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala –CONESFORGUA- a través del proyecto “Sistema de Información Sobre la Productividad de los Bosques de Guatemala”. El estudio analizó las diferentes clases de productos ofertados extraídos de materia prima provenientes de cada uno de los raleos efectuados en cada una de las plantaciones forestales que se encuentran asignadas a la región II del país, constituida por los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y el Municipio de Ixcán ubicado en el departamento del El Quiché, el estudio se realizó específicamente en los municipios de Cobán, San Pedro Carchá y San Cristóbal todos del departamento de Alta Verapaz, con el propósito de obtener datos concretos de cada aprovechamiento forestal; que porcentajes de rendimiento se obtienen del volumen comercial con la finalidad de contar con nuevas alternativas de industrialización que permitan alcanzar un mercado justo para todos los ofertantes y contribuir a fomentar el manejo forestal en las plantaciones forestales.

De acuerdo a la metodología de MIRA-SILV® se establecieron parcelas temporales de 500 m<sup>2</sup> de forma rectangular de las especies *pinus maximinoi*, *pinus caribaea*, por el lado de las coníferas y de las especies latifoliadas las especies, *calophyllum brasiliense*, *swietenia macropylla* y *vochysia guatemalensis*, en edades de 7,8,9,12,14 y 15 años calculando el volumen de la madera en pie antes de realizar el raleo y al momento de realizar el mismo se cubicaron todos los arboles apeados que fueron seleccionados para obtener el volumen final en función a las diferentes clases de productos según los requerimientos del mercado, para lo cual se obtuvieron productos como, troza, trocilla, leña y madera escuadrada en diferentes dimensiones, del 100% del volumen obtenido en las especies de latifoliadas fue leña debido al poco mercado con el que cuentan estas especies.



## II. INTRODUCCIÓN

Uno de los vacíos más grandes en la investigación forestal en Guatemala es la falta de información de crecimiento y rendimiento de plantaciones con fines de producción de madera para aserrío; el mayor esfuerzo se ha concentrado en el establecimiento de plantaciones, a través de los programas de incentivos forestales, pero se ha descuidado el manejo forestal, es frecuente encontrar plantaciones con diferentes especies, con espaciamientos no apropiados para los productos deseados y aun más común ver plantaciones sin manejo especialmente podas y raleos y en otros casos no se ha realizado en la forma ni en el momento oportuno ni mucho menos con la intensidad apropiada.

La planificación y aplicación del manejo forestal se ve limitada por la escasez de información técnica que sustente el conocimiento sistemático de la dinámica de crecimiento y productividad de las plantaciones forestales; por ello se pretende generar una herramienta con información concreta de los productos obtenidos y en qué cantidad para establecer la oferta de los mismos y por consiguiente que permita obtener resultados que mejoren la productividad y fortalezcan el sector forestal del país; ya que la poca tecnificación de las actividades y los procesos relacionados al aprovechamiento forestal repercuten directamente en las ganancias finales de dicho proceso productivo y de ser manejados de mejor manera estos costos disminuirían directamente y por ende el rendimiento pudiera ser más alto y beneficioso para las personas que participan activamente en dicha actividad.

### III. JUSTIFICACIÓN

Ante la continua amenaza bajo la cual se encuentran los bosques de Guatemala, el manejo forestal adecuado constituye la mejor alternativa de conservación y utilización sostenible de los recursos forestales en la región de las verapaces, tanto en los bosques naturales como en plantaciones, el aprovechamiento de productos maderables refleja deficiencia de carácter económico, la ausencia de información sobre rendimientos y costos de las actividades bajo un sustento técnico no permite valorar adecuadamente la rentabilidad de las actividades silviculturales.

Por esa razón se realizó la presente investigación con el objetivo de generar información de los productos que se extraen en función al volumen comercial en los diferentes raleos y así contar con una herramienta que nos indique las clases de productos ofertantes que se puedan extraer en cada una de las intervenciones silviculturales realizadas en las plantaciones forestal y con ello contribuir al desarrollo forestal de las verapaces.

La región II es una de las áreas prioritarias en la recuperación de la cobertura forestal a nivel nacional, por esta razón se determinó realizar el estudio en estas áreas ya que no se cuenta con suficiente información de las especies establecidas en la región y la información recabada servirá de base para establecer alternativas viables para todos los involucrados, principalmente para los propietarios de las plantaciones forestales que se encuentran sujetas a estudio en la investigación.

## **IV. MARCO TEORICO**

### **4.1 MARCO CONCEPTUAL**

#### **4.1.1 MANEJO FORESTAL**

El manejo forestal se define como el aprovechamiento sostenible de los productos deseados y de los servicios ambientales que provee el bosque, sin reducir sus valores inherentes ni su productividad futura. En términos simples, el manejo forestal se puede definir, como la planificación y ejecución del aprovechamiento, recuperación y protección del bosque (Robles, 2007).

#### **4.1.2 MANEJO FORESTAL EN PLANTACIONES**

Se refiere al conjunto de técnicas y prácticas silviculturales, que permiten mayor rendimiento y mejor calidad de los productos de una plantación forestal. Especialmente se refiere a las prácticas de deshije, poda y raleo. Debido a un buen manejo se obtendrán árboles de mayor grosor y el producto final será de buena calidad (CATIE, 2003).

##### **a. Plantación**

Según FAO citado por Gutiérrez (2008), las plantaciones forestales se definen como rodales establecidos mediante plantación y/o siembra en el proceso de forestación o reforestación.

Es el establecimiento de un bosque mediante plantas que previamente han sido cuidadas en vivero (Galindo et al., citado por Gutiérrez 2008). De acuerdo con la Ley Forestal (1996), es una masa arbórea; son bosques establecidos por siembra directa o indirecta de especies forestales, estos pueden ser voluntarios u obligatorios.

### **b. Edad de rotación**

Se define como el tiempo que transcurre entre el establecimiento de la regeneración natural o la plantación, hasta el aprovechamiento de corta final (Robles, 2007); este corresponde a la edad de corte de los árboles es decir el tiempo que les tome en alcanzar su madurez.

### **c. Densidad Final**

Corresponde al número de árboles por hectárea que el silvicultor desea tener al final de la edad de rotación, en estos árboles se espera que se haya concentrado el potencial de producción del sitio. El problema radica en determinar con la mayor precisión, cuál debería ser la mayor densidad final para cada especie y calidad de sitio. (Robles, 2007).

### **4.1.3 PARCELAS PERMANENTES DE MEDICION FORESTAL -PPMF-**

Ugalde, en 1998, describe a las parcelas de medición como la herramienta más eficaz y eficiente para conocer y evaluar el crecimiento y rendimiento de los árboles individuales y de los rodales proporcionando información valiosa para establecer estrategias de manejo, para desarrollar modelos de crecimiento, elaborar tablas de rendimiento en volumen y área basal.

“Es la unidad mínima de muestreo, cuyo tamaño varía con respecto a los objetivos para los cuales es establecida; tiene como objetivo principal permitir mediciones periódicas y seguimiento del crecimiento, y desarrollo de los árboles que quedan dentro de la parcela por un periodo de años que dependerá de la edad de rotación de la especie, producto y calidad de sitio” (INAB, 2010).

### **a. Tipos de Parcelas**

Según Ugalde, (2003) existen dos tipos de parcelas, las temporales y las permanentes; como su nombre lo indica, las temporales se miden normalmente una sola vez, aunque si se reubican podrían tener mediciones adicionales de manera que una parcela temporal puede eventualmente convertirse en una parcela permanente; las parcelas permanentes desde su establecimiento tienen como objetivo principal permitir mediciones de crecimiento por un periodo largo de

años y si estas se hacen de un tamaño adecuado podrían servir para el seguimiento y evaluar el crecimiento de los arboles hasta el final del turno de corta.

#### **b. Tamaño y Forma de las Parcelas**

El tamaño de las parcelas esta definido en función al numero de arboles o en base a una superficie de área en metros cuadrados o en metros lineales en el caso de cercas vivas, arboles en líneas o en linderos, varia dependiendo de los objetivos de la investigación, del producto final y de las variables a medir; la forma de las parcelas puede ser variada, en el caso de un inventario de diagnostico en una plantación comercial a veces se utilizan parcelas temporales circulares, sin embargo en el caso de parcelas permanentes en plantaciones con espaciamientos regulares, es mas común utilizar parcelas rectangulares o cuadradas; facilitando la ubicación, la demarcación permanente y el sentido de medición de los arboles en mediciones consecutivas a largo plazo (Ugalde, 2000).

Para Guatemala Salazar en el 2008, determino que el tamaño apropiado de las parcelas, varia dependiendo de los objetivos de la investigación del producto final y de las variables a medir, en las plantaciones forestales beneficiarias del PINFOR serán establecidas parcelas permanentes de 500m<sup>2</sup> de forma rectangular con dimensiones de 20 x 25 metros, sin embargo recomienda que cuando la plantación haya sobrepasado los quince años de edad o tenga por lo menos 2 intervenciones aplicadas (raleos), el área de las parcelas sea incrementada a 1,000 m<sup>2</sup>, para mantener una densidad adecuada dentro de la parcela.

#### **4.1.4 SISTEMA MIRA-SILV®**

El MIRA-SILV® consta de una metodología de campo que se basa en el establecimiento de PPMF y un software para el procesamiento y análisis de la información recabada, preparando informes de los resultados de evaluación; este sistema tiene como objetivo principal, apoyar a la investigación forestal en relación al seguimiento del crecimiento de los arboles en programas de reforestación y en

diferentes sistemas de producción forestal, agroforestal y silvopastoril (Ugalde, 2000).

#### **4.1.5 DASONOMIA**

Es el conjunto de disciplinas que estudian los bosques respecto a su formación, manejo, reproducción y aprovechamiento buscando la máxima renta del capital forestal en calidad y cantidad a perpetuidad (CATIE, 2003).

##### **a. Dasometría**

Según Trillas (1982), la dasometría es una rama de la Dasonomía que se encarga de la medición de los árboles, de la determinación del volumen de los bosques y de los crecimientos de los árboles y bosques.

Etimológicamente es la medición del bosque, entendido este como el conjunto de árboles que se desarrollan en un espacio común. (Ferreira, 1995; citado por Tager C., 2002). Es la parte de la dasonomía o ciencia forestal, que se encarga de la medición de los bosques en general (dasos = bosque; metrón = medida).

Según Robles (2007) Para facilitar las mediciones de los bosques, es necesario medir sus partes estructurales. La medición de las dimensiones de los árboles, a su vez, debe considerar a cada dimensión por separado para, finalmente, conocer el volumen de la madera que cada árbol contiene. Por otra parte, no siempre es el volumen la dimensión de interés, sino que pueden serlo otras como la altura total, alguna altura parcial, el área basal.

Podemos definir 3 grandes objetivos particulares, coincidentes con cada una de las partes de que consta la dasometría:

- ♦ **La Dendrometría:** trata de la medición de las dimensiones del árbol, del estudio de su forma y, en último término, de la determinación de su volumen.

- ♦ **La Estereometría:** se ocupa de las cuestiones relacionadas con la estimación métrica y cubicación de la masa forestal, entendida como conjunto de árboles que conviven en un espacio común.
- ♦ **La Epidometría:** es la parte de la dasometría que se encarga de la medición del crecimiento e incremento de árboles individuales y poblaciones forestales.

La Dasometría está considerada actualmente una de las bases fundamentales de la silvicultura y de la economía forestal.

En la investigación forestal se emplea dasometría para juzgar el desarrollo de árboles o de especies bajo distintas condiciones. Por ejemplo, se puede comparar el crecimiento y la forma de especies que están creciendo en distintas calidades de sitio. También se puede determinar la influencia de raleos sobre el crecimiento y la forma de los árboles (Trillas, 1982).

#### **b. Importancia y aplicación de la dasometría**

La medición forestal constituye un aspecto fundamental de la ciencia forestal. Para iniciar el manejo del bosque en forma racional y técnica se requiere en primer lugar conocerlo mediante la medición de una serie de características o parámetros. Ejemplo de algunas mediciones forestales son: Volumen de madera, número de árboles, área basal, altura, diámetro, edad, crecimiento. (Ferreira, 1995; citado por Tager C., 2002).

#### **4.1.6 MEDICION DE ATRIBUTOS DE ARBOLES Y PRODUCTOS**

Para poder calcular el volumen de madera de árboles y de masas forestales, se debe medir la altura y el diámetro de los árboles. Mediante estas medidas se puede determinar el área basal y el volumen. La edad de los árboles y su crecimiento son otros factores que se determinan a través de mediciones. Las mediciones se pueden efectuar en árboles talados o en árboles en pie (Trillas, 1982).

### a. **Altura (h)**

La altura de los árboles puede reflejar la capacidad productiva de un terreno; así como también es un instrumento indispensable con fines de manejo y silvicultura de los bosque y plantaciones (INAB, 1999). De acuerdo a Trillas (1982) es la distancia vertical entre el suelo y la yema terminal del árbol.

La altura de árboles en pie se puede medir en forma directa o indirecta.

- ♣ Medición directa mediante varas graduadas.
- ♣ Medición indirecta mediante altímetros.

La longitud de árboles talados se mide con cinta métrica y la Altura con Hipsómetro y es expresada en metros (m).

Según el INAB (1999) se pueden distinguir las siguientes alturas.

- ♣ **Altura total:** es la altura que mide un árbol desde el suelo al ápice de la copa. Sirve para estimar el volumen total, el crecimiento de un árbol, el índice de sitio, altura dominante, etc.
- ♣ **Altura comercial.** Es la distancia vertical entre el suelo y la última parte comerciable del fuste, es decir desde la base del árbol hasta un diámetro superior mínimo de aprovechamiento.
- ♣ **Altura del fuste:** es la altura que va desde la base del fuste hasta la base de la copa. Se usa generalmente en latifoliadas para estimar el volumen utilizable.
- ♣ **Altura de la copa:** diferencia entre la altura total y la altura del fuste. Medida útil en la determinación de la altura de poda.

### b. **Diámetro**

La medición del diámetro de árboles en pie se debe medir a una altura de 1.30 m por encima del nivel del suelo. Este diámetro se llama diámetro a la altura del pecho (DAP) y es expresado en centímetros (cm), (INAB, 1999).

El diámetro se mide mediante:

- ✓ **Forcípula:** Instrumento de metal o madera que consta de una regla graduada (A) y dos brazos perpendiculares a esta, uno fijo (B) y otro móvil (C), que se



desplaza a lo largo de la regla, leyéndose directamente en la regla el diámetro, dicha medida se realiza generalmente a 1.30 m de altura desde el nivel del suelo (Valdéz, 2011).

La forcípula es un instrumento muy sencillo de utilizar, debiéndose tener cuidado en evitar errores debidos a la mala posición de los brazos, a la inclinación del instrumento al realizar la toma de medidas. La capacidad de medición de las forcípulas viene dada por su longitud que oscila generalmente entre 40 y 130 cm, y la división mínima puede ser en cm o mm. (INAB, 2001).

- ✓ **Cinta diamétrica:** Cinta graduada de tal manera que el diámetro puede leerse directamente cuando se coloca alrededor del árbol (INAB, 2001).

Cuando el árbol se bifurca debajo de 1.30 m, se debe medir el diámetro en ambos y cuando está situado en una pendiente, se debe medir el diámetro desde la parte superior de la pendiente.

Existen árboles que presentan costillas basales por encima de una altura de 1.30 metros. En este caso, se deberá medir el diámetro 30 cm arriba del punto donde terminan las costillas (INAB, 2001).

### c. **Área basal (AB)**

El área basimétrica o basal es el área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura del pecho (DAP), es decir a 1.30 m y es expresado en m<sup>2</sup>/ha (Valdéz, 2011).

Se obtiene a partir de la fórmula del área del círculo, expresada como:

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

**AB** = Área Basal

**π** = 3.1416

**d<sup>2</sup>** = Diámetro al cuadrado

El área basal por hectárea varía según: la especie, el tipo de madera y la edad del árbol. En un rodal de árboles jóvenes naturalmente el área basal es menor, pero aumenta rápidamente conforme van creciendo hasta que llega a un máximo. Este máximo se alcanza a algunas edades y otras dependiendo de la especie, por eso es una medida más estable en bosques maduros que en bosques jóvenes. El área basal de un rodal es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles del rodal, este valor es un indicador para la densidad del rodal.

#### **d. Edad de los árboles**

Según Trillas (1982) la edad de los árboles constituye la base para calcular el incremento en madera por año de los bosques. Un método seguro para determinar la edad de los árboles es mediante los registros. Los registros contienen las fechas de establecimiento de las plantaciones.

En especies de árboles con periodo de reposo anual, se puede determinar la edad contando anillos. De árboles en pie, se pueden extraer virutas con un Taladro de Incremento Pressler, el número de anillos disminuye en relación con la altura. Por lo tanto, las virutas se deben extraer siempre a 1.30 m de altura del árbol.

#### **e. Volumen**

Las mediciones de volumen se pueden determinar en árboles talados o en pie y están basadas en medidas del árbol, tales como diámetro, altura, área basal, espesor de corteza, factor de forma y relaciones volumétricas (Lanly, 1974; citado por De León, 2004).

##### **♦ Mediciones de Árboles en Pie:**

- ✓ Diámetro
- ✓ Altura
- ✓ Factor de Corteza
- ✓ Factor de Forma

#### ♦ **Mediciones de Árboles Tumbados.**

- ✓ Longitud
- ✓ Diámetro
- ✓ Madera Apilada
- ✓ Volumen en Masas Forestales

Según Lanly, 1974; citado por De León, 2004, el producto forestal maderable va en función de los volúmenes siguientes:

#### ♦ **Volumen Total**

Es el volumen correspondiente al fuste principal de un árbol, para los árboles de forma escurrente hasta la punta.

#### ♦ **Volumen comercial**

Es el volumen neto potencialmente útil de madera en rollo, es igual a la suma de los volúmenes de trozas mas otros volúmenes aprovechables.

#### ♦ **Volumen Estéreo**

Según Cailliez (1980), es el volumen ocupado por piezas de madera apiladas en un metro cúbico.

### **4.1.7 RALEOS**

Se denominan raleos o aclareos a los cortes realizados en un rodal en algún momento entre su establecimiento y cosecha final, en los cuales los árboles eliminados son de la misma especie que los árboles favorecidos (Winter, 1977; citado por Gutiérrez, 2008).

#### **a. Objetivos principales y propósitos de un raleo**

##### ♦ **Biológicos**

- ✓ Reducir el número de árboles en un rodal para que los árboles seleccionados para su permanencia en el rodal, tengan más espacio para desarrollar su copa

y raíces, asegurando un aumento de sus dimensiones que alcance el tamaño del producto que se desea.

- ✓ Remover los árboles muertos, que están muriendo, suprimido, infestados y cualquier otro que sea un foco de infección o posible daño a los árboles sanos remanentes.
- ✓ Remover árboles de forma pobre (sinuosos, torcidos, bifurcados, cola de zorro, etc.) de tal forma que el incremento futuro se concentre solo en los mejores árboles.
- ✓ Favorecer a los árboles más vigorosos, con buena forma, que se cosecharán al final del turno; reduciendo la rotación, si la misma se basa en un cierto diámetro límite.

#### ◆ **Económicos**

- ✓ Proveer un retorno financiero intermedio de la venta del producto del raleo.
- ✓ Aumenta la producción comercial, al concentrar el crecimiento del volumen en pocos pero mejores árboles.
- ✓ Rodales raleados tienen una producción más valiosa.
- ✓ Ingreso rápido para el propietario.
- ✓ Reduce el costo de los subsecuentes tratamientos, al aumentar el diámetro residual.

#### **b. Tipos de Raleo**

Según Daniel et al (1982); citado por Gutiérrez (2008), existen cinco métodos clásicos de hacer un raleo: bajo, alto (copas), de selección, mecánico y libre. Este último es el método de mayor aplicación en nuestro medio y el que conlleva a mayor cuidado por parte de las personas encargadas de aplicarlo, ya que los árboles se cortan sin apegarse a ningún esquema, considerando la opinión del

técnico sobre cómo debe desarrollarse el rodal, tomando en cuenta criterios como: clase de copa, vigor, espaciamiento, ramificación, forma, sanidad, entre otros.

- ♣ **Raleo por lo bajo:** En el caso del raleo bajo, el objetivo fundamental es la liberación de los árboles dominantes y codominantes al eliminar las clases inferiores de copas. En raleos intensivos se puede cortar también parte o la totalidad de los árboles codominantes.
- ♣ **Raleo por lo alto:** El objetivo del raleo alto es liberar a los árboles útiles que están en posición dominante y codominante, para favorecer el crecimiento de la clase de árboles intermedios y de árboles oprimidos vigorosos. Se efectúa sobre todo en la clase de árboles codominantes.
- ♣ **Raleo selectivo:** Se eliminan todos los árboles que pertenecen a la clase dominante de copas, de modo que se liberan los árboles que pertenecen a las clases codominantes e intermedios, las que se convertirán en los futuros árboles comerciales.
- ♣ **Raleo mecánico:** En el raleo mecánico no se toma en cuenta la clase de copa, la calidad o el carácter general de los árboles. Los árboles se cortan en hileras o por áreas establecidas. El raleo mecánico puede ser selectivo o no selectivo. En el raleo selectivo se dejan algunos de los mejores árboles en las hileras o áreas a ser aclareadas. En el raleo no selectivo se cortan todos los árboles en las hileras o áreas. El raleo mecánico se emplea sobre todo en rodales jóvenes y uniformes, frecuentemente es utilizado para eliminar árboles que todavía no son comerciales.
- ♣ **Raleo libre:** En el raleo libre como su nombre lo indica, los árboles se talan sin apegarse a ninguno de los métodos mencionados. Los árboles individuales se eliminan de acuerdo a la opinión del técnico en cuanto a qué es lo mejor para el desarrollo del rodal. Los criterios utilizados para la selección de árboles, tanto de los que se talarán como de aquellos destinados a la producción

comercial, incluyen la clase de la copa, vigor, espaciamiento, la forma y las características de la ramificación.

### **c. Intensidad de los raleos**

Según Robles 2007, es el número de árboles o el área basal a extraer expresado en porcentaje, está determinado principalmente por el volumen para la corta final, que a su vez está relacionado con la calidad de sitio. Toda área según la clase de edad de los árboles, tiene una capacidad máxima que puede soportar; de tal forma que cada árbol aproveche de manera óptima el espacio radicular y aéreo para su crecimiento. Un número mayor, reduciría el rendimiento por árbol y un número sub-utilizaría el sitio.

## **4.1.8 PRODUCTOS MADERABLES**

Entre los productos más importantes de la corta y extracción se tienen los siguientes:

### **a. Trozas**

Sección de un árbol apeado, perteneciente al fuste o tronco siendo el producto más importante de los bosques, con largos no mayores a cinco metros.

### **b. Trocilla**

Pieza de madera rolliza con dimensiones que van de 10 a 20 cm de diámetro y de 1 a 2 m de largo.

### **c. Leña**

Producto forestal procesado manualmente, rajada o rolliza que se utiliza como combustible con dimensiones comerciales de 2.5 a 10 cm sin importar el tamaño.

### **d. Madera Escuadrada**

Volumen de madera que resulta después del procesamiento de la troza y trocilla.

## **4.1.9 OPERACIONES DE CORTA**

Son operaciones de corta cuyos costos por unidad de volumen son independientes de la distancia de transporte, etc.

### **a. Limpieza alrededor del Árbol**

Actividad previa al apeo que consiste en eliminar la vegetación que rodea al árbol para realizar el corte o derribo de manera más segura y efectiva.

### **b. Apeo**

El apeo consiste esencialmente en el derribo del árbol, los factores fundamentales que se debe tener en cuenta para elegir un determinado método de apeo es, pendiente de terreno, volumen/ha, diámetro del fuste y mano de obra.

El apeo manual (hacha, sierra de arco) es recomendable en plantaciones de bajo volumen por hectárea y diámetros pequeños, el empleo de motosierras esta condicionado a alto volumen/ha, diámetros grandes y habilidad de los operarios, las motosierras están diseñadas para tumbar arboles siguiendo las normas apropiadas para hacerlo con herramientas manuales o sea empleando dos corte, uno de dirección y el otro de caída.

### **c. Desramado**

Operación que consiste en cortar las ramas de los arboles apeados.

### **d. Troceo**

Consiste en aserrar el fuste del árbol en cortes transversales, las dimensiones de las secciones o troncos dependen del objetivo del aprovechamiento y de los requerimientos del mercado.

### **e. Labrado**

Consiste en escuadrar a mano una o mas caras de una troza rolliza, actividad que generalmente se realiza con hacha y la ejecución de la misma depende de los requerimientos de mercado, ahorro de costos y eficiencia en aserraderos y en alguna manera se induce el flujo de nutrientes y materia orgánica al suelo.

### **f. Arrastre**

Se define como arrastre a la actividad de desplazar la madera (fuste, troza, tabla) desde el tocón hacia los patios de acopio, caminos o ríos, desde donde es transportado al centro de la transformación.

## V. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 ALTA VERAPAZ

#### a. Ubicación Geográfica, Política y Extensión Territorial

El departamento de Alta Verapaz se encuentra localizado al norte de Guatemala a 200 kms de distancia, ubicado geográficamente en la latitud  $15^{\circ} 29'00''$  y longitud  $90^{\circ} 19'35''$ , quien posee una extensión territorial de  $8,686 \text{ km}^2$  a una altura de 1,317, limita al norte con Peten al este con Izabal al sur con Zacapa, el Progreso y Baja Verapaz; y al oeste con el Quiche, su cabecera es Cobán, Alta Verapaz se divide en los municipios de Cobán, San Pedro Carcha, San Juan Chamelco, San Cristóbal Verapaz, Tactic, Tamahú, Tucuru, Panzos, Senahu, Cahabón, Lanquin, Chahal, Fray Bartolomé de las Casas, Chisec, Santa Cruz Verapaz, Santa Catalina La Tinta y Raxruhá; siendo uno de los departamentos mas ricos en naturaleza de Guatemala destacan entre sus maravillas las piscinas naturales de Semuc Champey y el rio de Cahabón, las cuevas de candelaria, el Rey Marcos, Lanquin y sus bosques húmedos (SEGEPLAN, 2003).

#### b. Fisiografía

El 75.6 por ciento del territorio regional esta situado dentro de la región fisiográfica que corresponde a las Tierras Altas Sedimentarias, cuya geoforma ha sido originada por fallas y procesos erosivos, sus características son afloramientos que están constituidos por calizas cretácicas que presentan extensos fenómenos de karstificación en afloramiento menor se encuentran calizas pérmicas, rocas sedimentarias clásticas y rocas magmaticas. El 18.58 por ciento del territorio regional se ubica en las Tierras Altas Cristalinas.

#### c. Cuencas Hidrográficas

El departamento cuenta con siete cuencas hidrográficas , siendo estas las de los ríos Cahabón, La Pasión, Moho, Motagua, Polochic, Salinas (Chixoy o Negro) y Sarstún, siendo sus vertientes el Mar Caribe y el Golfo de México, la cuenca de mayor extensiones es la del rio salinas, misma que abarca el 35.88 por ciento del área regional, sin embargo las cuencas de mayor contaminación, principalmente



por aguas servidas y desechos sólidos son las de los ríos Cahabón, Chixoy o Negro y Polochic que abarcan el 70 por ciento del área total de la región. Dentro de la cuenca del río Salinas se ubica el embalse de Chixoy donde se encuentra localizada la hidroeléctrica que genera la mayor cantidad de energía eléctrica en el país.

#### **d. Clima**

El departamento de Alta Verapaz presenta temperaturas anuales cuyos promedios oscilan entre 17°C y 21°C, una precipitación promedio anual superior a los 2,000 mm y una humedad relativa promedio del 88 por ciento. De acuerdo con Thornthwaite el clima se define como semicálido muy húmedo sin estación seca definida.

#### **e. Zonas de Vida**

En el departamento se identifican 5 zonas de vida, bosque muy húmedo subtropical cálido,-bmh-S(c)-, bosque húmedo subtropical templado,-bh-S(t)-, bosque muy húmedo subtropical frío,-bmh-S(f)-, bosque pluvial subtropical,-bp-s-, y bosque pluvial,-bp-MB (De la Cruz, 1982).

#### **f. Áreas Protegidas**

La región II cuenta con 20 áreas protegidas entre nacionales y privadas, para el departamento de Alta Verapaz se declararon como áreas de protección 11 las cuales se encuentran legalmente inscritas, Laguna Lachuá, localizada al Noroeste del municipio de Cobán, Sierra de Las Minas que se localiza en parte de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Izabal y Zacapa; La sierra Chinajá localizada al norte del departamento de Alta Verapaz, Monumento Natural Semuc-Champey y grutas de Lanquín, ubicado en el municipio de Lanquín; Laguna Chic-Choc, localizada en el municipio de San Cristóbal Verapaz, Parque Nacional Las Victorias, San José La Colonia en Cobán; Catajil o Sacatajil, Kanti Shul, Cajo Pec, Entre Ríos, Cuchilla del Nogal, Chelemha, Chicacnáb, localizadas entre los municipios de Senahú y Tamahú Alta Verapaz.

## 5.1.1 COBÁN

### a. Ubicación Geográfica y Extensión Territorial

La ciudad de Cobán esta ubicada a 212 km de la ciudad de Guatemala, limita al norte con el departamento de Petén, al sur con los municipios de San Cristóbal Verapaz, Santa Cruz Verapaz, Tactic y Tamahú; al este con los municipios de Chisec, San Pedro Carchá y San Juan Chamelco, y al oeste con el departamento del Quiché.

Se ubica en la altitud 15° 28' 07" y longitud 90° 22' 36", cuenta con una extensión territorial de 2,132 km<sup>2</sup>, su altura es de 1316 msnm, el monumento de elevación se encuentra en la cabecera departamental, debido a que su terreno es kárstico en su mayoría, su topografía es variada con montañas y simas o siguanes que sobrepasan los 1,000 m de elevación y los 100 m de profundidad respectivamente; las tierras bajas descienden hasta unos 300 msnm en el área norte cercana al departamento de Petén.

La ciudad fue fundada por frailes dominicos en 1543, años después fue declarada Ciudad Imperial por Carlos V, la población aproximada de Cobán es de 241,568 personas estimación 2013 INE, el municipio de Cobán se encuentra localizado en la parte central del país que es una región en la que crece café estrictamente duro y es el mayor productor y exportador de cardamomo del mundo.

Está ubicado en medio de la plataforma kárstica central (calizas) convirtiendo esta ciudad en la meca de las grutas y cavernas las cuales están siendo exploradas desde hace varios años por espeleólogos guatemaltecos como Orión Asturias, el clima cambia en relación con la elevación y sinuosidades del terreno.

### b. Localidades

◆ Urbana

✓ Lotes

Carlos Quinto

✓ **Colonias y Barrios**

Barrio Santo Domingo de Guzmán, Barrio Cantón Las Casas, Colonia Los Jazmines, Municipal Sachamach, La Esperanza, El Esfuerzo I y II, Colonia 30 De Junio, Residenciales Cacic, Residenciales Imperial, Lodetano, Colonia El Maestro, Monja Blanca, Barrio San Marcos, Barrio San Vicente, Colonia El Arco, San Juan Acala, Barrio el Recreo, Barrio Chiu, El Arco, Gualom, Yalguó, Saclaq, Colonia Chichochoch, Barrio La Libertad, Barrio Santo Tomás, Barrio Chimáx, Barrio San Jorge, Colonia W, Petet Chixic, Chivencorral.

◆ **Rural**

✓ **Aldeas**

Aldea Coxopur, San Pablo, Siguanha, Chirrepoc, Sarramilcho, Setuj, Las Promesas, Canxam, Santa Marta Chibentzul, Talpetate, Las Pimientas, China Ichab, Rochatzac, La Ceiba Copala, Nimlajacoc, Gancho Caoba Li, Santa Cruz Nacimiento, Trece Aguas o Oxlajuja, Sesajal Las Pacayas, Las Conchas, Cubilhuitz, Chitocan, Chitoc, Sonte, Sayaxut I, Ostua, Inupal, Sacranix, Tontem, Chicuxab, Sarraxoch, Chionon, Xucaneb, Satex, San Rafael Caquija, Sibicte, Chinaticarib, Collon Balan, Chitu, Yalicar, Chinaboquil, Nuevo Aquil, Ichab, Satis, Canija Li, Chicoj, Samac, Santa Lucia Lachua.

✓ **Caseríos**

Sejux, Tutzul Ocula, Chaj Lab Rio Mojarras, Chicoj Raxquix, Setal, San José Sakala, Sacrabinja, La Cumbre Chi Koy, La Cumbre Sepacay, Sesabaj, Chitzujay, Caquiepec Satex, Perquir Chivaxaj, Nueva Las Pacayas, Tiranche, Cruz De Madera Chimucay, Sayaxut Iii, Aquil Chinasayub, Santo Domingo Chajcolix, Sactate, Delicias Dolores, Israel, Samox Pilapec, Las Rocas, Caquiepec, Chinaha Zapotillo, Santo Domingo Las Cuevas, Rocja Huchil, Cerro Alto Monte Cristo, Comunidad Isla Las Tortugas, Comunidad El Triunfo Nueve Cerros, Santa Maria, Comunidad Las Brisas, Comunidad Pie Del Cerro, Comunidad Las Promesas Nueve Cerros, Comunidad Nuevo León, San Marcos, San Luis Palo Grande O San Luis Vista Hermosa, Comunidad El Zapotal I, San Benito, San José Icbolay, El Progreso, Las

Machacas Del Zapotal li, Comunidad Tzetoc, San Luis Chiquito, Saholom, Castano, Salacuin, Rotja Pomtila, Comunidad Faisan La Laguna li, Comunidad El Faisan I, Rubeljum, Semuy li, El Patate, Santa Valeria, Comunidad San Lorenzo li, San Pedro Canan, El Baldio Rocja Puribal, Santa Marta Pasacul, Chaquirocha Setana, Comunidad Sactela

Comunidad Las Mercedes, Raxmox, Concepción Rohatzin, Secac Cuxcala, Cushpemech, Sacocpur, Ucula, Corozal, Yaxcabnal, Comunidad Setania li, Aldea Saquipic, Monte Olivo, Secuachil, Canguinic, Cacahuila, Sensajab I, Salaguna Grande, Santa Elena Samansana, Dolores, Setania li, Canilla, Pilapec O Chajla, Yalchacti, El Salvador Chitzol, Balbatzul, Rio Mojarra Campamac, Comunidad Sumila, Bensul Conop, Setana, Secaballoche, Yalsec Zapur, Cerro Lindo, Chimoté, Oculá, Ocula O La Unión Chucuta, Pequixul, Santo Tomas Parahub, Champoc I, Tulche, Chilatz, Comunidad Sacanaix, Champoc Iii, El Rosario, Chiong, Sacuachil I, Chicantzun, Petet Chixic, Chibencorral, San Vicente, Chichut, Chirremesche, Chirretzaj, Chaquibeja, Chiajtzoxul, Chichaic, Comunidad Chibulbut, Chinimlajon, Carola, Chirraxquen, Sacanaix, Chacalte-Chichen, Chajche, Mestela, Nuevo Porvenir, Sibuanha Sacanchaj, Yalgua, Sesajal, Nueva Esperanza, Lomas Del Norte, Rinconcito Del Norte, Las Cruces, Comunidad La Palma, Semococh, El Tamarindo, Sesajab 2, Secaballoche Ostua, Unión Buena Vista, El Peyan, Las Tortugas, Tierra Blanca Chixoy, El Carmen Senuja, Nuevo Amanecer El Plan, Baldio Pasacuc, Comunidad San Francisco La Ceiba, Ixloc San Pedrito, Comunidad Semuitequen li, Xalanche, Gancho Cahoba, Cerro Alto, Benconop, Inupal Sabuj, Seraxmox Sechol, Chacac, Yealgo, San Vicente, Chicoj, Chajche, Chivencorral.

### **5.1.2 SAN PEDRO CARCHÁ**

#### **a. Ubicación Geográfica y Extensión Territorial**

San Pedro Carchá, se ubica en el departamento de Alta Verapaz en la Región II o Norte, tiene una extensión territorial de 1,082 kilómetros cuadrados, la mayor parte presenta una topografía irregular.

Se accede desde Guatemala por la carretera CA-14 hasta el Rancho Guastatoya, El Progreso, desvío por la ruta RN-14 hasta Cobán y un recorrido de 8 kilómetros mas para un total de 220.3, colinda al norte con Chisec y Fray Bartolomé de las Casas, al oriente Fray Bartolomé de las Casas, Cahabón, Lanquin, Senahú y San Juan Chamelco y al occidente Cobán y Chisec.

Posee una latitud de 15° 28'38" y longitud de 90° 18'38" la distancia del Municipio a la Cabecera Departamental es de 8 kilómetros y de la Cabecera Municipal a la capital de Guatemala de 219 kilómetros ambas carreteras asfaltadas.

La población desempeña un papel importante y decisivo en el proceso productivo, económico y social del Municipio, por tal motivo es necesario analizar los datos estadísticos en función de los indicadores principales (edad, grupo étnico, género y otros). Según el XI Censo Nacional de Población y VI de habitación del año 2002, el municipio sumaba una población de 148,344 habitantes y en términos porcentuales significo el 19.11 por ciento del total de la población del departamento de Alta Verapaz.

#### **b. Condiciones Climatológicas y Temperatura**

El factor determinante de las condiciones climatológicas lo constituye la altura sobre el nivel del mar, que se ubica a 1,280 msnm, el clima es cálido y húmedo, la temperatura media anual varia entre 17° y 25°C, de acuerdo a la altura, se determina la presencia de la masa forestal conformada por bosques de coníferas, mixtos y latifoliados, la época lluviosa es de junio a octubre.

Por se un Municipio extenso se encuentra dividido en 26 regiones, que poseen climas variados de acuerdo a la ubicación geográfica, entre las áreas cálidas se encuentran: Chitap, Chiyó, Cojaj, Sejactual, Campur, Sesajal, San Vicente Campur, San Juan Bosco, Setzapec, San Vicente Chicatal, Chiquixji, Tanchi, Sequixquib, Chiacam, Chiqueleu, Caquigual, Chijojl, Pocolá, Caquitón, Chantaca, Chacalté, en el casco urbano predomina el clima templado y en las zonas de Semesché, Chelac y Xicacao temperatura fría.

### **c. Hidrografía**

En cuanto a cuencas hidrográficas se refiere destaca la del Cahabón de la vertiente de las Antillas que es el de mayor importancia por el caudal y longitud que atraviesa el Municipio hasta desembocar con el Polochic en el Lago de Izabal, durante su recorrido recoge el agua del río Chío que atraviesa la Cabecera Municipal de sur a norte.

Posee varios ríos, riachuelos y quebradas, existe 26 en general, los mas importantes son: Canlich, Chajmaic, Chibut, Chicoy, Chiyó, Dolores, Oquebá, Panzamalá, Petaté, Quixal, Sacachab, Rubel Sacanoc, San Isidro, San Pablo, San Vicente Chicatal, Santo Tomás, Sebas. Se localizan riachuelos como: Cajux, Secampamac, Caquipec, Chian, Chiná, Quecxibal, Raxahá, Sebas, Sécate y varias quebradas denominadas: Canjob, Julhá, Seruclen Malau y Timbo.

### **d. Zonas de Vida**

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida del municipio de San Pedro Carchá existen cinco las cuales son: Bosque muy húmedo subtropical cálido, bmh-S(c), subtropical frío, bmh-S(f), pluvial subtropical, bp-S, pluvial montano bajo subtropical, bp-MB, y húmedo subtropical templado, bh-S(t), la de mayor representatividad la denomina, bosque muy húmedo subtropical cálido, bmh-S(c) que ocupa el 72 por ciento de su territorio. El complejo montañoso está conformado por las sierras de Chuacús, Chamá y Las Minas, la cual en su conjunto forman una barrera natural a los vientos fríos provenientes del norte.

## **5.1.3 SAN CRISTOBAL**

### **a. Ubicación Geográfica y Extensión Territorial**

En el centro geográfico de Guatemala, está el departamento de Alta Verapaz, en el que se ubica el municipio de San Cristóbal Verapaz, el cual es uno de los dieciséis municipios con los que cuenta este Departamento. Dentro de la regionalización de Guatemala, Alta y Baja Verapaz, comprenden la Región II, sus coordenadas son 15° 21' 50" latitud norte y 90° 28' 45" longitud oeste. San Cristóbal Verapaz se encuentra a una altura de 1,393 metros sobre el nivel del mar, tomados desde su Cabecera Municipal.

Según la Oficina Municipal de Planificación del Municipio la distancia de la Cabecera Municipal a la ciudad capital es de 209 Km. por la carretera al Atlántico y de 22 Km. a la Cabecera Departamental que es Cobán; desde la capital se llega por la carretera CA-9 que va al Atlántico hasta El Rancho, luego se toma la CA-14 que conduce a Cobán y a la altura de la entrada al municipio de Santa Cruz Verapaz Km. 198.5 se toma la carretera nacional RD-7W que comunica Santa Cruz con San Cristóbal Verapaz, la cual es la ruta directa y de mayor concurrencia hacia la Cabecera Municipal. Otro acceso al Municipio es siempre por la carretera CA-14, desviándose por el ingreso a la Finca Valparaíso Km. 191.5 por el cruce Del Cid y se sigue la Ruta Nacional 14, la cual es de terracería y se ingresa directamente sin pasar por el municipio de Santa Cruz Verapaz.

La extensión territorial del Municipio es de 192 Kms<sup>2</sup>, limita al norte con la Cabecera Departamental Cobán, al este con Santa Cruz Verapaz y Cobán, al sur con Baja Verapaz y el municipio de Chicamán, del departamento de Quiché, al oeste colinda con los municipios de San Miguel Uspantán y Chicamán, también del Quiché, por este sector se tiene como límite el Río Chixoy o Negro.

El Municipio está dividido en áreas urbana y rural. La urbana cuenta con cinco barrios: San Sebastián, Esquipulas, San Felipe, Santa Ana y San Cristóbal. En el área rural se encuentran seis aldeas: Chisiram, Chiyuc, El Rancho, Najtilabaj, Las Pacayas y Santa Elena y las mismas a su vez se dividen en fincas y caseríos.

#### **b. Condiciones Climatológicas y Temperatura**

Dentro del Municipio las condiciones climatológicas, se presentan de la siguiente manera: la temperatura oscila según el período del año que se encuentre, se puede considerar un ambiente templado en la mayor parte del año baja la temperatura en los meses de noviembre y diciembre, hasta entre 12° y 15°; y se acentúa el calor en los meses de marzo a junio, ya que se alcanzan temperaturas de entre 28° a 34°. La humedad relativa anual es de 87.2%. Con una altitud de 1,393 metros sobre el nivel del mar, tomados desde su Cabecera Municipal la precipitación pluvial anual promedio es de 1,646 mm, existe lluvia durante casi todo el año.

### **c. Hidrografía**

La conforma el conjunto de aguas que posee el Municipio, como sus ríos, quebradas y la laguna que se encuentra en la Cabecera Municipal. También se pueden contar las aguas subterráneas que alimentan los pozos que abastecen del vital líquido a gran parte de la población. La hidrografía es muy importante para la población ya que representa la fuente de agua necesaria para la subsistencia, así como para los usos consecuentes de su desarrollo y diario vivir. También favorece para la irrigación de tierras con fines agrícolas y forestales, lo cual permite el desarrollo sostenible de éstas actividades.

En el Municipio pasan cinco ríos de los cuales se desprenden las quebradas que pasan por San Cristóbal Verapaz, entre los ríos están el Chixoy o Negro, el Desagüe, Quixal, Agua Blanca y Cahabón. En el centro de la villa se localiza la laguna chichoj, la cual se estima que tiene 12.50 metros de profundidad en promedio, un área superficial de 476,322.50 Mt.2 y un volumen de 4, 876,250.20 Mt<sup>3</sup>. Está constituida por la unión de los riachuelos Chijuljá y Paná.



## **VI. OBJETIVOS**

### **6.1 GENERAL**

Generar tablas de rendimiento de los productos extraídos en los diferentes raleos en función al volumen comercial por clase diamétrica en las plantaciones forestales para especies latifoliadas y de coníferas, que faciliten a los silvicultores analizar con mayor objetividad los posibles beneficios y productos obtenidos en un raleo a medida que se presenten las demandas en la Región II de las Verapaces del Instituto Nacional de Bosques.

### **6.2 ESPECIFICOS**

- Establecer parcelas de muestreo de medición forestal en las áreas a intervenir con los diferentes tipos raleos.
  
- Cuantificar la productividad y los diferentes tipos de productos a extraer en las plantaciones forestales a través de los diferentes raleos realizados de acuerdo al área y especie.
  
- Sistematizar la información recopilada a través del establecimiento de las parcelas de muestreo para su proceso y análisis.

## VII. METODOLOGIA

### 7.1 AREA DE ESTUDIO

La investigación se llevo a cabo en plantaciones forestales de los municipios de Cobán, San Pedro Carchá y San Cristóbal todos del departamento de Alta Verapaz, específicamente en las comunidades de Salacuin, San José Icbolay, Las Promesas Nueve Cerros, Pie de Cerro, San Luis y Chajmacán de Cobán; Tzacanihá de San Pedro Carchá y Mexabaj, Pampacche, San Sebastián El Refugio de San Cristóbal. En estas fincas se estaba realizando aprovechamiento con planes de manejo forestal extendidos por INAB.

#### 7.1.1 FASE I DE CAMPO: RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO

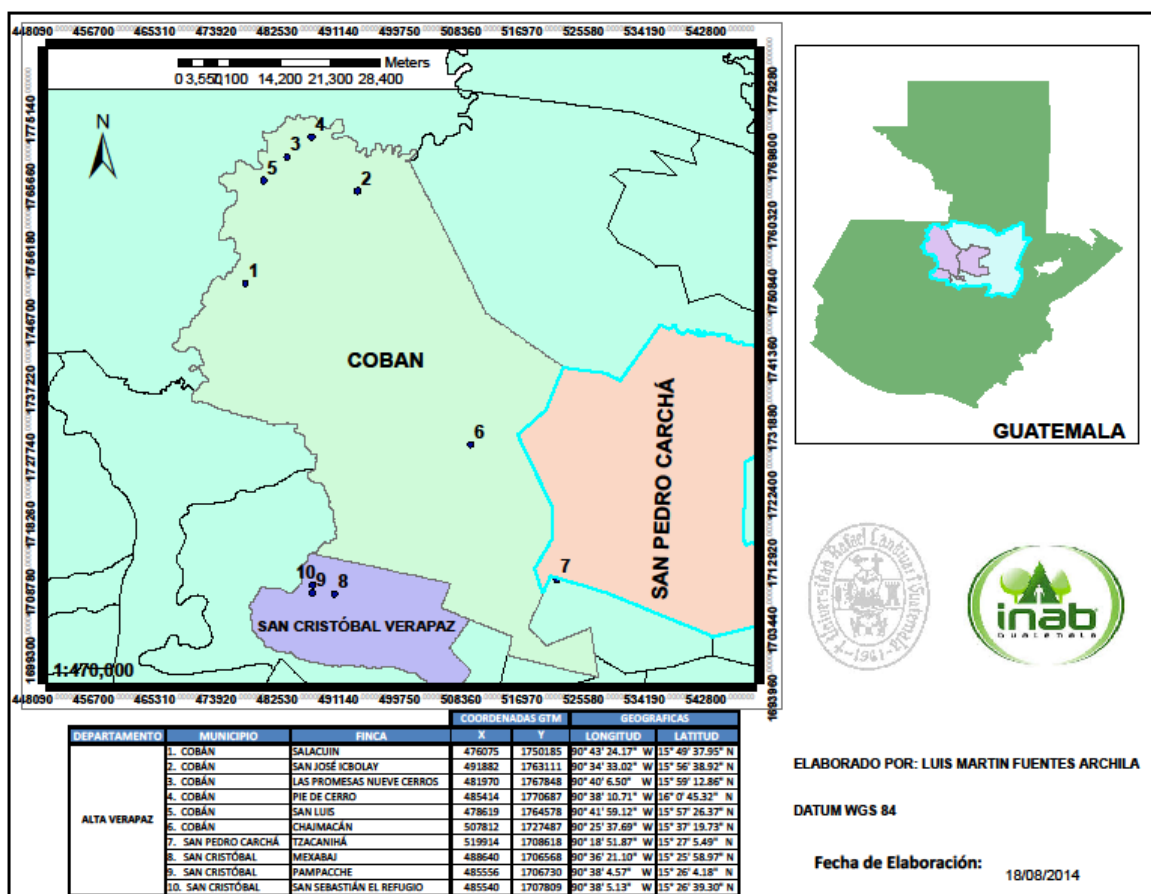
Previamente se recopiló información del Manejo de Información Forestal –MIF- de todos los proyectos registrados de las especies prioritarias de PINFOR que se tienen asignados en la Región II de INAB, a los cuales se les ha extendido licencias de aprovechamiento según planes de manejo en las zonas de influencia del estudio.

Luego se contactó al propietario o representante legal de las plantaciones forestales donde se estaba realizando los raleos con su debida autorización para obtener su aval y apoyo a fin de llevar a cabo la presente investigación explicándoles la actividad a realizar y la importancia de la misma tanto para ellos como para el proyecto, y así poder realizar el recorrido por las áreas a intervenir y poder identificar las variaciones en el desarrollo o la composición de las plantaciones para lograr una mejor distribución de las parcelas, con la finalidad de capturar la mayor variabilidad posible y obtener una muestra mas representativa de las áreas a intervenir. Tomando como objeto de estudio las especies de *pinus maximinoi*, *pinus caribaea*, por el lado de las coníferas y de las especies latifoliadas la, *calophyllum brasiliense*, *swietenia macropylla* y *vochysia guatemalensis*. Cabe mencionar que cada finca constituyo una área de muestreo.

Cuadro 1. Ubicación Geográfica de las fincas donde se recopiló la información

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	FINCA	COORDENADAS GTM		GEOGRAFICAS	
			X	Y	LONGITUD	LATITUD
ALTA VERAPAZ	1. COBÁN	SALACUIN	476075	1750185	90° 43' 24.17" W	15° 49' 37.95" N
	2. COBÁN	SAN JOSÉ ICBOLAY	491882	1763111	90° 34' 33.02" W	15° 56' 38.92" N
	3. COBÁN	LAS PROMESAS NUEVE CERROS	481970	1767848	90° 40' 6.50" W	15° 59' 12.86" N
	4. COBÁN	PIE DE CERRO	485414	1770687	90° 38' 10.71" W	16° 0' 45.32" N
	5. COBÁN	SAN LUIS	478619	1764578	90° 41' 59.12" W	15° 57' 26.37" N
	6. COBÁN	CHAIMACÁN	507812	1727487	90° 25' 37.69" W	15° 37' 19.73" N
	7. SAN PEDRO CARCHÁ	TZACANIHÁ	519914	1708618	90° 18' 51.87" W	15° 27' 5.49" N
	8. SAN CRISTÓBAL	MEXABAJ	488640	1706568	90° 36' 21.10" W	15° 25' 58.97" N
	9. SAN CRISTÓBAL	PAMPACCHE	485556	1706730	90° 38' 4.57" W	15° 26' 4.18" N
	10. SAN CRISTÓBAL	SAN SEBASTIÁN EL REFUGIO	485540	1707809	90° 38' 5.13" W	15° 26' 39.30" N

Figura 1. Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreo



## **7.1.2 FASE II DE CAMPO: SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ARBOLES**

### **a. Planificación y Coordinación de Actividades**

Para el establecimiento de las parcelas temporales de 500 m<sup>2</sup> en campo que fueron objeto de estudio para la realización de la investigación se utilizó la metodología del programa “Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos en el componente de Silvicultura” MIRA-SILV® versión 2.9 del año 2003.

### **b. Tamaño y Forma de las Parcelas**

Antes de establecer las parcelas se verificó la condición de los instrumentos de medición forestal; las parcelas fueron temporales de 500m<sup>2</sup> de forma rectangular, con ayuda de una brújula se cuadraron las parcelas a 90 grados entre cada vértice en la cual se obtuvieron los ángulos de cada lado para que al finalizar la parcela cerrara correctamente, con dimensiones de 20 x 25 m se realizó con la ayuda de una cinta métrica de 50 m de largo y en los casos que ameritó se realizó la corrección de pendiente.

### **c. Estacas dentro de las Parcelas**

Se prepararon 6 estacas, se les marcó la punta con pintura para poder visualizarlas de cualquier parte de la parcela e inclusive fuera de ellas; 4 de ellas a una altura de 3 m para dejar bien identificados los vértices y lo más seguras posible para que estas se mantengan en buen estado por si se tuvieran que utilizar nuevamente las parcelas, otra estaca a una altura de 1.30 m para marcar la altura de DAP y la última a una altura de 2 m para utilizarla en la medición de las alturas en casos cuando la misma densidad de la parcela no permita tener una buena visibilidad del árbol.

### **d. Identificación y Marcaje de los Árboles dentro de las Parcelas**

Esta tarea consistió en identificar todos los árboles existentes dentro de la parcela luego con pintura en aerosol de secado rápido fluorescente color rosado y a la altura del DAP se realizó la marca de un anillo en la circunferencia del fuste de cada árbol para mediciones posteriores dentro de la parcela cuando así se

requiera y a una altura mas o menos de 1.50 m se numeraron los arboles recorriendo cada fila en forma de zigzag.

#### **e. Medición de Variables Cuantitativas y Cualitativas de los Arboles**

Una vez corroborada la posición de cada árbol se llevó a cabo la medición de las siguientes variables:

##### **Variables Cuantitativas**

###### **♦ Medición del Diámetro a la Altura del Pecho –DAP-**

Se midió el diámetro a la altura del pecho (determinado a 1.30 m de altura desde el suelo o la base del árbol), el cual se tomó con una cinta diamétrica sobre la corteza, la que se auxilia de una vara previamente cortada a una altura de 1.30 m para evitar errores de medición, para obtener la lectura del DAP se tomaron en cuenta dos factores, el primero en los casos que existió malformación del fuste del árbol se tomo la lectura 20 cm arriba del DAP para obtener un dato real, y el segundo cuando se encontró el árbol con bifurcación antes de la altura de 1.30 m se realizo las mediciones del los ejes por separado encontrados en el mismo árbol y si la bifurcación fue después de la altura de 1.30 m la lectura se realizo solo a un eje, para facilitar el procesamiento y aumentar la precisión los datos se deben de tomar en milímetros, redondeándolos siempre al dato inferior, los datos que se obtuvieron de las mediciones se anotaron en una boleta de campo datos del árbol proporcionadas por el proyecto.

###### **♦ Medición de la Altura Total de los Arboles**

Para la medición de la altura se utilizó un Hipsómetro de Suunto®, la metodología de este aparato es medir una distancia de 15 o 20 m del árbol según la escala que se desee utilizar, hacer dos visuales al árbol, una en la base y otra en el ápice, luego sumar o restar dependiendo los datos obtenidos; si ambos datos son signos opuestos, se suman, y si los signos son iguales, se restan las cantidades y así obtener la altura total del árbol en decímetros redondeándose al dato inferior.

La altura que se calculó fue la total medida desde la base hasta el ápice del árbol, a un 30% de los arboles dentro de la parcela y a los demás se les calculo por medio de regresión lineal.

### **Variables Cualitativas**

#### **♣ Estado físico de los árboles**

Se observó a detalle las características físicas de los árboles como el estado de la copa, el fuste etc. Para obtener esta información, se utilizaron los códigos establecidos por la metodología de MIRA-SILV®; los cuales se detallan en los cuadros siguientes.

**Cuadro No. 2 Códigos de forma y defectos del fuste**

<b>Códigos de forma</b>		<b>Defectos de fuste</b>	
<b>Código</b>	<b>Significado</b>	<b>Código</b>	<b>Significado</b>
1	Cola de zorro	A	Tallo quebrado con recuperación
2	Poco sinuoso	B	Tallo quebrado sin recuperación
3	Muy sinuoso	C	Sin copa
4	Torcedura basal	D	Replantación
5	Bifurcado	E	Spp extraña
6	Inclinado	F	Rebrote
7	Enfermo	G	Raleado
8	Con plagas	H	Regeneración natural
9	Copa asimétrica	I	Dominante
		J	Codominante
		K	Suprimido
		L	Ejes rectos y sin defectos de forma

Fuente: (MIRA-SILV®, 2003).

#### ♦ Estado fitosanitario de los árboles

Para la obtención de estos datos, se utilizaron los siguientes códigos.

**Cuadro No. 3 Código de estados fitosanitarios**

<b>Códigos de estado sanitario</b>	
<b>Código</b>	<b>Significado</b>
a	Vigoroso
b	Muerto en pie
c	Muerto caído
<b>Parte afectada</b>	
d	Afectado eje principal
e	Afectado eje principal
f	Afectado ejes y ramas
<b>Copa muerta</b>	
g	Menos de un tercio de copa muerta
h	De 1 a 2 tercios de copa muerta
i	Mas de 2 tercios de copa muerta

Fuente: (MIRA-SILV®, 2003).

#### **f. Información de los Árboles Apeados**

La operación de apeo incluyo la limpieza alrededor del árbol, el derribo, el desrame y el troceado, debido a que en observaciones previas a la fase de campo se identifico que estas operaciones no siguen un orden por lo que medirlas aisladamente resulta complicado, se tomo las medidas de todos los arboles que fueron seleccionados dentro de la parcela para ser raleados, realizándose de la siguiente forma.

#### ♦ **Clases de Productos Obtenidos en cada Árbol**

Los productos obtenidos en cada uno de los aprovechamientos se realizaron en función a las especificaciones requeridas por el mercado, osea el que se abasteció de los productos obtenidos de los raleos, para lo cual los productos se clasificaron de acuerdo a las dimensiones establecidas en el mercado y para clasificar y determinar que tipo de producto se obtuvo, se realizo en función a los rangos de diámetros en la madera rolliza determinando que; la leña con diámetros entre 5 a 15 cm, trocilla diámetros de 15 a 25 cm, troza con diámetros mayores a 25 cm todas con un largo por pieza de 1.15 a 1.20 m, todos con corteza y para la madera escuadrada reglas de 9'x3"x3", 9'x4"x3", 10'x3"x3", 10'x4"x3".

#### ♦ **Información Obtenida de cada Árbol**

Al momento de ser tumbado el árbol por el motosierrista el cual fue seleccionado previamente para raleo por el propietario, se procedió a medir todas las piezas extraídas de cada árbol en función a las dimensiones del diámetro mayor, menor y el largo de cada una; para eliminar la influencia de la excentricidad del tronco sobre las mediciones se midió el diámetro dos veces en forma de cruz y luego se promedió para obtener el resultado del diámetro. Con la finalidad de obtener el volumen se utilizaron las formulas de la guía práctica para cubicación de madera; la formula de cubicación de trozas para la madera rolliza y la formula de cubicación de madera escuadrada para las reglas.

#### **Formula 1. Cubicación de trozas**

$$V = \frac{\pi}{4} * \frac{(d1^2 + d2^2)}{2} * L$$

Donde

V = volumen, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)

d1 = diámetro mayor de la troza, en metros lineales (m)

d2 = diámetro menor de la troza, en metros lineales (m)

L = largo de la troza, en metros lineales (m)



## Formula 2. Cubicación de madera escuadrada por unidad

$$V = \text{Ancho (m)} \times \text{Grueso (m)} \times \text{Largo (m)}$$

Donde

V = volumen, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)

Ancho = ancho de la regla, en metros lineales (m)

Grueso = grueso de la regla, en metros lineales (m)

L = largo de la regla, en metros lineales (m)

### ♦ Variables Derivadas

Con la información obtenida de las variables primarias se procedió a calcular los volúmenes, en este sentido se realizó el siguiente procedimiento:

- ✓ **Volumen de Troza:** Para la troza se considero la parte aserrable del árbol desde la parte basal del fuste hasta un diámetro mínimo de 20 cm. utilizando para cubicar la formula de la guía práctica para cubicación de madera de INAB.
- ✓ **Volumen de Trocillo:** Como trocillo se considero, la sección del fuste que por sus dimensiones no permite su procesamiento para la producción de regla o tabla, de un diámetro máximo de 20 cm hasta un mínimo de 10 cm, sin embargo puede destinarse a un proceso de transformación mas eficiente como la fabricación de tarimas y cajas para el transporte de productos agrícolas, al igual que para la troza se utilizo la formula de la guía práctica para cubicación de madera.
- ✓ **Volumen de Leña:** La punta del fuste que comprende diámetros menores a los 10 cm hasta 2.5 cm; se considero como volumen de leña, utilizando esos criterios de volumen en función a los diámetros se estableció la leña.
- ✓ **Volumen de las Reglas:** Se multiplicaron las tres dimensiones ancho, grueso y largo expresado en metros lineales para determinar el volumen de cada una, estas son de acuerdo a las especificaciones del cliente.

- ✓ **Volumen Total:** El volumen total con corteza se obtuvo de la suma de los volúmenes de cada producto (troza, trocillo y leña), para obtener los volúmenes parciales por producto y el volumen total de cada árbol se utilizaron las formulas anteriormente descritas.
- ✓ **Distribución del Volumen por Producto:** Se determinó en términos de porcentaje, para lo cual fue necesario dividir el volumen de cada producto (troza, trocillo y leña) entre el volumen total raleado de cada árbol, multiplicando este valor por 100, este procedimiento se realizó para cada especie de arboles evaluados y así poder obtener una tabla de rendimiento por especie en función a la clase diametral.

#### **g. Llenado de Formularios**

##### **♦ Campo**

En campo se utilizaron 2 formularios; el primero datos del árbol el cual se lleno con todos los arboles originales antes de iniciar el raleo y según la metodología de MIRA-SILV®; se numeraron todos los arboles en campo, tomando en cuenta también los que por error no se plantaron, se cortaron o que fueron raleados, pero que ocupan un espacio dentro de la parcela considerándose como arboles muertos a los cuales se les asigno el código -99 y los árboles que por alguna razón no se midieron, (arboles quebrados, muy delgados que no ameritan medir el diámetro, etc.), pero que están vivos deben tener el código -88, y así cuando se considere apropiado estos arboles puedan ser medidos y por ultimo se tomo una coordenada de ubicación en el centro de la parcela en proyección GTM, también para una posterior ubicación o referencia del área muestreada.

El segundo formulario que se lleno es el de arboles tumbados, este se compone de toda la información que se obtiene de medir las piezas extraídas de cada árbol ya sea troza, trocilla, leña o reglas al momento de su raleo; utilizando la formula anteriormente descrita de madera escuadrada.

#### ◆ **Gabinete**

La información recabada en campo en las boletas proporcionadas por el proyecto, fueron transcritas y procesadas en una hoja de Excel®, y para una mejor representación de la información se realizaron tablas descriptivas en las que se pudo evaluar el rendimiento en porcentaje de los diferentes productos obtenidos en el raleo, estos en función al volumen raleado de cada área muestreada.

#### **h. Materiales y Equipo**

- ◆ GPS
- ◆ Clinómetro con brújula Suunto®
- ◆ Hipsómetro Suunto®
- ◆ Cinta métrica
- ◆ Cinta diamétrica
- ◆ Machete
- ◆ Lima
- ◆ Pintura en Aerosol neón rosado
- ◆ Cámara digital
- ◆ Folder con los formularios y el expediente del proyecto

## VIII. RESULTADOS Y ANALISIS CRÍTICO

A partir de la cubicación de las diferentes secciones provenientes de cada uno de los arboles sujetos de muestra y aplicando las formulas respectivas como se sugiere en la metodología de este trabajo de investigación, se obtuvo volúmenes de datos primarios de campo.

Posteriormente se dividió el volumen total obtenido de la madera raleada con el volumen total de la madera en pie para determinar el volumen comercial y luego entre cada uno de los productos forestales (troza, trocillo, leña y reglas), según las dimensiones establecidas y referidas para luego ser expresadas en porcentajes por producto y elaborar las tablas de rendimiento por clase diametral para cada especie muestreada.

De los cuadros No. 4 al No. 9 se denotan los resultados obtenidos en las áreas muestreadas que fueron sujetas a la investigación en donde cada una detalla los porcentajes de rendimiento que se obtuvieron a través de la investigación para lo cual se generaron tablas de rendimiento por especie que sirva como parámetros a seguir por los silvicultores para saber que tipo de producto y en que porcentaje puedan aprovechar en función al volumen comercial en un raleo de acuerdo a las clases diametrales que se encuentren en la plantación; cabe mencionar que todas las áreas muestreadas no habían sido sujetas a manejo forestal por lo que el raleo aplicado fue el primero, y las variaciones que se encontraron en cada una de las áreas fue la edad y la intensidad de raleo ya que en todas las áreas muestreadas se utilizaron los porcentajes del 25 y 50%.

**Cuadro No. 4** Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para arboles de *pinus maximinoi* en el Municipio de San Cristóbal de A. V.

<b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL <i>PINUS MAXIMINOI</i></b>						
<b>CLASES DIAMÉTRICAS (cm)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>TOTAL (%)</b>	<b>LEÑA (%)</b>	<b>TROCILLA (%)</b>	<b>TROZA (%)</b>	<b>REGLAS (%)</b>
10 - 14.99	11	37	9	53	8	30
15 - 19.99	13	41	6	46	6	42
20 - 24.99	16	28	1	20	24	55
25 - 29.99	17	14	0	12	40	48
30 - 34.99	19	7	0	0	0	100
35 - 39.99	22	0	0	0	0	0

Como se observa en el cuadro 4, los resultados presentados fueron obtenidos de 5 parcelas de muestreo establecidas en las áreas de Mexabaj, Pampacche y San Sebastián el Refugio, con la especie de *pinus maximinoi*, con edades de 10,11 y 14 años, su producto principal a extraer fueron reglas con dimensiones 9'x3"x3", 9'x4"x3", 10'x3"x3", 10'x4"x3", ya que es el mercado inmediato con el que cuentan, obteniendo la mayor parte de productos en las clases diametrales de 10 a 30 cms, debido a que se aplicó el primer raleo a una intensidad del 50%, por lo tanto se dejaron los individuos más vigorosos para la corta final ya que esa es la finalidad de los raleos.

La transformación de la materia prima a madera escuadrada dependió de la calidad del fuste de cada árbol, ya que para las reglas tenían que tener un largo mínimo de 9 y 10 pies y que los defectos del fuste según la metodología fueran rectos o poco sinuosos, las secciones que no llenaron esas características se destinaron para aprovecharlas como trozas, trocilla o leña.

**Cuadro No. 5** Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para arboles de *pinus maximinoi* en el Municipio de San Pedro Carchá de A. V.

<b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL <i>PINUS MAXIMINOI</i></b>					
<b>CLASES DIAMÉTRICAS (cm)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>TOTAL (%)</b>	<b>LEÑA (%)</b>	<b>TROCILLA (%)</b>	<b>TROZA (%)</b>
10 - 14.99	11	36	6	94	0
15 - 19.99	14	46	0	78	22
20 - 24.99	15	52	0	56	44
25 - 29.99	18	53	0	29	71
30 - 34.99	0	0	0	0	0

En el cuadro 5, podemos observar los resultados obtenidos en la finca municipal Tzacaniha de la especie de *pinus maximinoi*, con una edad la plantaciones de 12 años, en la cual se aplico el 50% de intensidad de raleo, obteniendo el mayor porcentaje de producto de trocilla y troza en las clases diamétricas de 10 a 30 cm, por lo que podemos concluir que a partir del diámetro de 10 cm y una altura promedio de 11 m el porcentaje de leña del volumen comercial es de 6%, por lo que en su mayoría se aprovecha mas producto comercial.

**Cuadro No. 6** Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para arboles de *pinus caribaea* en el Municipio de Cobán de A. V.

<b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL <i>PINUS CARIBAEA</i></b>					
<b>CLASES DIAMÉTRICAS (cm)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>TOTAL (%)</b>	<b>LEÑA (%)</b>	<b>TROCILLA (%)</b>	<b>TROZA (%)</b>
10 - 14.99	10	30	38	62	0
15 - 19.99	13	35	10	71	19
20 - 24.99	15	21	2	80	18
25 - 29.99	18	26	1	30	69
30 - 34.99	20	44	1	20	79

En el cuadro 6, se pueden observar los resultados obtenidos de 2 parcelas de muestreo establecidas en la finca Chajmácan, de la especie *pinus caribaea*, con una edad la plantación de 15 años, obteniendo una mayor variabilidad del

rendimiento de productos en todas las clase diametrales, teniendo el mayor porcentaje de rendimiento en el producto de trocilla, a una intensidad de raleo del 50%.

**Cuadro No. 7** Tabla de categorías diametricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para arboles de *swietenia macropylla* en la ecoregión lachua del Municipio de Cobán de A. V.

<b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL SWIETENIA MACROPYLLA</b>					
CLASE DIAMETRICA (cm)	ALTURA (m)	TOTAL (%)	LEÑA (%)	TROCILLA (%)	TROZA (%)
0 - 4.99	4	100	100	0	0
5 - 9.99	8	18	100	0	0
10 - 14.99	8	0	0	0	0
15 - 19.99	11	0	0	0	0

**Cuadro No. 8** Tabla de categorías diametricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para arboles de *vochysia guatemalensis* en la ecoregión lachua del Municipio de Cobán de A. V.

<b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL VOCHYSIA GUATEMALENSIS</b>					
CLASE DIAMETRICA (cm)	ALTURA (m)	TOTAL (%)	LEÑA (%)	TROCILLA (%)	TROZA (%)
10 - 14.99	10	13	100	0	0
15 - 19.99	11	15	100	0	0
20 - 24.99	12	29	100	0	0
25 - 29.99	16	0	0	0	0

**Cuadro No. 9** Tabla de categorías diametricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para arboles de *calophyllum brasiliense* en la ecoregión lachua del Municipio de Cobán de A. V.

<b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL CALOPHYLLUM BRASILIENSE</b>					
CLASE DIAMETRICA (cm)	ALTURA (m)	TOTAL (%)	LEÑA (%)	TROCILLA (%)	TROZA (%)
0 - 4.99	5	58	100	0	0
5 - 9.99	8	69	100	0	0
10 - 14.99	10	23	100	0	0
15 - 19.99	11	13	100	0	0

En los cuadros 7,8 y 9 se puede observar los resultados obtenidos de 6 parcelas de muestreo establecidas en la ecoregión Iachua, de las especies de *swietenia macropylla*, *vochysia guatemalensis*, *calophyllum brasiliense*, con edades las plantaciones de 7 a 9 años, aplicándose una intensidad de raleo del 25%, la finalidad de establecer las parcelas fue de obtener información sobre el rendimiento de dichas plantaciones y también que fueran demostrativas para los demás propietarios para que comprendan el beneficio que causa realizar los tratamientos silviculturales a tiempo a las plantaciones aunque el raleo no sea del todo comercial por la falta de mercado para estas especies, y obtener como producto principal solo leña.

En los cuadros anteriores se puede apreciar que del volumen comercial obtenido en los raleos aplicados a estas especies el 100% es leña ya que por la edad de las plantaciones los diámetros son menores y por la poca comercialización de los productos los usuarios lo venden como leña, debido que el mercado más inmediato con el que cuentan; según los resultados obtenidos a partir de las clases diametrales de 10 a 25 se considera el producto como trocilla, tal es el caso de las especies de *vochysia guatemalensis* que el total del volumen comercial aprovechado fue de trocilla y *calophyllum brasiliense* que obtuvo leña y trocilla estos resultados se cumplirían si los productos se pudieran comercializar para poder clasificarse de acuerdo a la metodología.



## IX. CONCLUSIONES

- Las tablas de rendimiento del volumen comercial por productos construidas en este estudio constituyen una herramienta que facilitara la cubicación y estimación de porcentaje de productos de los arboles de *pinus maximinoi*, *pinus caribaea*, *swietenia macropylla*, *vochysia guatemalensis*, y *calophyllum brasiliense* para las áreas delimitadas en este estudio, los municipios de Cobán, San Pedro Carchá y San Cristóbal Verapaz del Departamento de Alta Verapaz, lo que beneficiara a técnicos, profesionales forestales, silvicultores e intermediarios madereros para que puedan definir con mejor y mayor precisión el tipo y cantidad de productos a obtener de las plantaciones forestales en el momento de ejecutar el plan de manejo y en consecuencia estimas los posibles beneficios económicos.
- Para la identificación de mercados deben desarrollarse estudios básicos en los cuales se establezcan los posibles productos que el mercado demanda, volúmenes de producto de madera en troza, trocilla, madera escuadrada o aserrada, leña con las especificaciones requeridas; para lo cual se encontró que para especies latifoliadas específicamente *swietenia macropylla*, *vochysia guatemalensis*, y *calophyllum brasiliense*, con diámetros entre lo rangos de 3.5 a 25 cm encontrados en la aplicación de un raleo; del porcentaje de volumen comercial aprovechado el 100% se vende como leña ya que no se cuenta con un mercado para otra clase de productos, lo contrario de las especies de coníferas que fueron evaluadas *pinus maximinoi*, *pinus caribaea*, que del volumen comercial aprovechado en clases diametrales de 10 a 35 cm la mayor parte es comercial y sobre todo se obtiene una mayor variedad de productos debido a que se cuenta con un mercado mas definido y los productos se extraen de acuerdo a las especificaciones de las industrias lo cual le garantiza un ingreso económico al propietario del bosque.

- Para facilitar las mediciones del producto y tener una mayor confiabilidad de los resultados fue necesario medir las dimensiones por separado y al final hacer un total para conocer el volumen de la madera que contiene cada árbol en función al tipo de piezas extraídas, ya que las mediciones realizadas a los arboles en pie no son del todo exacto por factores como la altura, la formula de cubicación de cada especie y la formula utilizada para arboles apeados es estándar para cualquier especie; y para la investigación fue de gran importancia determinar el volumen como la clase de productos obtenidos, determinando que la clase de producto que mas se obtiene para las especies de coníferas es la trocilla.

## X. RECOMENDACIONES

- Vincular a los propietarios de las plantaciones forestales y a las industrias, mediante el clúster forestal para tener acceso a la información y así alcanzar convenios más equitativos en su producción en donde ambas partes se vean beneficiadas al determinar el precio.
- Implementar programas de asesoría técnica a los propietarios por organizaciones públicas o no gubernamentales en el buen manejo y aprovechamiento de los productos a extraer de sus plantaciones forestales tanto en los raleos como en la corta final y así facilitar la comercialización de los productos a la industria.
- De manera general validar la metodología utilizada en otros municipios del departamento, dando seguimiento a esta investigación ya que durante el periodo de la misma no permite abarcar mas aspectos que no se tomaron en cuenta y también priorizar otros temas de investigación dirigida a los propietarios de las plantaciones e industrias para encontrar nuevas alternativas de comercialización; ya que ayudaría a identificar ms mercados potenciales y con ello lograr un mejor desarrollo para las comunidades y para el sector forestal del país.
- Se sugiere que en el bosque el investigador se presente previamente y explique el objetivo de la visita y la metodología en palabras sencillas con el objeto de no crear renuencia por parte de los operarios quienes en algunos casos se molestan por la poca libertad para trabajar y por el tipo de consultas e información requerida.
- Se debe promover el uso de estas tablas en todas las áreas donde se encuentren distribuidas las especies de *pinus maximinoi*, *pinus caribaea*, *swietenia macropylla*, *vochysia guatemalensis*, y *calophyllum brasiliense* para que sirvan como herramienta de guía en la toma de decisiones.

## XI. BIBLIOGRAFÍAS

- Castillo, L.J. (2009). "Diagnóstico Socioeconómico, Potencialidades Productivas y Propuesta de Inversión". Municipio de San Pedro Carchá, Departamento de Alta Verapaz. Ejercicio Profesional Supervisado, Licda. Administradora de Empresas. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. 2-9 p.
- Calderón, M.E. (2009). "Financiamiento de Unidades Artesanales (Panadería) y Proyecto: Producción de Aguacate Hass". Municipio de San Cristóbal Verapaz, Departamento de Alta Verapaz. Ejercicio Profesional Supervisado, Lic. Contador Público y Auditor. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. 1-16 p.
- Congreso de la República. Decreto 101-96 Ley Forestal y su Reglamento de Guatemala (1996). Disposiciones Generales. Cap. 1
- Chapas, J. D. (2005). Estudio preliminar sobre rendimientos y costos laborales en actividades de aprovechamiento de productos maderables en bosques naturales de coníferas en los departamentos de Guatemala y Chimaltenango, Tesis, Ing. Agrónomo, Guatemala de la Asunción. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 9-12 p.
- De la Cruz, J. R. (1982). Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Instituto Nacional Forestal, Unidad de Evaluación y Promoción, Dirección General De Servicios Agrícolas, Guatemala, C. A. 29 p.

- De León, O. (2004). Generación de tablas de volumen para *Pinus Maximinoi* H. E. Moore en el municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. Universidad Rafael Landívar.
- GUTIÉRREZ, B. J. (2008). Evaluación de la de sitio, en la finca Sexán Ixte, Chahal, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis respuesta del crecimiento, productividad y calidad de una plantación de Teca (*Tectona Grandis* L.F. Verbenaceae), con un raleo prescrito al 50%, en tres clases. Ing. Forestal Guatemala. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas 11-15 p.
- INAB (1999). Manual Técnico Forestal. Instituto Nacional de Bosques. Guatemala 110 p.
- INAB (2004). Guía Práctica par Cubicación de Madera. Segunda Edición Guatemala, Guatemala. 7 p.
- INAB (2010). Reglamento del programa de incentivos forestales: Resolución No. JD.01.35.2010. INAB: Guatemala, Guatemala. 7 p.
- Robles, J. (2007). Comparación de las cantidades ofertadas y demandadas de madera de diámetros menores (8-18 cm) procedente del primer raleo, en plantaciones del programa de incentivos forestales, en la región II del Instituto Nacional de Bosque. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía 23-31 p.
- Salazar, M.R. (2008). Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiadas del PINFOR. INAB, Guatemala. 34 p.

Ugalde, L. (2000). Guía para el Establecimiento y Medición de Parcelas para el Monitoreo y Evaluación del Crecimiento de Arboles en Investigación y en Programas de Reforestación con la Metodología del Sistema Mira. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 16 P.

Valdez, D. (2011). Efectos de raleos aplicados durante el periodo 2005 a 2008 a una plantación de la especie palo blanco (*Tabebuia Donnell-Smithii* Rose), en finca Masaya, El Palmar, Quetzaltenango. Estudio de caso, Ing. Forestal Guatemala, Guatemala. Universidad Rafael Landivar.









Figura No. 4 Marcaje de los Arboles de la especie *calophyllum brasiliense*



Figura No. 5 Marcaje de los Arboles de la especie *vochysia guatemalensis*





Figura No. 6 Marcaje de los Arboles de la especie *Pinus maximinoi* en la finca municipal Tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.



Figura No. 7 Apeo del árbol de la especie *calophyllum brasiliense*, por el técnico del Parque Nacional Laguna Lachua como parte del apoyo brindado a los comunitarios en la Ecoregion Lachua.





Figura No. 8 Tumba de los árbol de la especie *vochysia guatemalensis*, en la Ecoregion Lachua.



Figura No. 9 Troceo de árbol de la especie *calophyllum brasiliense*, por investigador en la ecoregion lachua.





Figura No. 10 Troceo de árbol de la especie *pinus maximinoi*, por motosierrista contratado en la finca municipal tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.



Figura No. 11 Toma de datos de las secciones obtenidas de cada árbol raleado de la especie *pinus caribaea*, por investigador finca chajmacan de Cobán A. V.





Figura No. 12 Toma de datos de las secciones obtenidas de cada árbol raleado de la especie *pinus maximinoi*, por investigador en la finca municipal tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.



Figura No. 13 Proceso de transformación de las trozas a reglas de *pinus maximinoi*, por personal contratado en la finca pampacche de San Cristóbal A. V.





Figura No. 14 Proceso de escuadrado y dimensionado de las reglas de *pinus maximinoi*, por personal contratado en la finca pampacche de San Cristóbal A. V.



Figura No. 15 Proceso de escuadrado y dimensionado de las reglas de *pinus maximinoi*, por personal contratado en la finca mexabaj de San Cristóbal A. V.





Figura No. 16 Producto obtenido del raleo aplicado a la especie *pinus maximinoi*, en la finca municipal tzacaniha de San Pedro Carchá A. V.



Figura No. 17 Producto obtenido del raleo aplicado a la especie *pinus maximinoi*, en la finca mexabaj de San Cristóbal A. V.



Figura No. 18 Transporte Interno hacia la bacadilla del producto obtenido del raleo aplicado a la especie *pinus maximinoi*, en la finca mexabaj de San Cristobal A. V.