

# MANUAL DE LABORATORIO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL Y DASOMETRÍA



**Segundo Semestre 2024**

Ing. Agr. Javier Ruiz

## PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:00-12:00	<b>Práctica 1:</b> Introducción a fundamentos de la dasometría, el aprovechamiento maderero y su planificación
Martes	08:00-12:00	<b>Práctica 2:</b> utilización de aparatos de medición forestal y medición de árboles individuales.
Miércoles	08:00-12:00	<b>Práctica 3:</b> Cubicación de árboles y trozas
Jueves	08:00-12:00	<b>Práctica 4:</b> Cubicación de otros productos maderables.
Viernes	08:00-12:00	Examen

## MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada grupo de estudiantes de máximo 5 personas debe de traer el material que se le indica en la siguiente tabla, según el día junto con los materiales de limpieza (alcohol en gel, jabón líquido para manos y platos, esponja, un rollo de toalla de cocina y una bolsa para basura).

No.	Material
1	Libreta de campo Estacas o varas para señalar Rafia 2 varas de madera de 1.50 de alto
2	1 pliego de nylon o bolsas plásticas Calculadora Una bolsa de cal 1 brocha Libreta de campo 1 transportador 1 tornillo Hilo Lapiz Masking tape 1 alfiler
3	Calculadora Cuaderno lápiz
4	Calculadora Cuaderno Lápiz

## INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS

Para la realización adecuada de las prácticas deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. Presentarse puntualmente a la hora del inicio del laboratorio y permanecer durante la duración de este.
2. Realizar las actividades y hojas de trabajo planteadas durante la práctica.
3. Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
4. Conocer la teoría, (leer el manual antes de presentarse a cada práctica).
5. **No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio**, Si tiene llamadas laborales deberá atender las mismas únicamente en el horario de receso.
6. Si sale del salón de clases sin la autorización del docente perderá el valor de la práctica.
7. No puede atender visitas durante la realización de la práctica.
8. El horario de receso es únicamente de 15 minutos.
9. **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

**La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.**

Considere que se prohíbe terminantemente comer, beber y fumar. Éstos también serán motivos para ser retirado de la práctica.

Recuerde que para tener derecho al punteo y aprobar el curso deberá presentarse a las prácticas y realizar las evaluaciones en línea, las cuales estarán habilitadas del **28 de octubre 2024 a las 8:00 al 1 de noviembre 2024 a las 18:00.**

## PRÁCTICA No. 1

### INTRODUCCIÓN A FUNDAMENTOS EL APROVECHAMIENTO FORESTAL Y LA DASOMETRÍA

#### 1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Comprender las principales reglas que rigen la nomenclatura de compuestos orgánicos de acuerdo con la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

#### 2. Marco Teórico:

##### 2.1. Bosque

Ecosistema caracterizado por una cubierta arbórea más o menos densa y extensa, consistente de rodales que varían en composición de especies, estructura, clase de edad, y procesos asociados.

##### 2.2. Tipos de bosque en Guatemala

<b>Bosque latifoliado de baja elevación</b>	En la región norte del país, en los departamentos de Petén, Izabal, Alta Verapaz y parte del Quiché se encuentra el bosque latifoliado de baja elevación (hasta 600 msnm), algunas especies que acá se hallan son: <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba del norte), <i>Cedrela odorata</i> (cedro), <i>Calophyllum brasiliense</i> (santa maría), <i>Vochysia guatemalensis</i> (san juan), <i>Virola</i> sp. (sangre), <i>Pithecolobium arboreum</i> (cola de coche), <i>Brosimum alicastrum</i> (ramón blanco), <i>Terminalia amazonia</i> (canxán, naranjo de montaña), <i>Lonchocarpus castilloi</i> (manchiche), <i>Aspidosperma Platymiscium dimorphandrum</i> (hormigo, palo de marimba) <i>Manilkara zapota</i> (chicozapote, chicle), <i>Pouteria amygdaliana</i> (selillón), <i>Vitex gaumeri</i> (yaxnic), <i>Sebastiania longicuspis</i> (chechén blanco), <i>Dialium guianense</i> (tamarindo de montaña) y <i>Myroxilon balsamun</i> (bálsamo), entre otras. Las especies como <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba) y <i>Cedrela odorata</i> (cedro).
<b>Bosque de coníferas</b>	La región central del país es la región montañosa. Se extiende desde los departamentos de San Marcos y Huehuetengo, colindantes con la República de México, hasta los departamentos de Chiquimula y Zacapa, los cuales colindan con las Repúblicas de Honduras y El Salvador. La cadena montañosa de la Sierra Madre, que se extiende desde la frontera con México y luego se extiende a oriente a través de la Sierra de Chuacús y Chamá, y desciende hasta las montañas de Santa Cruz y Sierra de Las Minas en el nor-oriente del país. La cadena está compuesta de conos volcánicos y mesetas que se conoce como el altiplano de Guatemala. Es en esta región en donde se concentran el mayor número de coníferas. Se reportan siete géneros, siendo ellos: <i>Abies</i> , <i>Cupressus</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Taxodium</i> y <i>Taxus</i> (Veblen, 1985).
<b>Bosque mixto</b>	Es el bosque compuesto por especies de hoja ancha y coníferas en una distribución espacial, cuya proporción puede variar desde: 31% de coníferas y 69% de latifoliadas hasta 31% de latifoliadas y 69% de. Las latifoliadas que comúnmente se encuentran creciendo en asociación con las coníferas son: <i>Quercus</i> spp (roble, encino), <i>Alnus</i> spp (aliso, ilamo), <i>Liquidambar styraciflua</i> (liquidámbar), <i>Arbutus xalapensis</i> (madroño), <i>Fraxinus uhdei</i> (fresno), <i>Curatella americana</i> (lengua de vaca) y <i>Byrsonima crassifolia</i> (nance).
<b>Bosque latifoliado de altura</b>	En elevaciones arriba de los 2 000 msnm se encuentra el bosque latifoliado de altura, cuyas principales especies son: <i>Quercus</i> spp. (roble, encino), <i>Persea donnell-smithii</i> (aguacatillo), <i>Persea schiedeana</i> (chupte), <i>Magnolia guatemalensis</i> (yoroconte), <i>Alfaroa costaricensis</i> (almendrillo), <i>Brunellia mexicana</i> y <i>Cedrela pacayana</i> , entre otras.
<b>Bosque fragmentado y</b>	Éstos son remanentes de la vegetación arbórea que, en su mayor parte, fue transformada para desarrollar actividades agrícolas y de ganadería de forma

<b>árboles dispersos de la costa sur</b>	intensiva, debido a sus magníficos suelos. Muchas de las especies existentes en esta región son bien cotizadas por la calidad de su madera. Las especies más importantes son: <i>Cybistax donnell-smithii</i> (palo blanco), <i>Swietenia humilis</i> (caoba del sur), <i>Terminalia oblonga</i> (volador), <i>Sickingia salvadorensis</i> (puntero), <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (conacaste), <i>Sterculia apetala</i> (castaño), <i>Zanthoxylum preserum</i> (chonte) y <i>Maclura tinctoria</i> (palo de mora).
<b>Bosque manglar</b>	El área manglar se encuentra ubicada en el litoral del Pacífico del país y forma una franja discontinua que es interrumpida por la actividad humana. Las principales especies que se encuentran en este tipo de bosque son: <i>Rhizophora mangle</i> (mangle rojo), <i>Avicennia germinans</i> (mangle negro), <i>Laguncularia racemosa</i> (mangle blanco) y <i>Conocarpus erecta</i> (botoncillo).
<b>Monte espinoso</b>	Este tipo de vegetación se encuentra al oriente del país en los departamentos de Chiquimula, Zacapa y El Progreso. Es un valle cuya precipitación varía entre 400 a 600 mm anuales. La mayor parte de vegetación son arbustos y plantas espinosas como: <i>Acacia farnesiana</i> (subín), <i>Cactus</i> spp (cactus), <i>Jaquinia aurantiacea</i> (luruche), pero también se encuentran especies arbóreas como: <i>Caesalpinia velutina</i> (aripín), <i>Leucaena</i> spp. (yaje), <i>Bucida macrostachya</i> (roble de montaña), <i>Thouinidium decandrum</i> (zorrillo), <i>Bursera graveolens</i> (palo jote), <i>Simarouba glauca</i> (aceituno), <i>Cordia dentata</i> (upay), <i>Ceiba aesculifolia</i> (ceibillo), <i>Pithecolobium dulce</i> (guachimol) y <i>Guaicum sanctum</i> (guayacán), entre otros.

### 2.3. Clasificación de las especies forestales por tipo de uso

<b>Especies maderables</b>	<i>Pinus oocarpa</i> , <i>Pinus caribaea</i> , <i>Pinus maximinoi</i> , <i>Pinus tecunumanii</i> , <i>Cupressus lusitanica</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Cybistax donnell smithii</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Virola</i> sp., <i>Pseudobombax ellipticum</i> , <i>Terminalia amazonia</i> , <i>Vatairea lundellii</i> , <i>Lonchocarpus castilloi</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>Aspidosperma megalocarpum</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Symphonia globulifera</i> , <i>Sterculia apetala</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> .
<b>Especies para leña</b>	<i>Quercus</i> spp., <i>Alnus</i> spp, varias especies del genero <i>Pinus</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Leucaena</i> spp., <i>Caesalpinia velutina</i> , <i>Acacia</i> spp., <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Inga</i> spp., <i>Acacia riparioides</i> , <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Diphysa robinoides</i> , <i>Grevillea robusta</i> , <i>Eucalyptus</i> spp.
<b>Especies de consumo humano</b>	<i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Erythrina berteroana</i> , <i>Chrysophyllum cainito</i> , <i>Pouteria mammosa</i> , <i>Persea</i> spp., <i>Mangifera indica</i> , <i>Spondias</i> spp., <i>Simarouba glauca</i> , <i>Lycania platypus</i> . <i>Pimienta dioica</i> .
<b>Especies forrajeras</b>	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Acacia farnesiana</i> , <i>Crescentia alata</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> .
<b>Especies medicinales</b>	<i>Simarouba glauca</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Psidium guajaba</i> , <i>Jacaranda mimosifolia</i> , <i>Liquidámbar styraciflua</i> , <i>Eucalyptus</i> spp.
<b>Especies ornamentales</b>	<i>Tabebuia rosea</i> , <i>Cybistax donnell smithii</i> , <i>Tabebuia chrysantha</i> , <i>Tecoma stans</i> , <i>Taxodium mucronatum</i> , <i>Cassia grandis</i> , <i>Jacaranda mimosifolia</i> , <i>Delonix regia</i> , <i>Spathodea campanulata</i> , <i>Eucalyptus torrelliana</i>
<b>Especies producen látex</b>	<i>Manilkara zapota</i> , <i>Hevea brasiliensis</i> , varias de las especies del genero <i>Pinus</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i> .

### 2.4. Rodal

En silvicultura, grupo continuo de árboles, suficientemente uniforme en edad, composición, y estructura. Estos árboles crecen en sitio calidad uniforme para constituirse en una unidad distinguible. El rodal es la unidad mínima de evaluación y gestión del bosque (Inventarios y Planes Manejo Forestal se dirigen a los rodales).

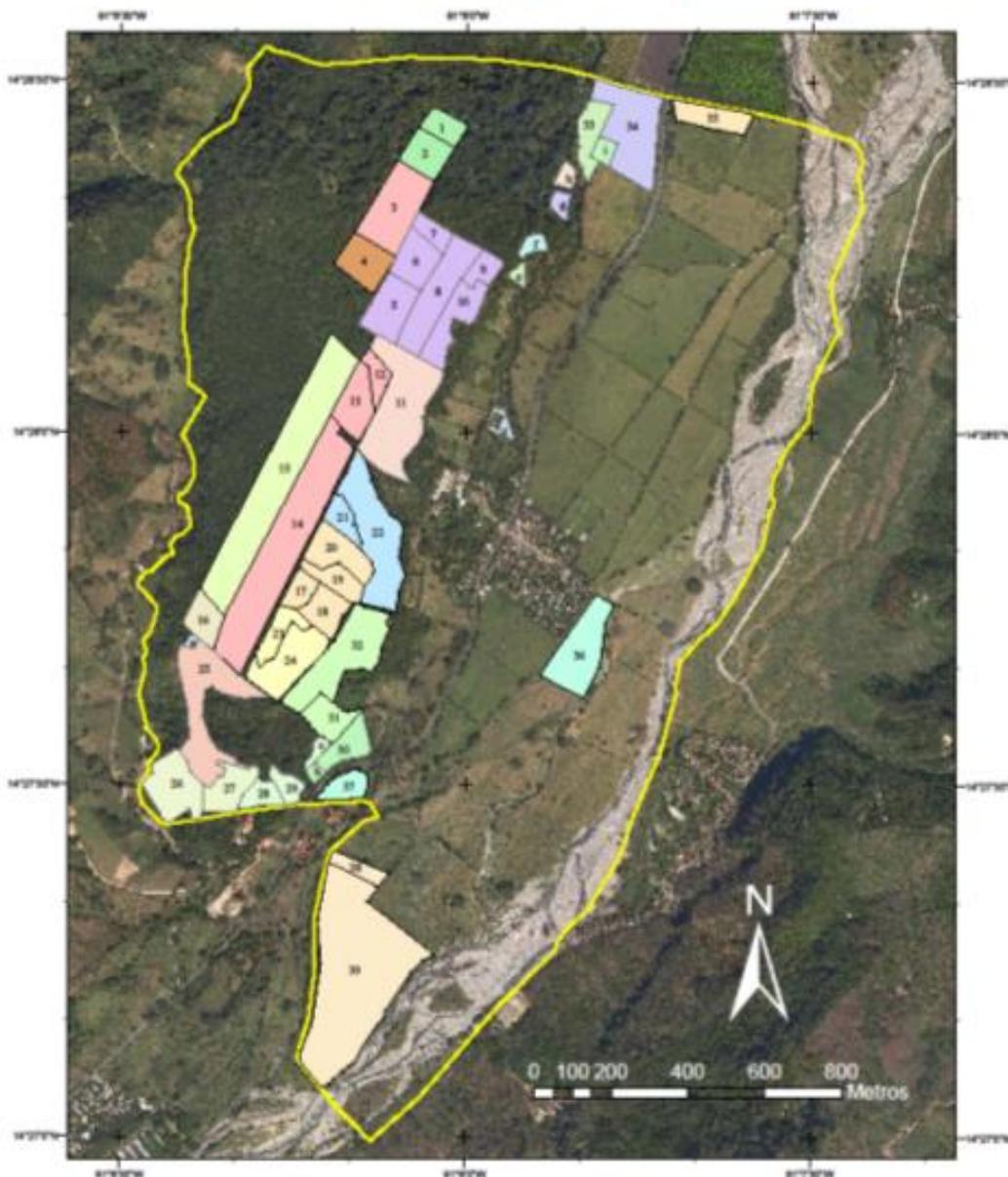
Cada rodal es un polígono de superficie conocida y código único.

De acuerdo a las especies que lo componen se distinguen rodales puros y mixtos, siendo habituales las plantaciones y las especies colonizadoras en el primer caso y los bosques naturales en sitios de buena calidad, en los segundos.

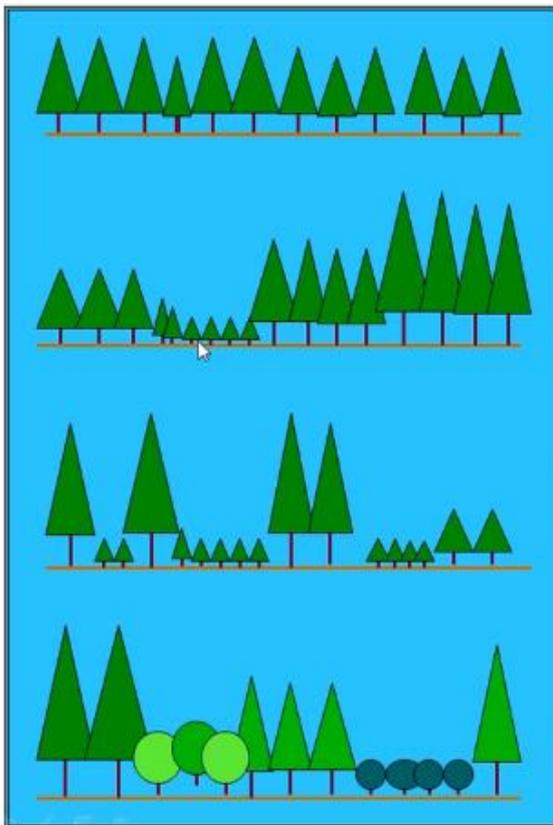
De acuerdo a la edad, los rodales se pueden agrupar en rodales coetáneos y multietáneos. Son rodales coetáneos aquellos que se han establecido en un período de tiempo relativamente breve, lo que permite que durante la rotación -o período en que el rodal alcanza la madurez- los árboles alcancen tamaños relativamente uniformes.

Los rodales multietáneos son aquellos en que los individuos se originan en distintos períodos de tiempo, razón por la cual presentan distintos tamaños. Los casos extremos se presentan en las plantaciones uniformes o rodales originados por la corta a tala rasa en el caso de los rodales coetáneos y, en los bosques mixtos y de especies tolerantes en rodales ubicados en sitios buenos, en el caso de los rodales multietáneos.

### MAPA DE RODALES, PLANTACIONES FINCA SAN JULIÁN PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ



## 2.5. Tipos de rodal



### Tipos de Rodal de Acuerdo a su Estructura Vertical y Com. Spp.

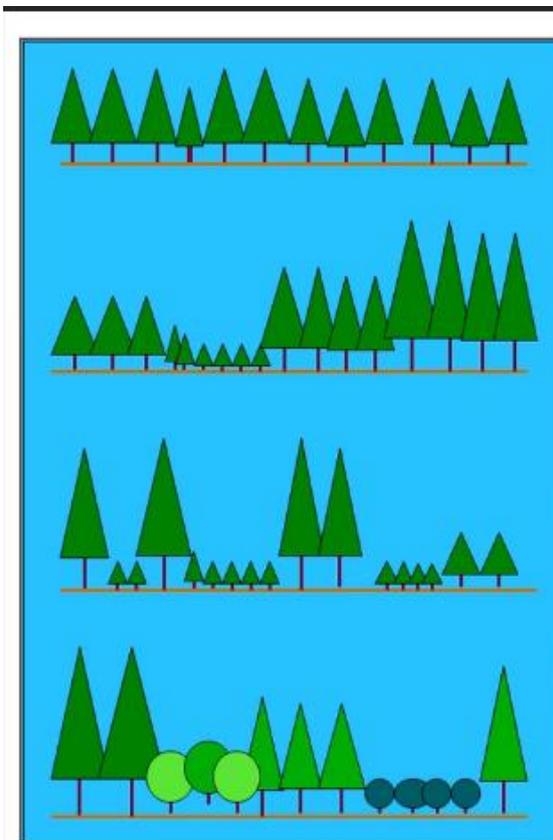
power Scre

← Rodal coetaneo, puro - Árboles de edad uniforme. Un solo piso. Una sola especie.

← Rodal incoetaneo balanceado, puro - Árboles con diferentes clases de edad, cada clase ocupando areas de tamaño similar. Una sola especie. Varios pisos.

← Rodal incoetaneo irregular - Árboles con diferentes clases de edad. Las clases de edad no están balanceadas.

← Rodal coetaneo, estratificado, mixto - misma edad. Varias especies.



### Tipos de Rodal de Acuerdo a la Composición de Especies

power Scre

← Rodales Puros - Una sola especie

← Rodales Mixtos - Varias sp.

## 2.6. Utilidad aprovechamiento forestal y dasometría

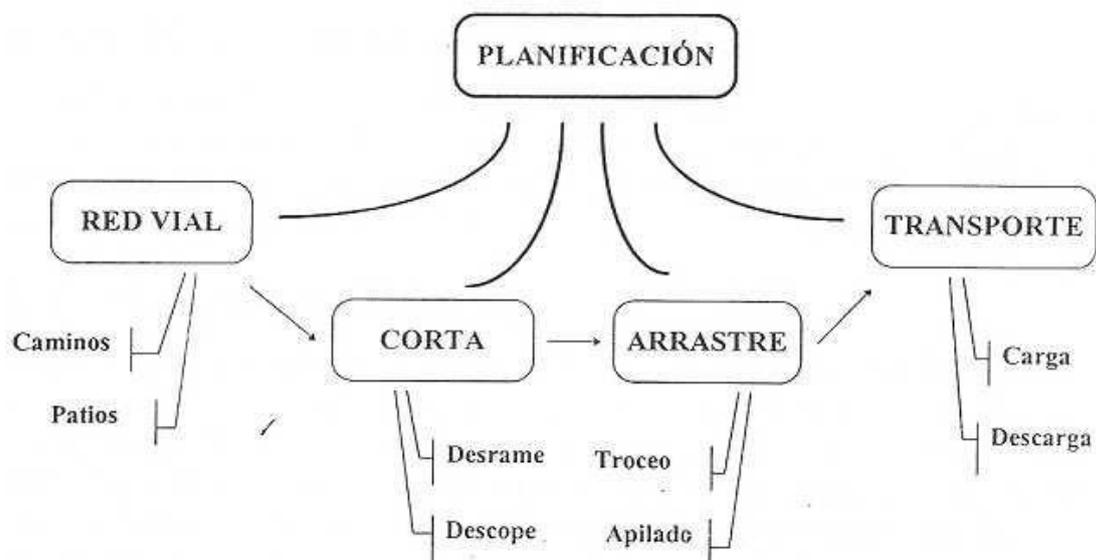
Producir madera, mantener calidad agua, conservar biodiversidad, fijar carbono, mantener belleza paisaje o propiciar vida silvestre requieren información precisa de la biomasa para tratar los rodales y orientar bosque en conjunto hacia gestión sostenible.

## 2.7. Sistema de aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal es una operación silvicultural que inicia con la planificación de las diferentes etapas del mismo en; corta de los árboles, extracción o arrastre de los fustes comerciales a un lugar de carga (patios y/o orillas de caminos), troceo y apilado de las trozas, carga de trozas (preferiblemente de igual longitud), y transporte de las trozas en camiones, para su posterior industrialización y comercialización.

El objetivo de un sistema de aprovechamiento forestal es obtener materia prima para un proceso de transformación de la madera, se puede definir un sistema de aprovechamiento forestal como un conjunto de tareas o actividades ordenadas que se realizan en el bosque para convertir los árboles en pie en materia prima utilizable por la industria. El objetivo es, entonces, abastecer de madera a la industria forestal.

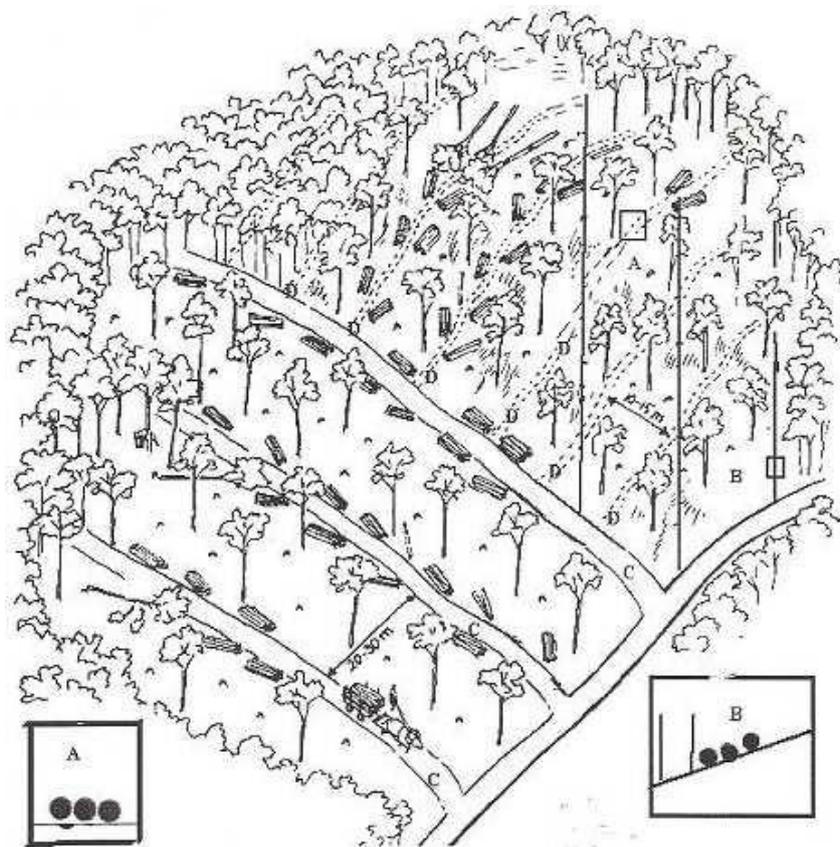
Es importante conceptualizar el aprovechamiento forestal como un sistema de producción, compuesto de varias etapas, cada una de las cuáles cumple una función indispensable para el éxito técnico y financiero del proyecto.



## 2.8. Planificación

La planificación es el proceso de determinar objetivos y definir la mejor manera de alcanzarlos. La misma tiene como fin dar dirección, reducir el impacto del cambio, minimizar el desperdicio y la redundancia y fijar los estándares para facilitar el control. Los principales aspectos a considerar en la etapa de planificación son los siguientes:

- Mapa base del aprovechamiento forestal: el poder contar con un mapa base para el aprovechamiento (curvas de nivel, red vial, patios de acopio, uso del suelo, etc.) facilita mucho la programación de las actividades.
- Red vial: es la primera etapa operativa del sistema de aprovechamiento y está compuesta por todos aquellos caminos y pistas de extracción que están entre los árboles y la industria. Su objetivo es hacer el transporte de los productos de la plantación a la industria.
- Las pistas de arrastre: son trochas temporales que se establecen con fin que no hayan distancias de arrastre superiores a 100-150 metros. Deben establecerse antes de iniciar la corta ya que la corta debe dirigirse con base en éstas pistas y la red vial de caminos existente. Las pistas de arrastre deben de marcarse en función de una serie de elementos como: Tipo de raleo; sistemático (en hileras) o selectivo, concentración de la madera, forma del terreno, dirección del arrastre, método de arrastre a utilizar (manual, animal, mecanizado). deben ser del ancho del método de extracción (bueyes, tractor agrícola) y deben estar libres de obstáculos como; troncos, ramas grandes, piedras.
- Pistas de saca: (sólo la carga viaja por la pista-como en los métodos de arrastre que usan el cable del winch) pueden ser más delgadas que las pistas de arrastre ya que éstas pueden ser del ancho de la carga.
- Las pistas de extracción se deben establecer en dirección a la pendiente quedando lo más planas posibles (A), para evitar que las trozas o fustes se recuesten a árboles (B) causando daños y atrasos innecesarios. Esquema de pistas de arrastre (C) y pistas de saca (D).



- Patios de acopio: dado que la red de caminos internos, generalmente, es de tipo "parte alta de la loma o cima", es decir, sobre las partes altas y más planas del terreno, los patios en su mayoría se deberían establecer en las orillas de los caminos y tomando en cuenta los siguientes aspectos:
- Sistema de carga:

**Tractor agrícola con pinzas:** necesita más espacio para poder maniobrar (juntar las trozas y moverse), pero es el que tenemos propio de la empresa y el más utilizado en la zona.

**Draga con grapa:** dado el alcance y la facilidad de movimiento puede cargar en lugares con cierto grado de pendiente y en espacios reducidos.

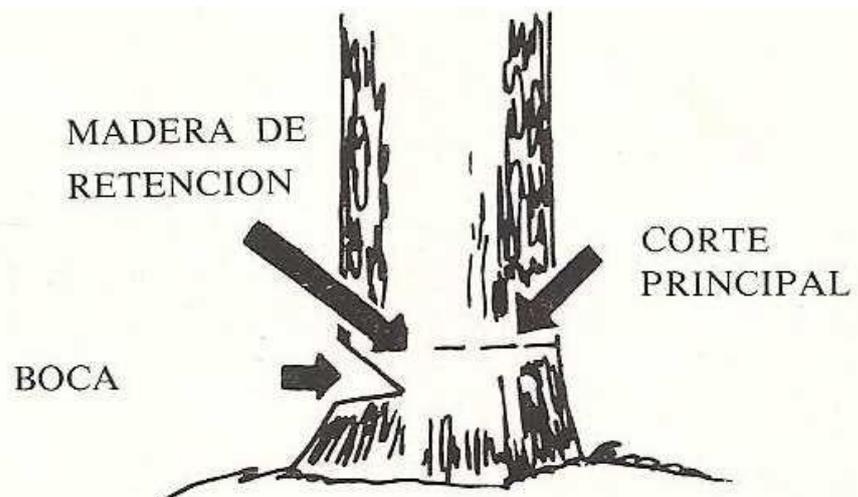
**Manual:** no necesita de un apilado eficiente, pero se ve fuertemente afectado por el tamaño de las trozas, o sea, funciona para trozas cortas (no más de 2,6m) y no muy gruesas (diámetros < a 20 cm). Además, se requiere de personal bien entrenado y el riesgo de accidentes laborales se incrementa.

## 2.9. Corta

La operación inicia con la corta (raleo), la cual consiste en derribar o tumbar el árbol, y se realiza con motosierra y en función de los árboles en pie, pistas de arrastre y posibles obstáculos, es decir se corta el árbol en forma dirigida (dirección de caída), con el objeto de facilitar la labor de arrastre, y de no dañar los árboles que se mantienen en pie. En este trabajo se deben cortar únicamente los árboles marcados previamente por personal de la empresa.

El corte del árbol debe realizarse lo más bajo posible, de manera que la altura del tocón o tronco sea mínima (5 cm.), o preferiblemente a ras de suelo.

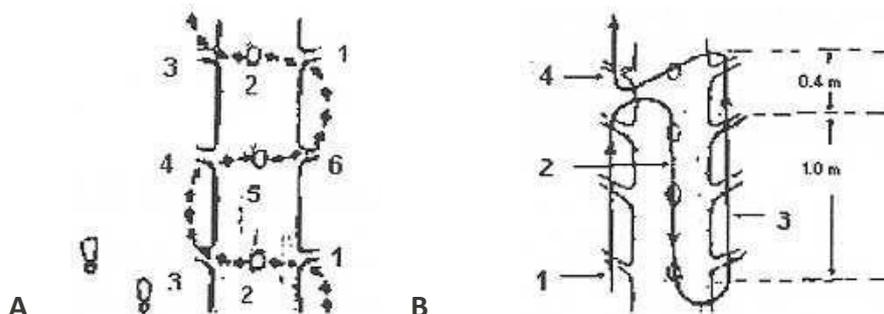
Todos los árboles se deben cortar efectuándoles la boca entre  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{4}$  del diámetro, y luego ejecutar el corte de caída, al lado contrario de la boca para provocar la caída del árbol. Cuando el tamaño de los árboles es superior a 20 cm., y el entrecruzamiento de copas es alto, se debe contar con equipo adicional (cuñas, etc).



## 2.10. Desrame y Descope

Posterior a la corta se realiza el desrame, que consiste en eliminar todas las ramas, con motosierra, que se encuentran en el fuste o tronco a extraer. Los cortes deben realizarse al ras de fuste para una mejor manipulación en las labores de arrastre, transporte e industrialización.

Principios básicos de las técnicas; (A) palanca y (B) péndulo.



Como labor complementaria al desrame, se aplica el descope y pica de toda la copa, para que se integre como materia orgánica al suelo, y no sea material combustible en la época seca y pueda generar incendios forestales.

En esta actividad lo que se pretende es bajar las ramas, es decir que estén en contacto con el suelo; no es necesario picar toda la rama. El desrame y despunte debe hacerse en la misma operación y en el mismo sitio (lugar de corta).

## 2.11. Arrastre

El arrastre o extracción de la madera de la plantación consiste en movilizar las trozas desde el sitio de corta; junto al tocón, hasta orilla de camino o patio de acopio para su posterior transporte o industrialización dentro de la finca. Esto porque en algunas fincas se puede realizar el corte en cuatro caras a las trozas, con equipo que se traslada hasta la plantación, para su posterior carga dentro de la misma finca.

El arrastre se realizará preferiblemente con la utilización de yuntas de bueyes, en combinación con el tractor agrícola (con wincher y algunas veces en forma manual, cargando al hombro).

## 2.12. Troceo

El troceo se hará posterior al arrastre, en la orilla de camino o patio de acopio, y consiste en dividir el fuste en trozas de largo variable de acuerdo al producto final a obtener, método de transporte o las necesidades de la industria, y que será determinado por la Gerencia Forestal y personal a cargo de la industria (aserradero).

En la labor de troceo también se realiza un saneo a la troza, cuando lo requiera, y que consiste en eliminar picos o abultamientos, que no se realizan en el desrame.

El diámetro mínimo de corta y las dimensiones de las trozas se determinan con anterioridad en función del producto a elaborar. Por el momento el diámetro mínimo de corta es de 11 cm con corteza en la cara menor, para cualquiera de las especies que se esté aprovechando.

### 2.13. Apilado

El apilado se realiza posterior al troceo y consiste en agrupar las trozas que posean los mismos largos, para facilitar las labores de carga y transporte.

El apilado o acomodo de trozas se hace en función del espacio y ubicación de los patios de acopio, y sobre todo en función del sistema de carga a utilizar.



### 2.14. Carga

El sistema de carga se realiza en función del espacio y ubicación de los patios de acopio y el largo de las trozas. Los métodos de carga más utilizados en esta Región son los siguientes;

Tractor agrícola con pinzas; necesita más espacio para poder maniobrar (juntar las trozas y moverse), pero es el que tenemos propio de la empresa y el más utilizado en la zona. Este método requiere al menos de 2 personas en la plataforma del camión.

Draga con grapa: dado el alcance y la facilidad de movimiento puede cargar en lugares con cierto grado de pendiente y en espacios reducidos.

Manual: no necesita de un apilado eficiente, pero se ve fuertemente afectado por el tamaño de las trozas, o sea, funciona para trozas cortas (no más de 2,6m) y no muy gruesas (diámetros < 20 cm). Además se requiere de personal bien entrenado y el riesgo de accidentes laborales se incrementa.

### 2.15. Dasonomía

Es la ciencia que estudia las disciplinas forestales. Es el conjunto de disciplinas que estudian los bosques respecto de su formación, manejo, reproducción y aprovechamiento, buscando la máxima renta del capital forestal en calidad y cantidad a perpetuidad.

### 2.16. Dasometría

Parte de la Dasonomía, que se ocupa de las mediciones de árboles y masas forestales, así como del estudio de las leyes métricas que rigen su evolución (crecimiento).

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.

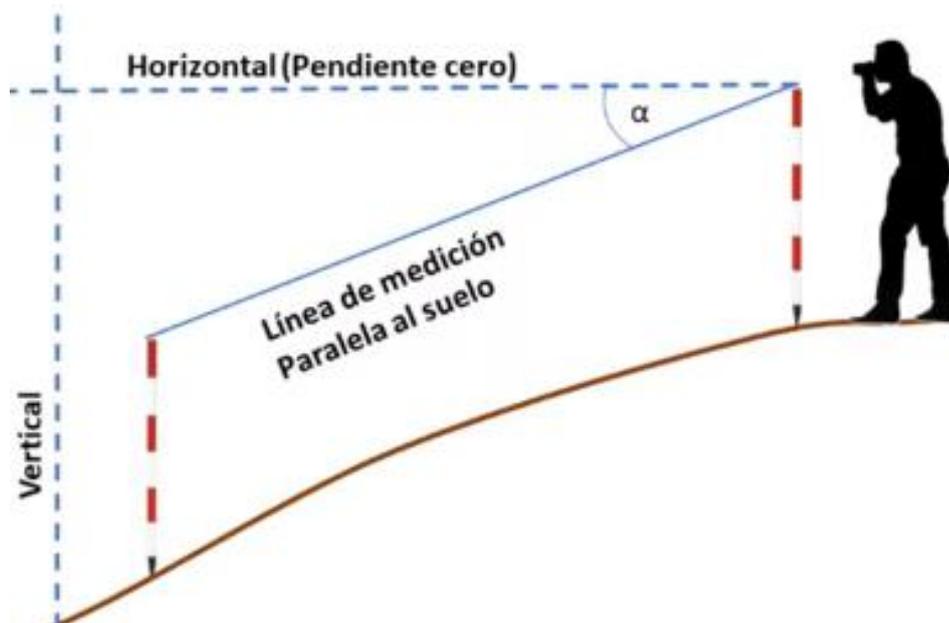
### 3. Procedimiento

#### 3.1. Delimitación y descripción de un rodal

- Los estudiantes deben ir a un área donde se encuentre variedad de especies forestales.
- Delimitar el área de estudio utilizando estacas, tomando en cuenta el concepto de rodal, con una cinta métrica medir el área total del rodal.
- Realizar un reconocimiento del área de estudio y caracterización de los componentes biofísicos (Fisiografía, suelo, zona de vida, hidrografía, clima, etc.)
- Delimitar con estacas y medir las pistas de arrastre, pistas de extracción y patios de acopio propuestas por los estudiantes,
- Realizar un croquis a escala del rodal.

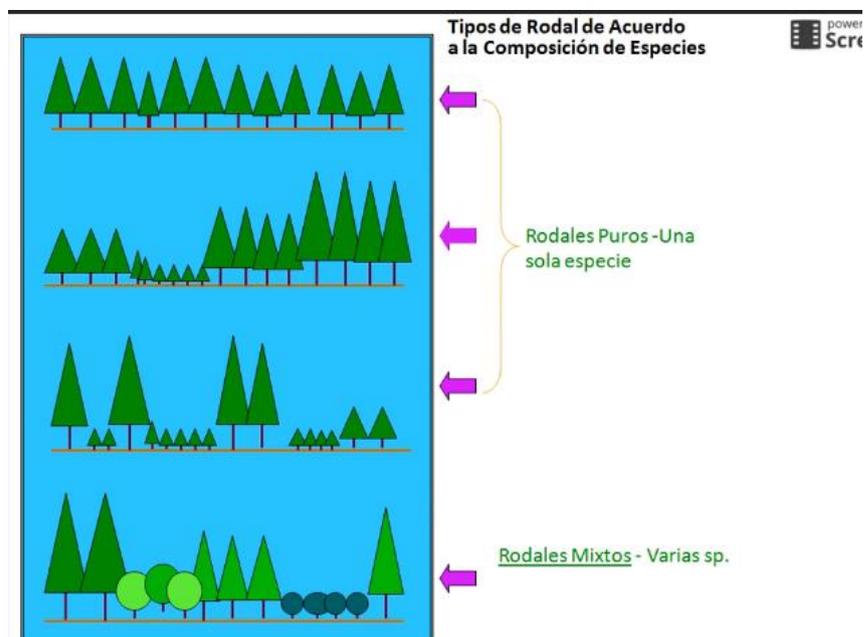
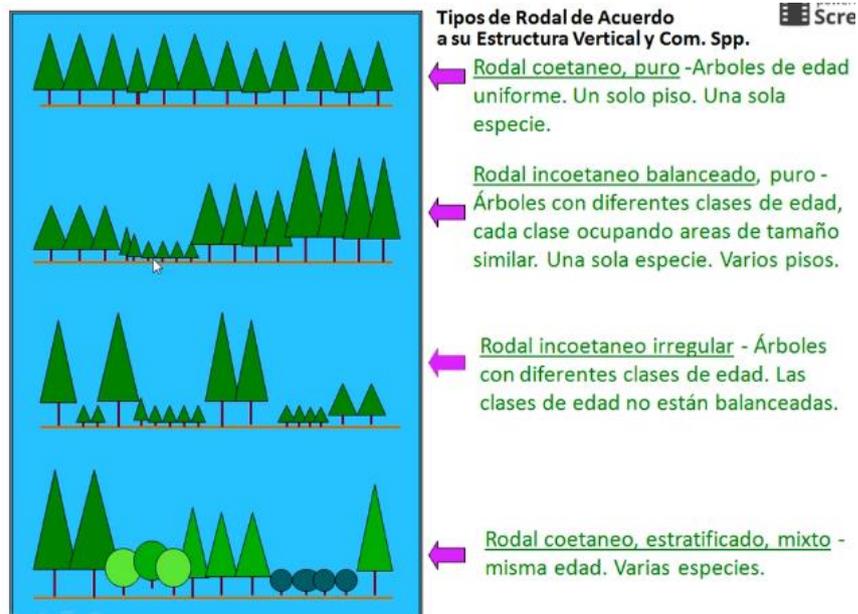
#### 3.2. Determinación de la pendiente del rodal

- Seleccionar 3 transectos a lo largo del rodal.
- Sembrar dos varas de un alto de 1.50 m a 10 cm de profundidad, una al inicio del rodal (a) y una al final del rodal (b), debe quedar alineada.
- Ubicarse a 30 cm de la primera vara para tener una visual de las 2 varas.
- Con el clinómetro alinear la punta de la primera vara con la de la segunda vara y tomar lectura de la pendiente en los 3 transectos y promediar.



### 3.3. Determinación del tipo de rodal

- Realizar un conteo del número de árboles en el área.
- Determinar las especies que se encuentran en el área y el número de árboles por especie.
- Estimar la edad de cada árbol (árbol joven, árbol viejo)
- Concluir que tipo de rodal se tiene según su estructura vertical y su composición de especies.



### 3.4. Calculo de la densidad del rodal

- Realizar el conteo del número total de árboles.
- Medir el área del rodal.
- Dividir el número de árboles dentro del área total del rodal.

## HOJA DE REPORTE PRÁCTICA No. 1

### Delimitación y descripción de un rodal

Integrantes		Grupo	# de rodal
<b>Características del rodal</b>			
Área (m <sup>2</sup> )			
Pendiente			
Fisiografía			
Suelo			
Zona de vida			
Topografía			
Clima			
<b>Croquis</b>			

**Determinación de la pendiente**

<b>Transecto</b>	<b>Pendiente</b>
<b>1</b>	
<b>2</b>	
<b>3</b>	
<b>Promedio</b>	

**Determinación del tipo de rodal**

<b>Tipo de rodal de acuerdo a su estructura vertical y com. Spp.</b>	
<b>Estructura vertical</b>	
<b>Composición especies</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Conclusión</b>	
<b>Tipo de rodal de acuerdo a su estructura vertical y com. Spp.</b>	
<b>Composición especies</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Conclusión</b>	

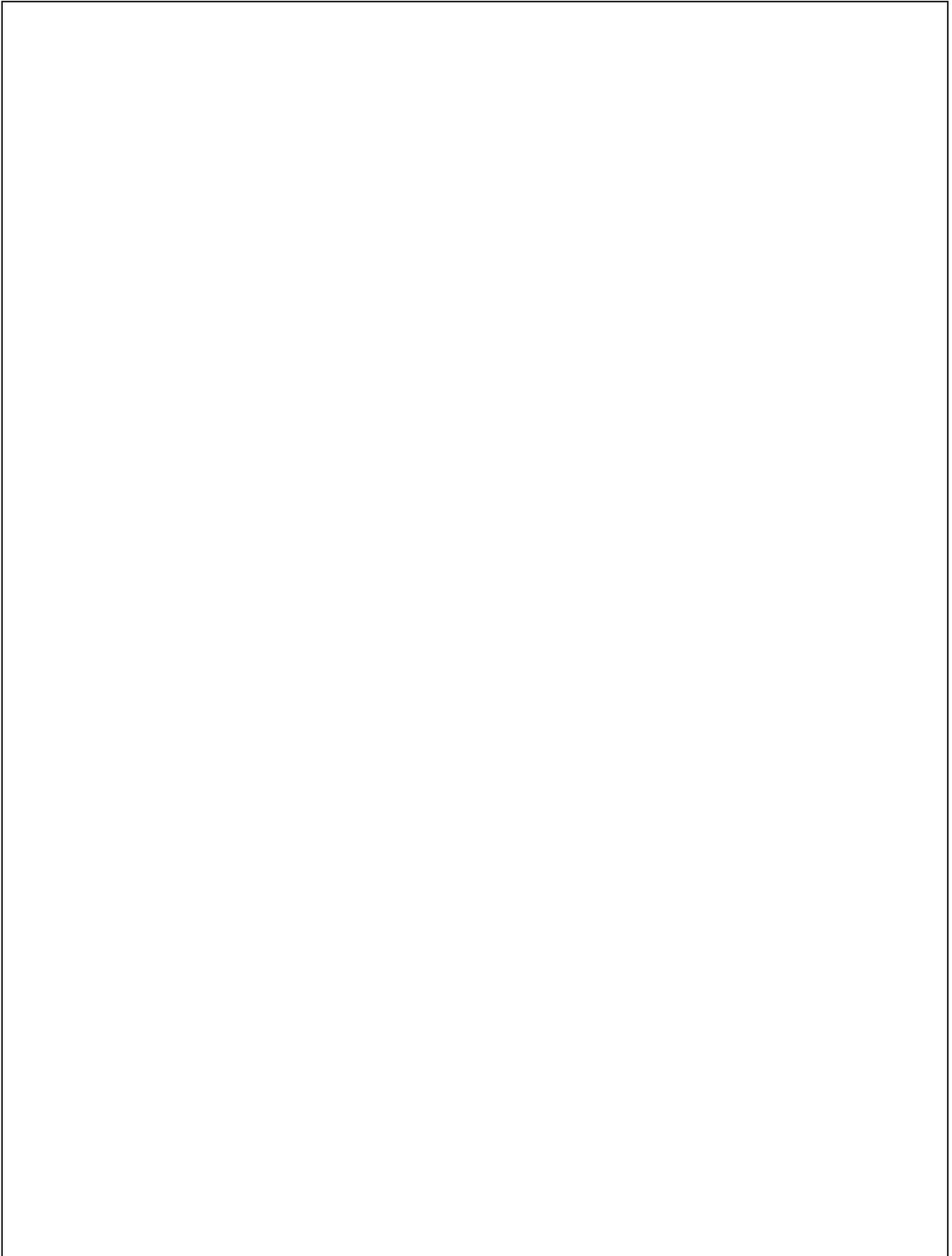
## HOJA DE TRABAJO PRÁCTICA No. 1

Complete los siguientes cuadros

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Tipo de uso</b>	<b>Descripción</b>
<i>Sterculia apetala</i>			
<i>Cupressus lusitanica,</i>			
<i>Cedrela odorata</i>			
<i>Quercus spp</i>			
<i>Alnus spp</i>			

Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Descripción
<i>Brosimum allicastrum,</i>			
<i>Gliricidia sepium</i>			
<i>Hevea brasiliensis</i>			
<i>Simarouba glauca</i>			
<i>Cedrela odorata</i>			

**Realice un esquema indicando los pasos y la descripción para elaborar un sistema de aprovechamiento forestal.**

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw a flowchart or diagram illustrating the steps and descriptions for developing a forest management system.

## PRÁCTICA No. 2

### UTILIZACIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN FORESTAL Y MEDICIÓN DE ARBOLES INDIVIDUALES

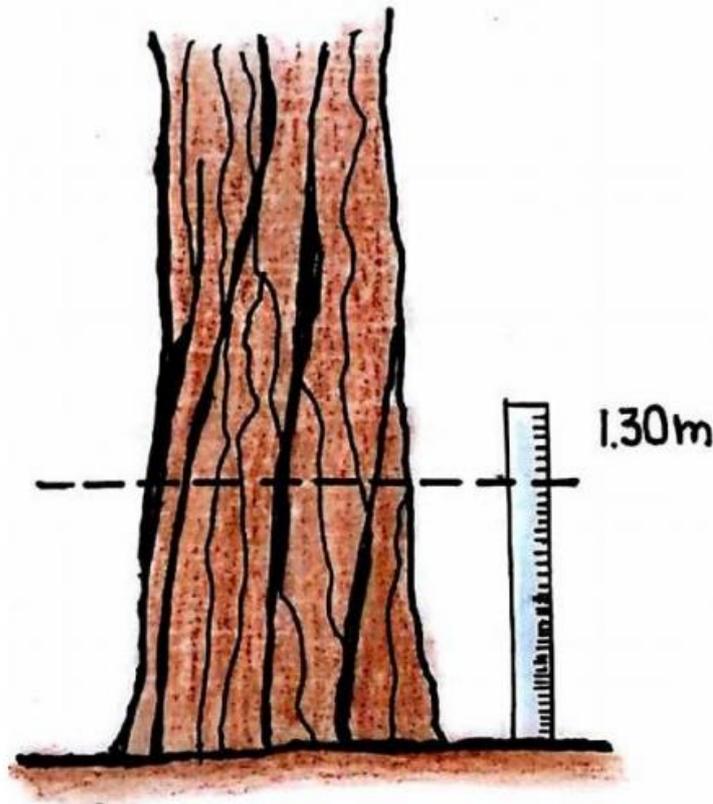
#### 1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Comprender los principios que fundamentan el diseño y uso de los instrumentos más empleados en medición forestal.
- 1.2. Aprender a realizar mediciones de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), altura de árbol y utilizando distintas metodologías.

#### 2. Marco Teórico:

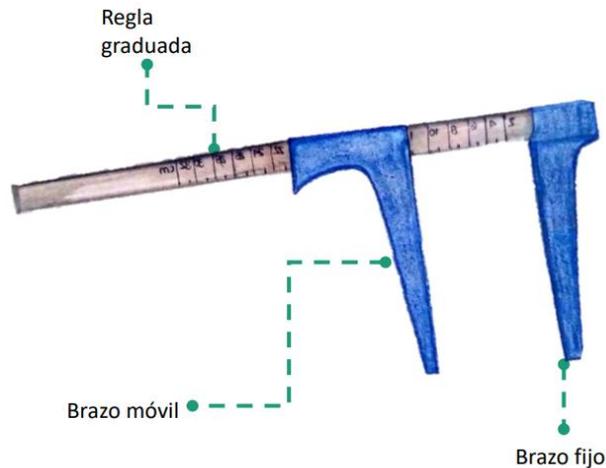
##### 2.1. Diámetro árboles en pie

- Fuste: el eje o tallo central del árbol; donde se concentra mayor proporción de madera o biomasa arboles maduros. Se le dice fuste al tronco o tallo de los árboles desde la base hasta el ápice o punta, sin incluir las ramas.
- Ramas: Forman la copa, es la parte del árbol o arbusto en la que crecen las hojas. Se trata de una estructura de madera conectada al tronco central.
- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP): tomada a 1.30 m. de altura sobre el suelo en la parte superior del terreno. Conocido como diámetro normal o estándar. Se conoce como diámetro altura pecho (dap) a la altura en que se debe tomar la medida del diámetro del tronco. Dentro de la biometría forestal se ha convenido que sea a 1.30m del suelo, debido a que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona.
- 



Las mediciones directas se pueden hacer con:

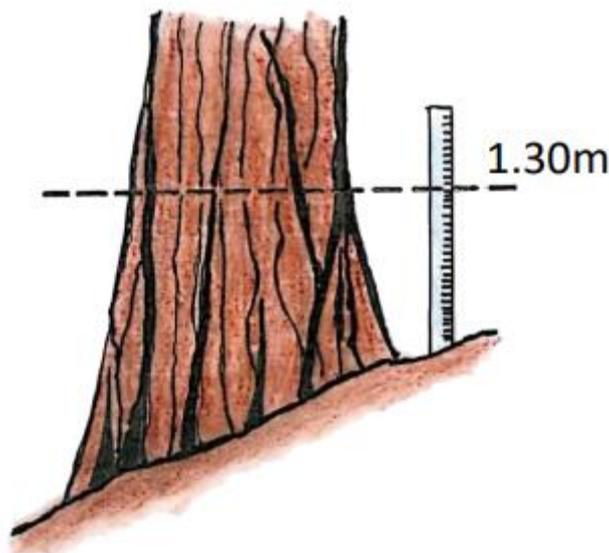
- Forcípula: El instrumento más adecuado para tomar medidas de diámetro en troncos de hasta 80cm de diámetro. La forcípula es una regleta graduada en milímetros, centímetros y metros, mide aproximadamente 1.20 m y tiene dos brazos, uno fijo y uno móvil.



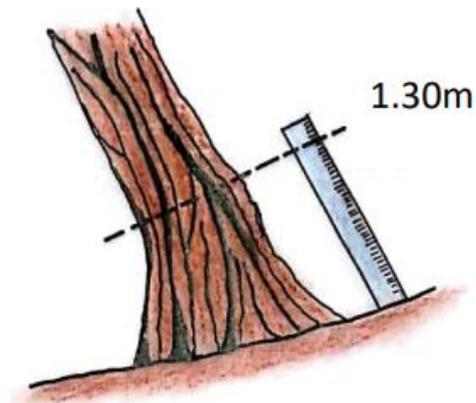
- Cinta diamétrica: La cinta diamétrica es una herramienta que nos ayuda a estimar el diámetro de un árbol, usualmente, la cinta viene graduada por uno de sus lados en metros y centímetros, el mismo que nos va a permitir medir el largo de la línea que une un punto a otro, y por el otro lado una escala que nos va a indicar la medida del diámetro de un árbol, dicha escala está construida tomando en cuenta la relación geométrica entre perímetro y diámetro de un círculo

## 2.2. Casos particulares en la toma del diámetro al fuste del árbol

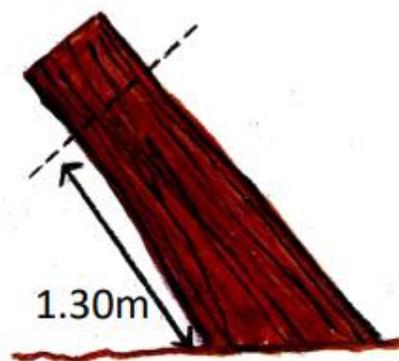
- El árbol se localiza en un terreno inclinado. Se toma la medida en la parte superior de la ladera.



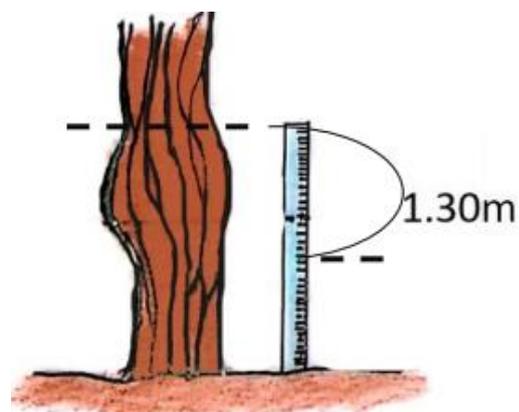
- El árbol está inclinado y en pendiente. La medida se toma por el lado en que se inclina el árbol.



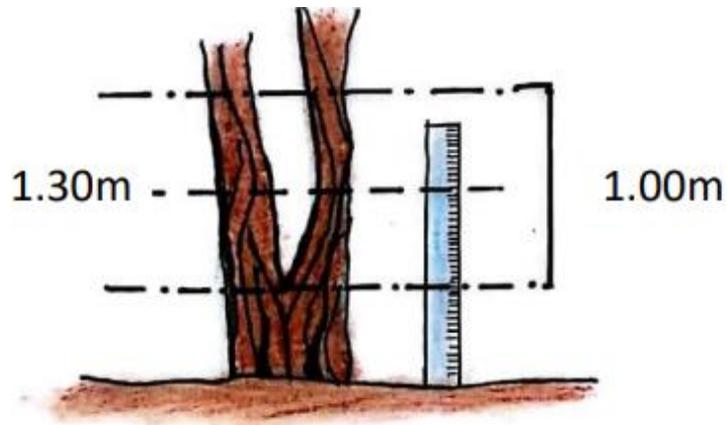
- Árboles inclinados La medición del diámetro se realiza a 1,3 m. La altura del tronco se mide donde se encuentran la base del tronco y el terreno formando un ángulo.



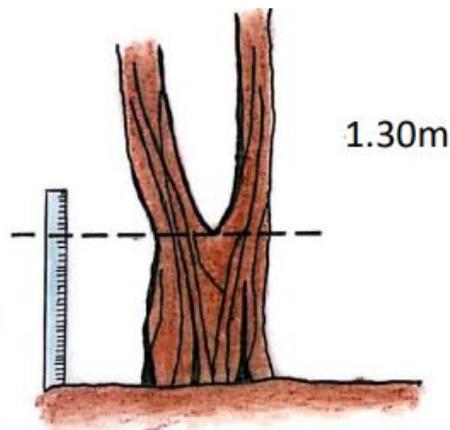
- Árboles con troncos irregulares situados a 1,3 m. Los árboles con protuberancias heridas, huecos, ramas, etc. a la altura del pecho, deben medirse justo por encima del punto irregular, allí donde la forma irregular no afecte al tronco.



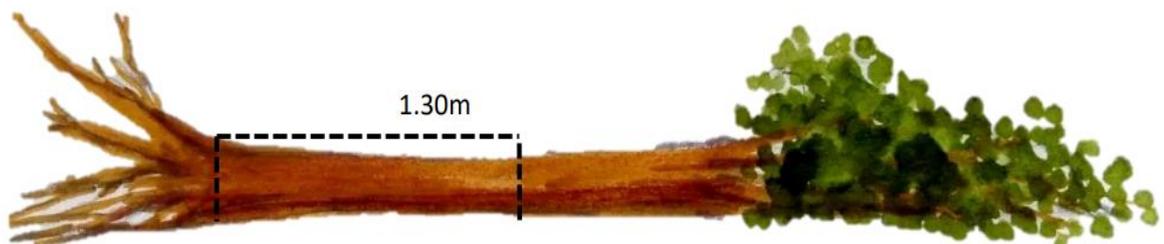
- Árbol se encuentra bifurcado por debajo de 1.30m Se consideran como dos ejemplares diferentes y se mide el diámetro de los dos fustes (d).



- Árbol se encuentra bifurcado por arriba de 1.30 m Se considera que existe un único árbol, haciendo la medición a la altura convenida.

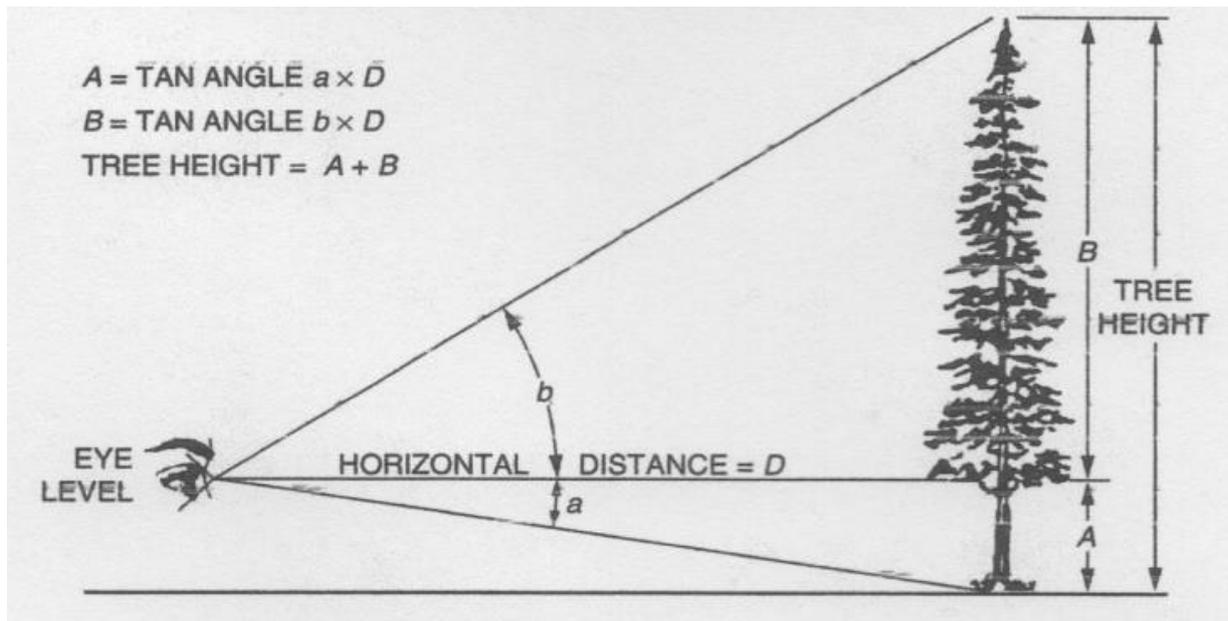


- Árbol caído: La medición del diámetro se realiza a 1,3 m. desde el punto de transición entre el tronco y la raíz.



### 2.3. Medición de alturas

- Basados en principios trigonométricos: parten existencia de triángulo rectángulo formado por árbol y terreno; utilizan la función tangente.
- Aparatos de fábrica de alta precisión.
- Aparatos: Clinómetros (inclinación) o Hipsómetros (alturas) Suunto, Haga o Digitales.
- Diagrama de medición de alturas:



### 2.4. Consideraciones para medir alturas

- Instrumentos precisión: bien calibrados proporcionan lecturas margen error entre 2 y 5% respecto altura real, siempre que ambos extremos del árbol (base y ápice) sean claramente distinguibles.
- Árboles inclinados deben medirse ángulo recto dirección inclinación para minimizar error altura. Lo mejor es escoger árboles no inclinados.
- Distancia horizontal (método trigonométrico) determinarse con uso cinta graduada tensada horizontal. Hipsómetros láser aparato establece.
- En terreno inclinado distancia horizontal debe compensarse con base en la pendiente (ver tabla en anexos).

### 2.5. Clinometro

El clinómetro es un instrumento de tamaño pequeño y liviano, de fuerte construcción y fácil utilización. Éste posee un orificio por el que se lee la inclinación del suelo en grados (al lado izquierdo) y el equivalente a por ciento al lado derecho. El clinómetro tiene una pesa calibrada y giratoria en su interior. Aunque el clinómetro tiene varios usos como medir la altura de árboles o edificios, su mayor uso en la agricultura es para medir la inclinación o pendiente del terreno.

## **2.6. Situaciones de medición con aparatos**

- Situación 1: Árbol sobre terreno plano. SUMAR las dos lecturas (a la base:símbolo - y al ápice: símbolo +). Caso más usual.
- Situación 2: Árbol en alto (observador en depresión del terreno): Restar la lectura a la base de la lectura al ápice.
- Situación 3: Árbol en depresión y lector en parte alta del terreno: Restar la lectura al ápice de la lectura a la base.
- Síntesis: signos diferentes se SUMAN, signos iguales se RESTAN.

## **2.7. Errores de medición de la DAP y H**

- Sistemáticos: se repiten constantemente. Causa puede ser aparato mal calibrado o sesgo del observador.
- Compensantes: resultan de aproximaciones en una lectura al recortar decimales; no son tan graves.
- Accidentales: producto del descuido en campo y en gabinete. Necesario trabajar con cuidado y orden.

## **2.8. Errores comunes en mediciones**

- No considerar las variantes para medición en árboles sobre terreno inclinado e irregulares.
- Cinta diamétrica no colocada horizontalmente.
- Distancia horizontal incorrecta: no compensar por pendiente o cinta métrica no tensada. • Mala visibilidad ápice/base árbol (rodal denso).
- Observador muy cerca del árbol (recomendable ubicarse a distancia similar a la altura; puede duplicarse escalas en aparatos).

### 3. Procedimiento

#### 3.1. Medición de DAP con forcípula

- Marcar 15 árboles con nylon y numerarlos, dependiendo del caso medir los 1.30 m de alto para realizar la medición y colocar una marca.
- Asegurarse que la forcípula se coloque de forma ajustada al tronco, con la finalidad de evitar que los brazos de la forcípula al cerrarse compriman la corteza.
- La forcípula debe estar en una posición perpendicular al tronco.
- Nada debe evitar el contacto directo entre la forcípula y la corteza del árbol a medir.



1. Se posiciona la regleta en forma perpendicular al tronco.



2. Se mueve la regleta para posicionar la cuchilla fija sobre el tronco.



3. Se cierra la cuchilla móvil sobre el tronco.

- Anotar el DAP de los 20 árboles en la hoja de reporte.

#### 3.2. Medición de DAP con cinta diamétrica

- Marcar 15 árboles con nylon y numerarlos, dependiendo del caso medir los 1.30 m de alto para realizar la medición y colocar una marca a esa altura.
- Colocar la cinta diamétrica alrededor de la marca de los 1.30 m.
- Ubicar el 0 de la cinta como punto de referencia.
- La cinta se debe cruzar el cero o guía debe quedar en la parte de abajo y la numeración en la parte de arriba como se muestra en la siguiente imagen.

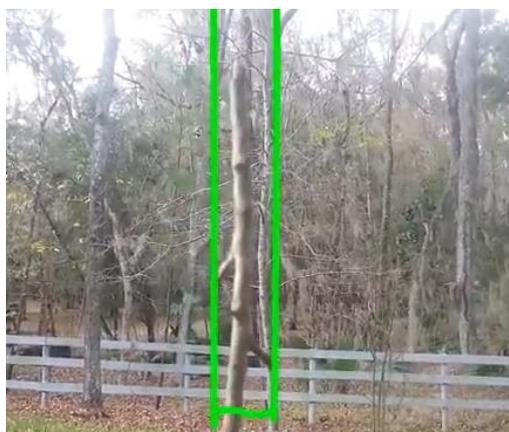


### 3.3. Medición de altura de un árbol con una regla y cinta métrica

- Marcar 10 árboles con nylon y numerarlos, dependiendo del caso medir los 1.30 m de alto para realizar la medición y colocar una marca.
- Medir 1.30 m de la base del suelo sobre el fuste del árbol y colocar una marca a esa altura.
- Cubrir con una regla a una distancia necesaria donde se pueda cubrir toda la altura del árbol.
- Tomar la medida en cm donde se encuentra la marca a 1.30 m y también la altura en cm de todo el árbol.
- Realizar una regla de 3 relacionando la altura en cm con los 1.30 m.

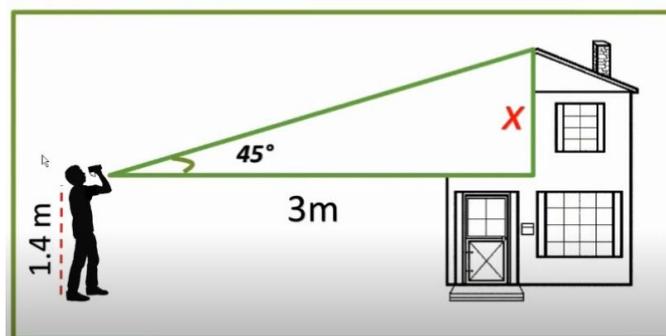
### 3.4. Estimación de alturas por el método del leñador

- Marcar 10 árboles con nylon y numerarlos, dependiendo del caso medir los 1.30 m de alto para realizar la medición y colocar una marca.
- Seleccionar una vara de unos 20 cm de longitud, hacer coincidir la vara con el tamaño del árbol.
- Al hacer coincidir la vara con la altura del árbol mover la mano de manera horizontal y marcar con la vista a donde llegue la punta de la vara.
- Por ultimo medir con una cinta métrica desde el tronco del árbol al punto marcado con la vista y anotar los resultados.



### 3.5. Medición de altura de un árbol con clinómetro casero

- Hacer el clinómetro casero pasando el hilo por el centro del transportador y haciendo un nudo, luego pegar un lápiz en el lado horizontal del transportador con el masking tape y amarrar el tornillo como contra peso del otro extremo del hilo
- Marcar 10 árboles con nylon y numerarlos.
- Colocarse a una distancia donde con el clinómetro pueda observar hasta la punta del árbol.
- Con una cinta métrica o con un distanciometro tomar la distancia entre el árbol y el observador.
- Medir la altura del suelo a la altura de los ojos del observador.
- Verificar en el clinómetro el ángulo de elevación.
- Tomar una fotografía donde se observe el árbol y el observador y realizar un esquema como el de la siguiente imagen, señalando las medidas ya tomadas.



- Utilizar la siguiente fórmula para ingresar los datos obtenidos

$$X = Dh * \text{Tan } \angle$$

- Al resultado de X le debemos sumar la altura a los ojos del observador para tener la altura del árbol.

### 3.6. Medición de altura de un árbol con el clinómetro suunto

- Colocarse a 15 o 20 m del árbol dependiendo de la graduación del clinómetro
- Realizar la vista arriba y anotar el dato de altura del clinómetro
- Realizar la vista abajo y anotar el dato de altura del clinómetro
- Ingresar los datos a la siguiente fórmula

$$\text{Altura del árbol} = \text{vista arriba} + \text{vista abajo}$$

- Debe tomar en cuenta que los dos datos que obtenga en el clinómetro los debe trabajar como positivos.

## HOJA DE REPORTE PRÁCTICA No. 2

Integrantes		Grupo
Medición de DAP (CM)		
Árbol	Forcípula	Cinta diamétrica
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

<b>Medición de altura (M)</b>			
<b>ÁRBOL</b>	<b>Método regla</b>	<b>Método leñador</b>	<b>Clinómetro</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			
<b>5</b>			
<b>6</b>			
<b>7</b>			
<b>8</b>			
<b>9</b>			
<b>10</b>			

## HOJA DE TRABAJO PRÁCTICA No. 2

Complete el siguiente cuadro

Instrumento	Uso y descripción	Ilustración
<b>Cinta diamétrica</b>		
<b>Clinómetro</b>		
<b>Forcípula</b>		
<b>Hipsómetro haga</b>		
<b>Hipsómetro Suunto</b>		
<b>Barreno de incrementos</b>		
<b>Medidor de corteza</b>		
<b>Regla Biltmore</b>		
<b>Baston de krieger</b>		

Realice la medición de altura mediante el método del leñador y el método de la regla de 5 árboles distintos a los que se midieron en el campus de la universidad, pueden ser árboles que se encuentren en su colonia, y llene el siguiente cuadro.

ÁRBOL	Método leñador	Método regla	Foto

## PRÁCTICA No. 3 Cubicación de árboles y trozas

### 1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Adquirir conocimientos generales sobre las diferentes situaciones Cubicación: árboles pie, trozas, m3 o Pies.
- 1.2. Calcular el volumen de madera de un árbol en pie y árboles derribados (trozas) mediante la cubicación.

### 2. Marco Teórico:

#### 2.1. Cubicación

Es un procedimiento en el cual el agricultor toma datos reales de las dimensiones de los árboles en pie (diámetro altura pecho en metros y altura en metros), trozas (diámetro mayor, diámetro menor y largo) o madera aserrada (ancho, largo y espesor), utilizando un instrumento de medida como una cinta métrica. Esto con el fin determinar el volumen de los árboles y productos forestales que se encuentran en una determinada parcela o terreno.

- Aplicación: pago impuestos, obtención licencias aprovechamiento forestal del gobierno (legal = m3) y compra/venta productos (comercial = pies tabla).
- Interesa cubicar: árboles en pie, sus productos (trozas,leña, postes) diferenciados por dimensiones y luego madera aserrada.

#### 2.2. Cubicación árbol en pie (con factor de forma)

Este caso se da cuando el árbol aún se encuentra en pie es decir en su forma natural en el bosque, para conocer el volumen de madera de un árbol en pie se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi \times (Dap)^2 \times H \times f}{4}$$

Dónde:

V = Volumen de la madera en metros cúbicos

Dap = Diámetro del árbol a la altura del pecho en metros

H = Altura del árbol en metros

f = Factor de forma = 0.40 (factor de forma empírico)

\*el valor del factor de forma puede variar según la especie que se esté trabajando.

#### 2.3. Volumen árbol en pie con modelo para *Cupressus lusitanica* (Ciprés común)

Existen modelos específicos para el cálculo de volumen de las diferentes especies, en el caso del *Cupressus lusitanica* (Ciprés común) el modelo a utilizar es el siguiente:

$$V = 0.0134651922 + 0.0000289134 (Dap^2 H)$$

Donde:

Dap = DAP en metros

H = Altura Total en metros

V= Volumen total en metros cúbicos sin corteza.

## 2.4. Trozas comerciales

Se consideran como tales las secciones del fuste que pueden aserrarse y tienen como mínimo 8 pies de longitud.

## 2.5. Cubicación de trozas comerciales

Esta puede hacerse utilizando metros cúbicos (oficial en Guatemala), pies tablares (comercial) o por el peso.

## 2.6. Área basal

Es la superficie de una sección circular, en este caso la superficie de los puntos en que se mide el diámetro en trozas, para su cálculo se emplea la siguiente formula:

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

Donde:

D= diámetro de la troza en metros

## 2.7. Fórmulas más utilizadas para la cubicación de trozas

### 2.7.1. Huber

$$vol = (AB_{\frac{1}{2}}L) \times L$$

Donde:

AB 1/2 L: Área basal a la mitad del largo de la troza.

L: largo de la troza.

#### ➤ Consideraciones

- Requiere una sola medición.
- Difícil su empleo cuando las trozas están apiladas.
- No permite obtener diámetro sin corteza.
- Huber supone la forma del cono truncado (diámetro medio se ubica al centro longitud troza)

### 2.7.2. Smalian

$$\text{Vol} = \left( \frac{\text{ABM} + \text{ABm}}{2} \right) * L$$

Donde:

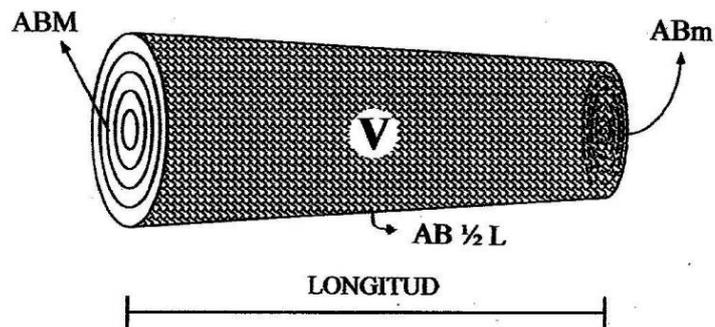
ABM: Área Basal extremo mayor d.

ABm: Área Basal extremo menor d.

L: largo de la troza.

#### ➤ Consideraciones

- Más fácil y barato, pero menos exacta en trozas basales con extremo acampanado ya que sobreestima.
- Puede corregirse proyectando diámetro extremo menor.



### 2.7.3. Newton.

$$\text{Vol} = \left( \frac{\text{A1} + 4\text{A} + \text{A2}}{6} \right) * L$$

Donde:

A1: Área Basal extremo menor.

A2: Área Basal extremo mayor.

A: Área Basal mitad largo troza.

L: largo de la troza

#### ➤ Consideraciones

- Newton Corresponde a formula del neiloide truncado.
- Más exacta pero menos práctica; uso limitado a investigación.

### 3. Procedimiento

#### 3.1. Cubicación de árboles en pie

- Los estudiantes procederán a realizar el cálculo de volumen para árboles en pie con la fórmula de factor de forma utilizando 10 árboles ubicados en el campus central.
- Identificar 10 árboles a los cuales le deben calcular la altura por medio de cualquier método aprendido en las practicas anteriores.
- Calcular el DAP de los 10 árboles.
- Calcular el volumen con la fórmula de factor de forma.

Árbol	Altura	DAP	Volumen

- Los estudiantes procederán a realizar el cálculo de volumen para árboles en pie con la formula con factor de forma y con el modelo específico para *Cupressus lusitánica* (ciprés común)

**Ejercicio 1.**

En la Comunidad San Juan Bautista en el departamento de Suchitepéquez, se aprobó la venta de un árbol de cedro, para lo cual deben realizar la respectiva cubicación. El agricultor se dirige al bosque y obtiene las siguientes medidas.

Dap = 50 cm

H = 5 m

f = 0.75

Obtenga el volumen del tronco y por ultimo convierta el resultado a pies tablares para obtener el rendimiento de la troza (tome en cuenta que un metro cubico equivale a 270 pies tablares.)

**Ejercicio 2.**

En la finca Los Sapitos se encuentran cubicando arboles de *Cupressus lusitánica* (ciprés común) por lo que se le encarga a usted como ingeniero que realice los cálculos de volumen con el modelo respectivo para la especie, a continuación, se presentan los datos de cada árbol:

Árbol 1:

Dap= 45 cm

H= 8m

Árbol 2:

Dap= 0.57 m

H= 7.8 m

Árbol 3:

Dap= 40 cm

H= 670 cm

CUBICACIÓN DE ÁRBOLES EN PIE	EJERCICIO 1	EJERCICIO 2
RESULTADOS		

### 3.2. Cubicación de trozas

- Los estudiantes realizarán los cálculos de volumen de troza con las 3 fórmulas correspondientes que fueron indicadas previamente.

#### Ejercicio 1

Con los datos siguientes calcule el volumen de las trozas utilizando la fórmula de Huber

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>Diámetro a la mitad del largo</b>	0.3	0.25	0.34	0.4	0.44	0.28	0.37	0.35	0.2
<b>Longitud troza en m</b>	0.3	0.45	0.8	1.1	1.5	0.96	0.9	0.74	0.4
<b>Volumen</b>									

#### Ejercicio 2

Con los datos siguientes calcule el volumen de las trozas utilizando la fórmula de Smalian

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>ABM (m2)</b>	0.4	0.2	0.5	0.7	0.2	0.38	0.38	0.8	0.19
<b>ABm(m2)</b>	0.3	0.15	0.47	0.63	0.18	0.3	0.31	0.71	0.1
<b>L(m)</b>	1.1	0.7	1.3	2.3	0.48	0.44	1.1	2.1	0.55
<b>Volumen</b>									

### Ejercicio 3.

Con los datos siguientes calcule el volumen de las trozas utilizando la fórmula de newton

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
A1 (m2)	0.4	0.2	0.5	0.7	0.2	0.38	0.48	0.8	0.19
A2(m2)	0.3	0.15	0.45	0.63	0.17	0.3	0.41	0.68	0.1
A	0.38	0.17	0.47	0.67	0.19	0.35	0.47	0.74	0.14
L(m)	1.1	0.7	1.3	2.3	0.48	0.44	1.1	2.1	0.55
Volumen									

### HOJA DE TRABAJO PRÁCTICA No. 3

Realice el cálculo de volumen de 5 árboles distintos a los que se midieron en el campus de la universidad, pueden ser árboles que se encuentren en su colonia, y llene el siguiente cuadro.

DAP	Altura	Volumen	Foto

## PRÁCTICA No. 4

### Cubicación de otros Productos Leñosos

#### 1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Conocer la relevancia y los métodos de medición de Productos energéticos: Leña y Carbón Vegetal.
- 1.2. Aplicar las fórmulas para la cubicación de otros productos leñosos.

#### 2. Marco Teórico:

##### 2.1. Leña

Madera destinada a ser quemada (combustible) para fines domésticos o industriales (ladrilleras, tortillerías, generación electricidad).

##### 2.2. Relevancia de la biomasa como combustible en Guatemala

La biomasa es la principal fuente de energía en las zonas más pobres y sin electricidad (rurales) 2.1 millones familias cocinan con fogones abiertos.

El 85% de la demanda de leña es por parte de los hogares rurales, mientras que el 13% es por parte de los hogares urbanos y solo un 2% para el área industrial. Esto se debe a que factores como pobreza, fluctuaciones de precio y pobre infraestructura limitan un mayor uso gas propano o GLP (derivado petróleo)

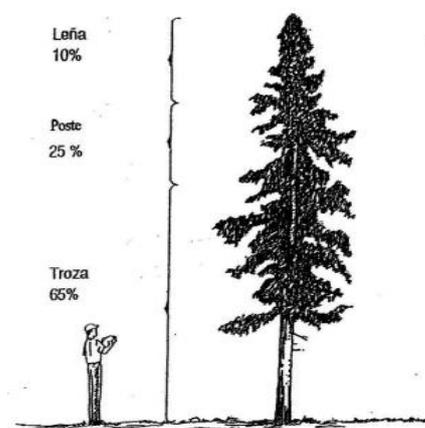
##### 2.3. Impacto del consumo de leña

En la salud: Aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiacas o respiratorias ya que aspirar el humo de la cocina todos días equivale a fumar 2 cajetillas de cigarros diarios.

En el medio ambiente: incremento emisiones CO<sub>2</sub> a la atmosfera. También el alto consumo de leña conduce a mayor presión hacia bosques: deforestación y degradación forestal.

##### 2.4. Cubicación de leña

Normalmente se usa como leña aquella madera que no tiene uso industrial esta puede obtenerse de partes del árbol como puntas fustes gruesos, ramas y árboles de diámetros menores a 10 cm (4 pulgadas); esto varía.

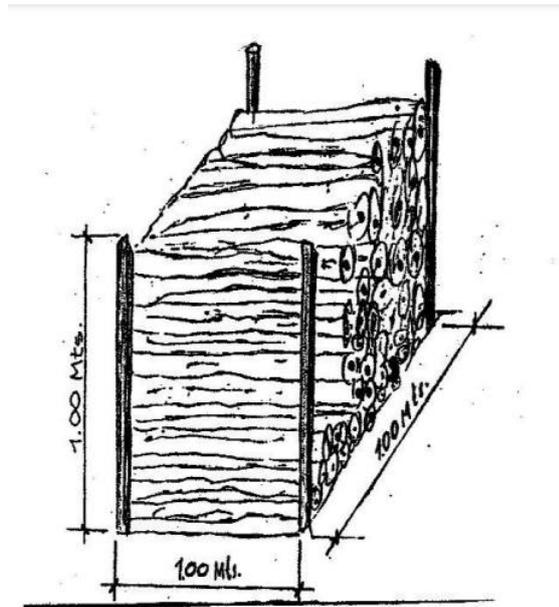


## 2.5. Clasificación de la leña

- Rajada: resulta de seccionar trocillo. Es el tipo más usual y con mayor valor al requerir más proceso y posibilidad de uso.
- Trocillo: leña rolliza de diámetros superiores a 2 pulgadas, usualmente resultantes de ramas gruesas o puntas de trozas.
- Palito: leña rolliza de los diámetros menores posibles, usualmente 1-2 pulgadas.

## 2.6. Medición de la leña

La leña se mide al estar apilada como se muestra en la siguiente imagen:



- **Volumen estéreo** es el espacio que ocupa la madera apilada incluyendo el espacio entre leños (poros)
- **Metro estéreo** es la madera en pilas que quepa en un metro cúbico. El volumen estéreo tiene menor contenido de madera por los espacios entre leños. Esta diferencia varía de acuerdo al grosor del leño y la forma de apilarla; esto ha dado lugar a la creación del Coeficiente de apilamiento (k).

## 2.7. Cubicación de leña

### 2.7.1. Calculo de coeficiente de apilamiento (k)

Su valor oscila entre 0.45 – 0.80 y se calcula por medio de la siguiente formula:

$$k = \frac{\text{volumen de madera (leños)}}{\text{volumen estereo (leños + poros)}}$$

## 2.7.2. Formula nacional para cubicar leña en patio

$$V = L * A * H * 0.78$$

Donde:

V: Vol real de leña en m<sup>3</sup>

L: largo de la pila en m.

A: ancho de la pila (depende largo leño)

H: altura pila en m.

0.78: k (Coef de apilamiento)

**Tarea de leña** unidad de medida comercial para compra/venta leña en Guatemala.

1 vara de altura (0.836 m) x 4 varas de largo (3.344 m) x 0.5 m de ancho son la medida más usual, aunque varía en función del largo del leño. 1 Tarea= 0.83m x 3.34m x 0.5m x 0.78 1 Tarea = 1.096 m<sup>3</sup>

## 2.8. Cubicación de carbón vegetal

Usualmente el carbón vegetal se elabora en hornos artesanales en fincas y luego se transporta dentro de redes en camiones.

Su volumen se calcula con la siguiente formula:

$$V = L * A * h * 0.45 - 0.6$$

Donde:

V: Vol. en m<sup>3</sup>

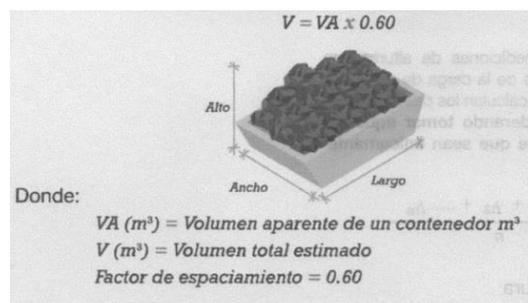
L: largo carrocería camión en m.

A: ancho carrocería en m.

H: altura carrocería en m.

0.45: coeficiente apilamiento.

Carbón a granel 0.55



## 2.9. Postes

### 2.9.1. Postes

Se venden por pie lineal, y debe contar con diámetros mínimos y longitudes fijas. En el mercado nacional se venden usualmente para uso eléctrico, y construcción de pilotes muelles o casas.

### 3. Procedimiento

#### 3.1. Cubicación de leña rollizada apilada

Estimación de volumen aparente de una forma regular y uso de factor de espaciamento. Estimación de volumen aparente de una forma regular y uso de factor de espaciamento.

$$VA (m^3) = \text{Alto (m)} \times \text{Ancho (m)} \times \text{Largo (m)}$$

$$V (m^3) = VA (m^3) \times 0.5$$

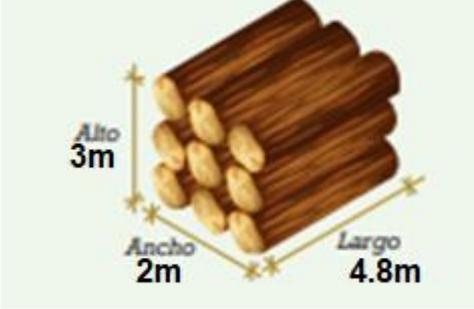
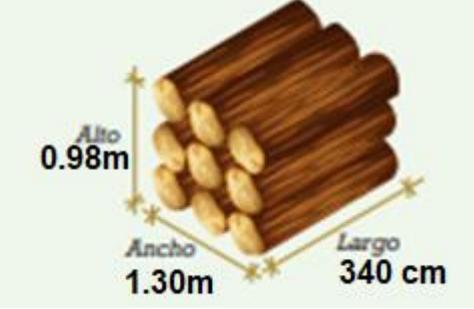
Donde:

VA (m<sup>3</sup>) = Volumen aparente m<sup>3</sup>

V (m<sup>3</sup>) = Volumen total estimado

Factor de espaciamento = 0.5

El estudiante debe cubicar la siguiente leña rollizada apilada mediante la fórmula anterior.

Leña	VA (M <sup>3</sup> )	V (M <sup>3</sup> )
		
		
		

Leña	VA (M <sup>3</sup> )	V (M <sup>3</sup> )
 <p>Alto 0.83 m Ancho 1.23 m Largo 3.78 m</p>		
 <p>Alto 130 cm Ancho 2.4 m Largo 6 m</p>		
 <p>Alto 1.90 m Ancho 4 m Largo 200 cm</p>		
 <p>Alto 3 m Ancho 400 cm Largo 455 cm</p>		

### 3.2. Cubicación de leña rajada apilada

Estimación de volumen aparente de una forma regular y uso de factor de espaciamento.

$$VA (m^3) = \text{Alto (m)} \times \text{Ancho (m)} \times \text{Largo (m)}$$

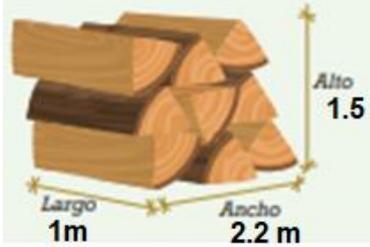
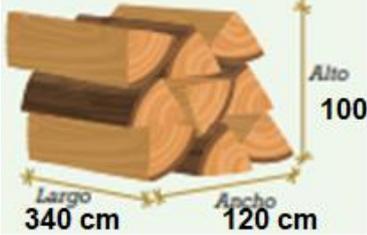
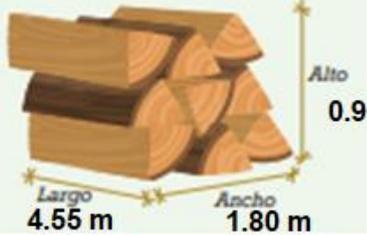
$$V (m^3) = VA (m^3) \times 0.784$$

Donde:

VA (m<sup>3</sup>) = Volumen aparente m<sup>3</sup>

V (m<sup>3</sup>) = Volumen total estimado

Factor de espaciamento = 0.784

Leña	VA (M <sup>3</sup> )	V (M <sup>3</sup> )
		
		
		
		

### 3.3. Cubicación de leña no apilada

Estimación de volumen aparente de un cono y uso de factor de espaciamento.

$$VA (m^3) = \left( \frac{C^2}{12\pi} \right) \times h$$

$$V (m^3) = VA (m^3) \times 0.624$$

Donde:

A = Volumen aparente de un cono (m<sup>3</sup>)

C = Circunferencia (m) h = Altura (m)

π = Constante Pi (3.1416)

V = Volumen total estimado (m<sup>3</sup>)

Factor de espaciamento = 0.624

Leña	VA (M <sup>3</sup> )	V (M <sup>3</sup> )
 <p>Circunferencia <b>2.5 m</b></p> <p>Alto <b>1.1 m</b></p>		
 <p>Circunferencia <b>300 cm</b></p> <p>Alto <b>0.90m</b></p>		
 <p>Circunferencia <b>188 cm</b></p> <p>Alto <b>1.45 m</b></p>		
 <p>Circunferencia <b>188 cm</b></p> <p>Alto <b>125 cm</b></p>		

### 3.4. Cubicación de leña rajada apilada en vehículo

Estimación de volumen aparente de un cubo y uso de factor de espaciamento.

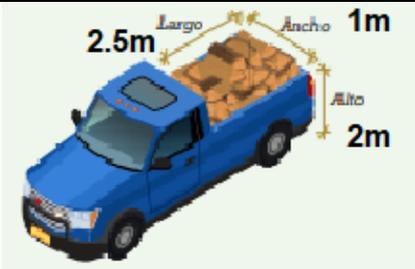
$$VA (m^3) = Alto (m) \times Ancho (m) \times Largo (m)$$

$$V (m^3) = VA (m^3) \times 0.624$$

VA (m3) = Volumen aparente de un cubo m3

V (m3) = Volumen total estimado

Factor de espaciamento = 0.624

Leña	VA (M <sup>3</sup> )	V (M <sup>3</sup> )
		
		
		
		

### 3.5. Cubicación de carbón a granel

Estimación del volumen aparente de un contenedor y uso de un factor de espaciamento para determinar el volumen de carbón.

$$VA (m^3) = Alto (m) \times Ancho (m) \times Largo (m)$$

$$V = VA \times 0.60$$

Donde:

VA (m<sup>3</sup>) = Volumen aparente de un contenedor m<sup>3</sup>

V (m<sup>3</sup>) = Volumen total estimado

Factor de espaciamento = 0.60

Leña	VA (M <sup>3</sup> )	V (M <sup>3</sup> )
		
		
		
		

## HOJA DE TRABAJO PRACTICA No. 4

### Realice los siguientes ejercicios

1. Estime el volumen de leña rolliza en un bloque de 0.55 m de altura y 2 m de largo, considerando que la longitud promedio de la leña es de 0.43 m.
2. Estime el volumen de leña rajada en un bloque de 1.5 m de altura y 2 m de largo, considerando que la longitud promedio de la leña es de 0.45 m.
3. Estime el volumen de leña rajada que se transporta de forma desordenada en un Pick Up con una palangana de 1.3 m de largo, 0.65 m de altura y 1.76 m de ancho.
4. Estime el volumen de leña que esta amontonada en un patio en forma de cono, que tiene una circunferencia de 15 m y una altura aproximada de 3m.

## BIBLIOGRAFÍA

Anaya, H., & Christiansen, P. (1986). *Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte* (No. 76). Agroamerica.

Aranda, U. D., Dorado, F. C., Anta, M. B., González, J. G. Á., Alboreca, A. R., & González, A. D. R. (2005). *Prácticas de Dasometría*.

Castellano et al. (2000). *Elementos Técnicos para Inventarios de Carbono en Uso del Suelo*. Recuperado de <https://www.slideshare.net/JosEnriqueCabreraMed/inventarios-de-carbono>

Dykstra, D. P., & Heinrich, R. (1996). *Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO*. Food & Agriculture Org..

Imaña Encinas, J. (1998). *Dasometría práctica*.

Ramirez, et al.(2001). *Inventario Forestal Global – GFSEstudio Piloto en Costa Rica*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Ugalde, L. A. (1981). *Conceptos básicos de dasometría*.

Wabo, E. (2002). *Curso de biometría forestal*. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata . Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.