

**Universidad Autónoma Chapingo**

**División de Ciencias Forestales**

**Programa Académico de  
Ingeniería en Restauración Forestal**

Programa de la Asignatura de

**Dasometría**

# Programa Analítico de la Asignatura de: Dasometría

## ***Datos Generales***

<b>Unidad Académica:</b>	División de Ciencias Forestales
<b>Programa Educativo:</b>	Ingeniería en Restauración Forestal
<b>Nivel Educativo:</b>	Licenciatura
<b>Área de conocimiento:</b>	Tecnológica
<b>Asignatura:</b>	Dasometría
<b>Carácter:</b>	Obligatorio
<b>Tipo de curso:</b>	TyP
<b>Clave:</b>	2528
<b>Prerrequisitos:</b>	Informática
<b>Grado:</b>	4°
<b>Semestre:</b>	2°
<b>Nombre del profesor:</b>	
<b>Horas de teoría/semana:</b>	3
<b>Horas de práctica/semana:</b>	2
<b>Horas totales del Curso:</b>	80

## ***Resumen didáctico:***

La asignatura de Dendrometría se relaciona horizontalmente con los cursos de Muestreo, Métodos estadísticos e Informática y a nivel vertical con Epidometría y Evaluación de recursos forestales. Es teórico-práctica de carácter tecnológico y está organizada como curso semestral de 80 horas., realizándose en aula, plantas piloto y en campo. Se desarrollará mediante exposiciones del profesor y participación activa de los alumnos utilizando medios didácticos como proyectores, instrumentos, equipo y maquinaria forestal. El curso se evaluará con exámenes teóricos, tareas y prácticas.

**Relación Horizontal:** Formación de campo, Estadística

**Relación vertical:** Muestreo, Silvicultura, Evaluación y monitoreo de los recursos forestales.

## ***Presentación:***

La correcta administración de los recursos forestales requiere, para su planeación y ejecución, de información tanto cuantitativa como cualitativa obtenida a través de lo que se denomina inventario forestal que demanda necesariamente el conocimiento teórico y práctico de métodos y técnicas de medición forestal. En la medición forestal se identifican dos aspectos: la determinación de las dimensiones de árboles, de bosques y de sus productos y la determinación del crecimiento y producción de árboles y bosques los cuales son cubiertos por el curso de Dasometría.

El curso de Dasometría o de sus partes, la Dendrometría y la Epidometría, son una materia básica y diferencial en la formación de los forestales, cualquiera que sea su orientación.

El curso de Dasometría se imparte en el segundo semestre de cuarto año de la carrera de Ingeniero en Restauración Forestal y se relaciona estrechamente con las materias de Silvicultura y Evaluación y Monitoreo de Recursos Forestales, las cuales, junto con ella misma, como ya se anotó, son fundamentales para el Manejo o Administración Forestal y para los profesionales que están relacionados con el aprovechamiento, conservación, restauración y manejo de recursos naturales renovables.

### **Objetivos:**

#### **General:**

Determinar el volumen de árboles y de sus partes, las existencias de madera en rodales y bosques, el crecimiento e incremento en árboles, rodales y bosques y la magnitud y volumen de los principales productos forestales, para señalar sus relaciones con el ambiente y con el manejo de los recursos forestales, a través de la utilización de instrumentos y la aplicación de metodologías y técnicas de medición, cálculo y/o estimación.

#### **Particulares.**

1. Aplicar los métodos y técnicas para la medición de las dimensiones de los bosques, árboles y de sus partes.
2. Utilizar los principales instrumentos para la determinación de las dimensiones de los bosques, árboles y de sus partes Aplicar principios matemáticos en la construcción de instrumentos básicos de medición forestal
4. Definir y aplicar los métodos y técnicas de cuantificación forestal
5. Definir los elementos que determinan el comportamiento del crecimiento en los bosques árboles y sus partes
6. Aplicar los métodos y técnicas para la determinación del incremento de los bosques, árboles y de sus partes
7. Aplicar principios matemáticos en la elaboración de modelos de crecimiento de los bosques.

### **Contenido:**

#### **Unidad 1. Generalidades**

**6 horas**

- 1.1. Definiciones
- 1.2. Bosquejo histórico
- 1.3. División de la Dasometría
- 1.4. Medición directa, cálculo y estimación
- 1.5. Nociones matemáticas
  - 1.5.1. Funciones naturales de ángulos
  - 1.5.2. Distancias auxiliares

- 1.5.3. Pendiente
- 1.5.4. El cable o cuerda compensada
- 1.6. Unidades de medición
  - 1.6.1. Equivalencias
  - 1.6.2. Conversión

## **Unidad 2. Medición de árboles**

**9 horas**

- 2.1. Medición de alturas
  - 2.1.1. Métodos geométricos
  - 2.1.2. Instrumentos basados en principios geométricos
  - 2.1.3. Métodos trigonométricos
  - 2.1.4. Instrumentos basados en principios trigonométricos
  - 2.1.5. Observaciones prácticas
- 2.2. Medición de diámetros
  - 2.2.1. Diámetro normal y diámetro normalizado
  - 2.2.2. Otros diámetros
  - 2.2.3. Instrumentos para la medición de diámetros normales
  - 2.2.4. Instrumentos para la medición de diámetros superiores en el fuste
- 2.3. Medición de secciones
- 2.4. Medición de la corteza

## **Unidad 3. Relascopía.**

**9 horas**

- 3.1. Introducción
- 3.2. Postulado de Bitterlich
  - 3.2.1. Fundamento matemático
  - 3.2.2. Valor verdadero del factor de numeración
  - 3.2.3. El factor de numeración
  - 3.2.4. Calibración de relascopios
  - 3.2.5. Tipos de relascopios
- 3.3. Prisma o Cuña Óptica
  - 3.3.1. Comprobación de la cuña óptica
  - 3.3.2. Utilización de la cuña óptica
- 3.4. Relascopio de Bitterlich
  - 3.4.1. Descripción del instrumento
  - 3.4.2. Determinación de áreas basales
  - 3.4.3. Determinación de distancias horizontales
  - 3.4.4. Determinación de alturas
  - 3.4.5. Determinación de pendientes
  - 3.4.6. Determinación de diámetros superiores en el fuste

3.4.7. Determinación de volúmenes de fustes en pie

**Unidad 4. Cubicación de árboles** **9 horas**

4.1. Los tipos dendrométricos

4.2. Cubicación de trozas y fustes

4.2.1. Precisión en la cubicación

4.3. Cubicación de puntas y ramas

4.4. Cubicación de tocones

4.5. Cubicación de cortezas

4.6. Cubicación de fustes en pie

**Unidad 5. Cubicación de leñas y de productos primarios** **3 horas**

5.1. Cubicación de leñas

5.1.1. Definición

5.1.2. Métodos de cubicación de leñas

5.2. Cubicación de madera aserrada

5.2.1. El pie tabla

**Unidad 6. Tablas de volúmenes** **3 horas**

6.1. Definiciones

6.2. Utilización

6.3. Tipos de tablas de volúmenes

6.4. Construcción de tablas de volúmenes

**Unidad 7. Bases biológicas del crecimiento e incremento en los árboles y masas forestales** **6 horas**

7.1. Biología del crecimiento en altura

7.2. Inicio y periodicidad del incremento en altura

7.3. Biología del crecimiento radial y periférico del tronco

7.4. Los anillos anuales y el clima

7.5. Fenología y fenometría; su papel e importancia en la Epidometría

7.6. Definición de conceptos utilizados en la Epidometría

**Unidad 8. Crecimiento e incremento del árbol (6 horas).**

8.1. Análisis troncales

8.2. La forma del fuste y de las secciones transversales

8.3. Relación gráfico-matemática entre las curvas de incremento y la curva de crecimiento

8.4. Formas de estimar incrementos diamétricos y en altura en especies tropicales

**Unidad 9. Incremento y rendimiento de las masas forestales. Calidad de sitio.** **9 horas**

9.1. El patrón de producción y rendimiento de rodales puros en dependencia de la edad, la densidad y la calidad de sitio

- 9.2. Definición y clasificación de métodos de estimación de calidad de sitio
- 9.3. Métodos que utilizan al árbol como fitómetro
- 9.4. Índice edáfico de sitio
- 9.5. Métodos de estimación de la calidad de sitio ideados para masas incoetáneas

## **Unidad 10. Metodologías para conocer el incremento y la dinámica de las masas forestales** **6 horas**

- 10.1. Definición, utilidad y clasificación de inventarios temporales
- 10.2. Definición, utilidad y clasificación de inventarios permanentes
- 10.3. El método de control y el origen de los inventarios permanentes
- 10.4. Etapas características de un inventario permanente

### ***Metodología:***

El curso de Dendrometría es un curso teórico-práctico en el cual la parte teórica se desarrolla en aula mediante la exposición de los temas por parte del profesor con la utilización de diversos métodos y ayudas didácticas y la asignación a los estudiantes de problemas a resolver en el aula y siete laboratorios extra-clase; la parte práctica se desarrolla en instalaciones de la Universidad (Campus, Aserradero y Zoquiapan) mediante seis actividades obligatorias (en campo y gabinete) en forma individual o por equipos. En los dos apartados, laboratorios y actividades prácticas se debe entregar el reporte correspondiente.

### ***Evaluación:***

#### **Unidades de Dendrometría ( 1 a 6)**

La calificación final de los alumnos se definirá con el 80% del promedio de las calificaciones de los exámenes, 10% del promedio de las calificaciones de los laboratorios y 10% del promedio de las calificaciones de los reportes de prácticas. Los alumnos que obtengan como promedio de las calificaciones de los dos primeros exámenes menos de 080, deberán presentar un examen final global que cubrirá todos los temas del curso. Los alumnos que obtengan 080 ó más, sólo presentarán un examen final parcial que cubrirá el último tema del curso.

El 80% de la calificación, correspondiente a exámenes, para los alumnos que no hayan obtenido 080 como promedio de los dos primeros exámenes parciales se determinará con el 30% del promedio de ellos más el 50% del examen final global; para los que hayan obtenido 080 ó más como promedio en los dos primeros exámenes parciales, se determinará con el 25% del primero, el 30% del segundo y el 25% del final parcial.

Amplitud y ubicación temporal de los exámenes

Exámenes:

- Primer parcial.      En la 3a. sesión después de terminar el tema 3 Temas 1, 2 y 3
- Segundo parcial.    En la 3a. sesión después de terminar el tema 5 Temas 4 y 5

Final parcial\*. Al terminar la parte de Dendrometría Tema 6  
Final global\*\*. Al terminar la parte de Dendrometría Temas 1 a 6

\* Lo presentarán los alumnos que hayan obtenido 080 ó más como promedio de los dos primeros exámenes.

\*\* Lo presentarán los alumnos que hayan obtenido menos de 080 como promedio de los dos primeros exámenes

### **Unidades de Epidometría (7 a 10)**

Examen parcial En la 3a. sesión después de terminar el tema 7 Temas 7 y 8  
Final parcial Al terminar el curso Temas 9 y 10  
Final global Al terminar el curso Temas 7 a 10

Las calificaciones obtenidas en las partes de Dendrometría y Epidometría se promediarán para obtener la calificación final.

### ***Bibliografía:***

#### **Básica**

- Romahn de la V., C. F., H. Ramírez M. y J. L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 354 p.
- Romahn de la V., C. F., y H. Ramírez M. 2006. Dendrometría. Edición digital corregida y aumentada. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 309 p. (Biblioteca Digital de la DCF)
- Romahn de la V., C. F. 1999. Relascopía; una técnica de medición forestal. 2a. Ed. Corregida y Aumentada. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Méx. 136 p.
- Romahn de la V., C. F. 1987. Formulario de Medición Forestal. Serie de apoyo académico Núm. 23. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Méx. 16 p.
- Romahn de la V., C. F. 2006. Formulario de Medición Forestal. Edición digital corregida y aumentada. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Méx. 26 p. (Biblioteca Digital de la DCF)
- Romahn de la V., C. F. y J. C. Ayala S. 1994. Dendrometría; Prácticas y laboratorios. Serie de apoyo académico Núm. 36. 2a. Reimpr. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Méx. 48 p.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Departamento de Bosques. ENA. Chapingo, Méx. 355 p.
- Zepeda B., E. M. 1983. Análisis de diez procedimientos para estimar incrementos volumétricos de coníferas. Tesis profesional. Departamento de Bosques. UACH. Chapingo, Méx. 632 p.

#### **Complementaria**

- López Peña, Celedonio. S/año. Dasometría. Politécnica, España. 1471 p. (Biblioteca Digital de la DCF).
- Avery, T. E. 1967. Forest Measurements. Mc Graw-Hill Book Co. Nueva York. 290 p.
- Bitterlich, W. 1984. The Relascope idea: Relative measurements in forestry. Commonw. Agric. Bur. Farnham Royal, England. 242 p.
- Brack, C y G. B. Wood. 1997. Forest Mensuration. Measuring trees, stands and forests for effective forest management. The Australian National University; Forestry.
- Brack, C. 1999. Forest measurement and modelling. The Australian National University; Forestry. [Http://www.anu.edu.au/Forestry/mensuration/](http://www.anu.edu.au/Forestry/mensuration/)
- Bruce, D. y F. X. Schumacher. 1965. Medición Forestal. Vers. Esp. De R. Palazón y J. Meza N. Ed. Herrero. México, D. F. 474 p.
- Government of British Columbia. Ministry of forest. s/f. Glossary of forestry terms. [Http://www.for.gov.bc.ca/PAB/PUBLCTNS/GLOSSARY/A.htm](http://www.for.gov.bc.ca/PAB/PUBLCTNS/GLOSSARY/A.htm)
- Hush, B. 1963. Forest Mensuration and Statistics. Ronald Press Co. Nueva York. 474 p.
- Pardé, J. 1961. Dendrometrie. Editions de L'ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, France. 350 p.
- Prodan, M., R. Peters, F. Cox y P. Real. 1997. Mensura Forestal. IICA/GTZ. San José. Costa Rica. 586 p.
- U. Diéguez Aranda, M. Barrio Anta, F. Castedo Dorado, A. D. Ruiz González, M. F. Alvarez Taboada, J.G. Alvarez González, A. Rojo Alboreca. 2003. Fundacion Conde del Valle de Salazar/Ediciones Mundi-Prensa. 327 p.
- U.S.D.A. Forest Service. 1974. A collection of log rules. General technical report FPL 1. Madison, Wis. USA. 65 p.
- Secretaría de Economía. 2002. NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida. (Biblioteca Digital de la DCF)
- Consejo Técnico Consultivo Forestal y de Suelos del Estado de Chihuahua. Comité de Medición Forestal. 2000. Manual de cubicación de productos forestales. Presentación en pdf. 44 p. (Biblioteca Digital de la DCF)
- Assman, E. 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press. Oxford. 504 p.
- Mas P., J. 1970. Instructivo para realizar análisis troncales. Bol. Téc. INIF. México, D. F. 10 p.
- Morey, P.R. 1977. Cómo crecen los árboles. Ed. Omega. México, D. F. 65 p.

**Última revisión:** 15/feb/2011



# **Laboratorios de Dendrometría**

# Laboratorio Núm. 1

## I. Revisión de literatura

1. Consulte cinco obras (libro, revista, boletín, tesis), de carácter forestal que incluya temas de medición forestal. Elabore las referencias bibliográficas correspondientes, de acuerdo a las normas del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) “Moya M., Luis Gmo. 2004. Redacción de referencias bibliográficas. Normas técnicas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Información Tecnológica”, incluyendo un breve resumen de lo concerniente al contenido de la obra. (Valor 25 puntos).

2. Consulte la definición de los siguientes términos: (Valor 20 puntos).

1. Dasometría
2. Diámetro normal
3. Altura de Pressler
4. Cinta diamétrica
5. Tipo dendrométrico
6. Estéreo
7. Hipsómetro
8. Dendrómetro
9. Parámetro
10. Tarifa
11. Regla Doyle
12. Cuerda
13. Xilómetro
14. Coeficiente de apilamiento
15. Diámetro normalizado
16. Coeficiente mórfico
17. Índice de forma
18. Altura de fuste limpio
19. Tabla de volúmenes
20. Dendrometría

3. Formule con sus propios términos la concepción de: (Valor 12 puntos).

- a) Dasometría
- b) Dendrometría
- c) Epidometría

Establezca las diferencias que existen entre las dos últimas.

## II. Unidades de medición

1. Escriba tres unidades de medición de superficie del sistema métrico y tres del sistema inglés más utilizadas en medición forestal indicando algunos ejemplos de su uso. (Valor 6 puntos).

2. Escriba tres unidades de medición de volumen del sistema métrico y tres del sistema inglés más utilizadas en medición forestal indicando algunos ejemplos de su uso. (Valor 6 puntos).

3. Convierta: (Valor 10 puntos).

- a) 20 pulgadas a metros
- b) 250 centímetros cúbicos a metros cúbicos
- c) 50 hectáreas a metros cuadrados
- d) 70 acres a hectáreas
- e) 150 metros a cadenas
- f) 60 metros a pies
- g) 14 pies a metros
- h) 20 yardas a metros
- i) 250 metros cúbicos/ha a pies cúbicos/acre
- j) 75 pies cúbicos/acre a metros cúbicos/ha

4. Elabore una tabla de compensación por pendiente (de 5 en 5%, desde 0 hasta 100%), para cables con las longitudes que se definan en base a las siguientes consideraciones: (Valor 12 puntos).

Las longitudes a compensar serán su número de lista en metros más 10 y 12 m (Si su número de lista es 13, las longitudes a compensar serán 23 y 25) y la longitud que corresponda al radio de un sitio circular de  $1000 \text{ m}^2$  más su número de lista (Si su número es 13, la longitud a compensar será la del radio de un círculo de  $1013 \text{ m}^2$ . Explique detalladamente la forma de cálculo.

5. Obtenga los factores de conversión para la transformación de las siguientes unidades, exponiendo con claridad el procedimiento utilizado: (Valor 9 puntos).

- a) Metros cúbicos / ha a pies cúbicos / acre.
- b) Pies cuadrados / acre a metros cuadrados / ha.
- c) Pies cúbicos a metros cúbicos

El reporte deberá entregarse escrito a mano en papel tamaño carta. Las normas para las referencias bibliográficas las puede encontrar en la Biblioteca Digital de la División, en todas las computadoras de los laboratorios de Cómputo.

# Laboratorio Núm. 2

## Medición de alturas y diámetros

1. Mencione cuatro instrumentos para la determinación de alturas de árboles basados en principios geométricos, indicando cinco ventajas y cinco desventajas con respecto a los aparatos basados en principios trigonométricos. (Valor 10 puntos).

2. Mencione el nombre de cuatro aparatos para medir ángulos verticales, explicando las partes y funcionamiento del clisímetro Abney. (Valor 10 puntos).

3. Calcule la altura de un árbol, si a una distancia horizontal de 15 m se leen: visando a la punta  $+30^\circ$  y visando a la base  $-3^\circ$ . (Valor 10 puntos).

4. Al tratar de determinar la altura del árbol con un clinómetro Suunto 15-20, nos percatamos que no podemos observar la punta y la base a las distancias establecidas en el instrumento. Al pararnos a una distancia horizontal de 28 metros observamos ambas partes y leyendo en la escala de 20 m del clinómetro nuestras lecturas son  $+35$  y  $-7$ . ¿Qué altura tiene el árbol? (Valor 10 puntos).

5. Explique brevemente tres problemas que se presentan en la medición de diámetros. (Valor 10 puntos).

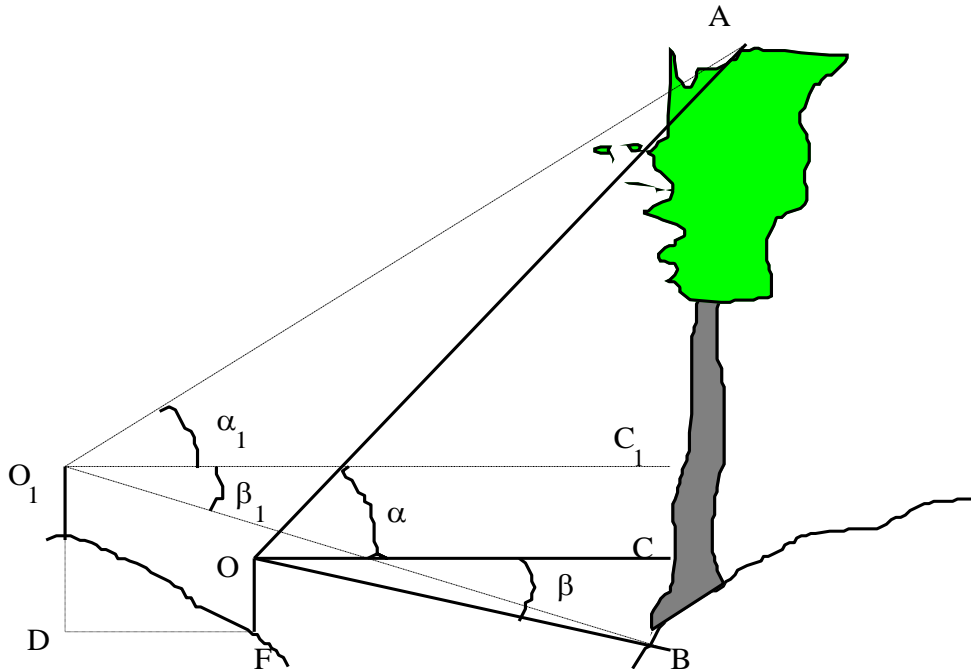
6. Defina: (Valor 10 puntos).

- a) Altura total
- b) Altura de fuste limpio
- c) Altura de fuste
- d) Altura comercial
- e) Altura de tocón.

7. Determine el valor de las siguientes incógnitas: (Valor 10 puntos).

AB, OC y O'C' con los datos siguientes:

DF	=	4 m
$\alpha$	=	$3^\circ 28'$
$\alpha_1$	=	$14^\circ 24'$
$\beta$	=	$38^\circ 14'$
$\beta_1$	=	$26^\circ 34'$



8. Determine numéricamente el error que se comete al determinar la superficie de una sección transversal elíptica con diámetro mayor de 0.57 m y diámetro menor de 49 m utilizando la media cuadrática de esos diámetros y la fórmula del área del círculo. (Valor 10 puntos).

9. Una elipse tiene 35 cm de diámetro menor y 42 cm de diámetro mayor. ¿Cuál es su superficie? (Valor 10 puntos).

10. Defina: (Valor 10 puntos).

- a) Forcípula
- b) Cuerda compensada
- c) Regla de estimación maderera
- d) Área basal total
- e) Estructura diamétrica de un bosque

# Laboratorio Núm. 3

## Relascopea

1. En un inventario forestal mediante sitio de dimensiones variables en una superficie de 10,000 ha, con un relascopeo que cubrió un diámetro de 30 cm en una distancia de 1060.5 cm se plantean las siguientes interrogantes:

a) ¿De acuerdo con Bitterlich, cuántos sitios habrá que levantar con el factor de numeración del relascopeo utilizado? (Valor 10 puntos).

b) Si plantease un muestreo aleatorio ¿Qué distancia mínima debe haber entre centros de muestreo si el diámetro mayor del arbolado existente es de 1.20 m? (Valor 10 puntos).

c) Si en una estimación del área basal total, ésta se determinó en 48 m<sup>2</sup>/ha ¿Es adecuado el factor de numeración utilizado? ¿Qué número de dioptrías deberá tener un prisma con el factor de numeración más adecuado a la masa? (Valor 10 puntos).

2. En una prueba de numeración angular con un prisma de 3 dioptrías, 5 árboles satisficieron la condición de Bitterlich y uno más se encontraba en el límite.

a) ¿Cuál es el área basal total en la zona? (Valor 10 puntos).

b) Si los árboles contados fueron 2 de 20 cm, 1 de 30 cm, 1 de 40 cm (en el límite) y 2 de 50 cm ¿Cuál es el área basal y el diámetro del árbol promedio? (Valor 10 puntos).

c) ¿Cuál es el número de árboles sobre hectárea de cada uno de los diámetros presentes? (Valor 10 puntos).

d) Qué relación a/b deberá tener un relascopeo para que posea el mismo factor de numeración del prisma? (Valor 10 puntos).

3.- Algunas bandas de relascopeo de Bitterlich tienen forma ahusada (anchas en el centro y se van angostando hacia los extremos).

a) Explique por qué tienen esta forma y en qué se basa esta característica. (Valor 5 puntos).

b) Si la banda correspondiente al factor de numeración 4 tiene una mira de 1 mm. para 0% de pendiente ¿Cuál es la longitud de su vara? ¿Qué ancho deberá tener para observaciones en terrenos con 10, 30, 50 y 100% de pendiente, manteniendo constante la longitud de la vara? (Valor 10 puntos).

4. Determine el factor de numeración del dedo pulgar de su mano derecha al nivel inferior de la uña. Explique los pasos que siguió incluyendo los cálculos realizados. No mida el ancho de su pulgar ni la distancia de su ojo al mismo con el brazo extendido. Utilice la expresión recomendada. (Valor 15 puntos).

# Laboratorio Núm. 4

## Cubicación de trocería, fustes, leña y madera aserrada

1. De los siguientes fustes calcule los volúmenes de trozas de dos metros de longitud por medio de las fórmulas de Huber, Huber modificada, Smalian y Newton. El tocón deberá cubicarse como cilindro y la punta como paraboloides apolónico. De no haber un número par de trozas de dos metros, la última se cubicará con la fórmula de Huber modificada.

	F U S T E 1			F U S T E 2			F U S T E 3		
Altura de la Sección	Diám. con corteza (m)	Grosor de corteza (m)	Diám. s/c (m)	Diám. con corteza (m)	Grosor de corteza (m)	Diám. s/c (m)	Diám. con corteza (m)	Grosor de corteza (m)	Diám. s/c (m)
0.30	0.28	0.010		0.30	0.030		0.50	0.030	
1.30	0.26	0.009		0.28	0.028		0.45	0.027	
2.30	0.26	0.008		0.26	0.028		0.40	0.023	
3.30	0.24	0.008		0.26	0.026		0.35	0.019	
4.30	0.22	0.006		0.24	0.025		0.30	0.017	
5.30	0.19	0.005		0.22	0.023		0.25	0.017	
6.30	0.15	0.005		0.21	0.020		0.20	0.014	
7.30	0.11	0.005		0.21	0.015		0.15	0.009	
8.30	0.09	0.003		0.20	0.012		0.10	0.007	
9.30	0.06	0.002		0.18	0.011		0.05	0.006	
10.30	0.03	0.001		0.15	0.010				
11.30				0.11	0.009				
12.30				0.09	0.009				
13.30				0.08	0.007				
14.30				0.04	0.005				
15.30				0.03	0.003				
Longitud a la punta	0.75 m			0.62 m			0.17 m		

- a) El volumen total con corteza. (Valor 15 puntos).
- b) El volumen total sin corteza. (Valor 15 puntos).
- c) El volumen por Pressler. (Valor 15 puntos).

En caso de ser necesario determine por interpolación la altura que va del área basal a la sección transversal con diámetro igual a  $\frac{1}{2}$  del diámetro normal.

2. Una troza con forma de truncado de cono tiene como diámetro de su sección mayor 80 cm, diámetro de la sección menor 30 cm y diámetro de la sección media 55 cm, con una longitud de 2.50 m. ¿Qué fórmula: Newton, Pressler, Huber, Huber modificada o Smalian nos da un valor más cercano al real? Demuéstrelo numéricamente. (Valor 10 puntos).
3. En un xilómetro cuyas dimensiones son: largo = 70 cm, ancho = 50 y altura = 1.5 m con el espejo del agua a una altura de 90 cm se introduce una carga de leña y el nivel del agua sube a 1.4 m ¿Cuál es el volumen de leña? (Valor 10 puntos).

4. **Cuál es el volumen real de leña transportada en un camión sabiendo que el peso bruto es de 6,835 kg, el peso del camión de 2,300 kg, y el peso específico de la madera transportada es de 0.63 kg/dm<sup>3</sup>. (Valor 10 puntos).**
5. **Tenemos una pila de leña de 24" x 24" que mide 128 pies de largo ¿Cuál es el número de cuerdas estándar, el volumen real de leña expresado en metros cúbicos y en pies cúbicos, y el número de rajas que hay sabiendo que cada una cubica 13 dm<sup>3</sup>. (Valor 15 puntos).**
6. **Una pila de leña tiene 4 pies de ancho, 4 pies de altura y 96 pies de longitud. Sabiendo que un estéreo de esta leña pesa 550 kg y que la densidad de la leña es de 0.85 kg/dm<sup>3</sup>, determine: (Valor 10 puntos).**
  - a) **¿Cuántas cuerdas tiene la pila de leña en raja**
  - b). **El volumen real de la pila en metros cúbicos.**
  - c). **El coeficiente de apilamiento que se debe utilizar tomando en cuenta los volúmenes real y aparente.**



# Laboratorio núm. 5

## Tablas de volúmenes

### *Objetivos.*

Elaboración de tablas de volúmenes.

Practicar técnicas de mínimos cuadrados, de selección de modelos, de elección del modelo de mejor ajuste, etc.

Integrar en una aplicación práctica, muy cercana a la realidad, diversos temas abordados en las materias de Informática y Dendrometría.

### *Materiales.*

Datos reales de árboles que incluyen diámetro normal, altura total, volumen con corteza, volumen sin corteza y volumen del ramaje o diámetro normal, altura total y volumen total

Algunos modelos propuestos.

Acceso a facilidades de cómputo electrónico.

### *Evaluación.*

Este laboratorio será realizado por equipos de tres alumnos.

La calificación se hará por competencia, teniendo como referencia el mejor trabajo.

### *Metodología.*

Para cada conjunto de datos, correspondiente a cada especie se realizarán análisis de regresión; la profundidad y extensión de tal análisis depende de cada equipo, recuérdese que se evaluará por competencia; se persigue que los estudiantes apliquen su criterio y usen eficientemente las herramientas teóricas de que disponen.

Se generará dos tablas de volúmenes por equipo, las cual pueden ser de volúmenes con o sin corteza de fuste total, y volumen total (incluyendo ramaje) para cada una de las especies consideradas. La cantidad de volumen considerada y la especie serán definidas por cada equipo.

Como guía se mencionan algunos tópicos que pueden ser aplicados en el análisis de regresión.

**Graficación de datos.**

**Selección y Ajuste de modelos.**

**Decisión definitiva respecto al mejor modelo.**

**Cálculo, "formateo" y presentación de las Tablas de volúmenes.**

***Modelos propuestos.***

$$v = \beta_1 d^2 h$$

$$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$$

$$v = \beta_1 d^2 + \beta_2 h + \beta_3 d^2 h$$

$$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 h + \beta_3 d^2 h$$

$$v = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$$

$$v = d^{\beta_1} h^{\beta_2}$$

$$v = (d + 1)^{\beta_1} h^{\beta_2}$$

$$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 dh + \beta_3 d^2 h$$

$$v = \beta_1 d + \beta_2 dh + \beta_3 d^2 h$$

$$v = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h^2 + \beta_4 dh^2$$

**Donde:**

**V = Volumen**

**$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = Coeficientes**

**d = Diámetro normal**

**h = Altura**

**Cada equipo debe probar únicamente tres modelos, pudiendo ser de los propuestos u otros modelos que la literatura presente, y/o que el análisis de los datos le sugiera.**

# **Prácticas de Dendrometría**

# **Práctica Núm. 1**

## **Construcción de instrumentos de Medición Forestal**

### ***Introducción.***

Dentro de las actividades básicas que un profesional forestal debe conocer para el desempeño de su profesión, destaca (por su importancia) la determinación de las dimensiones de los árboles para determinar su volumen.

Para la determinación de las dimensiones de los árboles se han desarrollado métodos directos e indirectos de medición, siendo estos últimos los que más frecuentemente se utilizan dadas sus múltiples ventajas. En la aplicación de los diferentes métodos de medición se utilizan una serie de instrumentos que ya existen en el mercado, los cuales obedecen, tanto en su construcción como funcionamiento, a ciertos principios básicos. Al conocer dichos principios, la dificultad en su manejo se ve minimizada y por otro lado es posible construir sus propios aparatos de medición, lo que es una ventaja ya que los existentes en el mercado no siempre están disponibles o son muy caros.

### ***Objetivos.***

Que el alumno comprenda el funcionamiento teórico de los principales aparatos de medición forestal.

Que el alumno sea capaz de construir sus propios aparatos de medición forestal.

### ***Metodología.***

En la construcción de los diferentes aparatos se utilizará el procedimiento visto en clases (teoría) para cada uno de ellos.

1. Construya una plancheta hipsométrica de madera o cartón rígido de 20 x 10 cm con 5 escalas; grados, porcentajes de pendiente, y lecturas directas de altura para distancias horizontales de 20 25 y 30 m.

2. Adquiera un cable de más o menos 36 metros y compénselo para que le dé distancias horizontales de 20 m y de 25 metros, para pendientes de 0 a 100% de 5 en 5% utilizando marcas de diferentes colores. Con otro color y en el mismo cable compense para las mismas pendientes la longitud de radio en un sitio circular de 1000 m<sup>2</sup>.

**3. Con una banda de tela poco deformable por tensión de 3.5 metros de longitud y 2 a 3 cm, de ancho construya y gradúe una cinta diamétrica en un lado y una cinta métrica en el otro de la misma cara. Se recomienda adquirir el material utilizado para centro o alma de cinturones (Duraflex),**

**4. Construya un relascope simple con factores de numeración 1, 2, y 4 utilizando madera, madera contrachapada, cartón rígido u otro tipo de material adecuado.**

# Prácticas 2 y 3

## Cálculo de existencias reales mediante sitios de dimensiones fijas y sitios de dimensiones variables y medición de fustes con relascopio para construcción de tabla de volúmenes.

### **Introducción.**

La Dendrometría, se encarga de la medición de los árboles y masas forestales, desde un punto de vista de análisis estático. Este tipo de mediciones es necesario realizarlas en sus partes estructurales, es decir, medir las diferentes dimensiones de los árboles individualmente, para que finalmente con la conjugación de esas mediciones, llegar al conocimiento del volumen de madera que cada árbol contiene, además de tener conocimiento del comportamiento de dimensiones de interés, como pueden ser la altura total, alguna altura parcial, distribución diamétrica, etc.

Un requisito indispensable para el aprovechamiento del bosque, es el conocimiento de las existencias volumétricas del mismo; para conocer éstas se hace necesario disponer de una tabla de volúmenes que nos facilite nuestra labor; elaborar una de ellas en la forma tradicional es un problema serio, debido a que se tienen que derribar los árboles muestra para cubicarlos. En la actualidad, ya se dispone de un aparato (el relascopio de Bitterlich) que nos permite, entre otras cosas, el determinar diámetros a diferentes alturas del fuste, así como las alturas a las que se miden, pudiendo así determinar el volumen real del árbol y relacionarlo con su diámetro normal en la elaboración de una tabla de volúmenes, sin que tenga que ser derribado.

### **Objetivo.**

- Que mediante rumbos y distancias, el alumno aprenda a ubicar los centros de sitios en el terreno.
- Aprendizaje de la utilización de los aparatos de medición forestal directamente en el bosque, así como el funcionamiento práctico y la importancia del relascopio de Bitterlich dentro de la medición forestal.
- Que el alumno aprenda a resolver problemas prácticos en la medición de árboles.
- Aprender y aplicar las metodologías de inferencia en función de estimadores.
- Generar una tabla de volúmenes para la determinación de existencias reales totales por hectárea.

### **Materiales.**

Los diferentes aparatos y/o instrumentos usados en medición forestal. (relascopio, clinómetro, cinta diamétrica, cuerda compensada, brújula), así como

tablas de volúmenes de Zoquiapan. Cada equipo generará los formatos pertinentes para el registro de la información a recabar; uno para los sitios de dimensiones fijas, otro para los sitios de dimensiones variables, uno más para el registro de datos en la determinación de diámetros superiores en el fuste y altura de Pressler. Se deberán obtener para los dos primeros formatos un número de copias igual al número de alumnos de cada equipo y para el último un número igual al doble de alumnos de cada equipo. Los formatos deberán basarse en la información a registrar y deberán mostrarse al profesor dos días antes del inicio de la práctica. En el archivo de Excel que se les envía (Formato de captura prácticas Zoquiapan.xlsx) se indican las variables que deberán considerarse en el registro. Deberá haber una forma para cada uno de los sitios levantados, tanto de dimensiones fijas como de dimensiones variable, así como para cada árbol en la práctica de determinación de diámetros superiores en el fuste.

### **Desarrollo.**

#### **Sitios de dimensiones fijas**

1.- Se formarán equipos de alumnos; tantos equipos con el número de alumnos que posteriormente se indicarán.

2.- Se levantarán (medirán) por equipo tantos sitios circulares de 1000 m<sup>2</sup> cada uno, como número de integrantes tenga el equipo. Antes de la realización de la práctica se sortearán las líneas de muestreo indicadas en la figura anexa ( Asignación de líneas de muestreo por equipo).

3.- En los sitios de dimensiones fijas se efectuarán las siguientes mediciones en el arbolado mayor o igual a 12.5 cm de diámetro normal (categoría diamétrica inventariable) dentro de cada sitio.

- Diámetro de tocón con corteza (cm).
- Diámetro normal con corteza (cm).
- Grosor de la corteza en el punto de medición del diámetro normal (mm).
- Altura total (m).
- Especie.
- Observaciones.

#### **Sitios de dimensiones variables**

1.- Haciendo estación en el centro de los mismos sitios de dimensiones fijas, se determinará con relascopio de Bitterlich el área basal/ha de cada sitio, midiendo los árboles contados. El factor de numeración a utilizar será de uno. Deberá tenerse un formato de registro para este levantamiento, diferente del utilizado en los sitios de dimensiones fijas.

2.- En los sitios de dimensiones variables se efectuarán las siguientes mediciones en el arbolado mayor o igual a 12.5 cm de diámetro normal (categoría diamétrica inventariable) que se haya contado.

- Diámetro de tocón con corteza (cm).

- 📏 Diámetro normal con corteza (cm).
- 📏 Grosor de la corteza en el punto de medición del diámetro normal (mm).
- 📏 Altura total (m).
- 📏 Especie.
- 📏 Observaciones

## **Determinación de diámetros superiores en el fuste para determinación de volúmenes individuales.**

1. Terminado el levantamiento de sitios de dimensiones fijas y sitios de dimensiones variables, se seleccionarán árboles que de preferencia no se encuentren en condición de espesura (áreas más o menos abiertas), de diferentes categorías diamétricas, el doble del número de alumnos que tenga cada equipo, en los cuales se efectuarán las siguientes determinaciones:

- 📏 Diámetro de tocón (a 0.30 m de altura)
- 📏 Diámetro normal (a 1.30 m de altura)
- 📏 Diámetros cada dos metros, a partir del diámetro de tocón determinados con el relascopio de Bitterlich.
- 📏 Determinación de la altura a la punta a partir de la última sección de 2m.
- 📏 Altura total (deberá coincidir con el valor de la suma de las alturas del tocón, altura de trozas y altura a la punta).
- 📏 Altura de Pressler.




Se deberá generar un formato de registro para consignar el número de árbol, diámetro normal y el diámetro de cada una de las secciones de interés, así como la altura de Pressler determinada.

### ***Trabajo de gabinete***

#### **Sitios de dimensiones fijas**

- a) En un libro de Excel, se capturará la información obtenida en cada sitio controlándola por número de sitio y árbol.
- b) Para cada árbol se determinará su diámetro normal sin corteza y sus áreas basales con y sin corteza, así como la categoría diamétrica y clase de altura a que pertenezca. Se considerarán categorías de 5 en 5 centímetros y alturas de 5 en 5 metros.
- c) Utilizando tablas dinámicas de Excel se obtendrá el número total de árboles que por categoría diamétrica y clase de altura se tengan en el total de la muestra
- d) A partir de la tabla anterior se obtendrá la hectárea tipo promedio de la zona (número de árboles por categoría diamétrica y clase de altura sobre hectárea).



- e) Se determinará para cada sitio el Área basal/sitio y el área basal promedio/ha inferida de los sitios de dimensiones fijas para cada especie y total.
- f) A partir de la estructura de la masa (hectárea tipo) se determinará el diámetro medio aritmético y el volumen total con corteza por categoría diamétrica y clase de altura y el volumen total sobre hectárea para las especies inventariadas utilizando tablas de volúmenes que serán proporcionadas por el profesor del curso.
- g) Determinación de los coeficientes mórficos por categoría diamétrica y clase de altura de los géneros presentes en las áreas inventariadas.
- h) Se graficarán con los datos de la hectárea tipo:
  -  Frecuencias diamétricas (cc).
  -  Relación diámetro normal (cc) y altura total.
  -  Relación diámetro tocón (cc) y diámetro normal (cc).

### **Sitios de dimensiones variables**

A partir de los datos obtenidos en los sitios de dimensiones variables, se determinará el Área basal total promedio de la zona y la estructura diamétrica y de altura promedio del arbolado (hectárea tipo). Asimismo, se determinarán los diámetros promedio aritmético y cuadrático de la zona. Con los datos de la hectárea tipo se determinará el volumen promedio sobre hectárea de manera similar a como se realizó con los sitios de dimensiones fijas.

Analice y compare los resultados obtenidos en la determinación del área basal a través de la medición de diámetros en sitios de dimensiones fijas con la determinación mediante el relascopio de Bitterlich.

### **Determinación de diámetros superiores en el fuste para determinación de volúmenes individuales.**

- a) Área de las secciones transversales en las diferentes alturas de cada uno de los árboles.
- b) Volumen por troza de 4 m en cada árbol utilizando la fórmula de Newton. Cubicar la punta como paraboloides apolónico y el tocón como cilindro.
- c) Volumen por árbol obtenido con la cubicación de las trozas.
- d) Volumen por árbol obtenido con la fórmula de Pressler.
- e) Construcción de dos tablas de volúmenes de una entrada en Excel, graficando los datos e insertando línea de tendencia, una utilizando los volúmenes de Pressler y otra con los volúmenes de la cubicación de trozas.

### **Reporte**

Se entregará un reporte por equipo de la práctica realizada, incluyendo los registros de campo debidamente requisitados. Además de contestar en orden los incisos que se mencionan y procesando la información en Excel.

### ***Equipos e instrumentos***

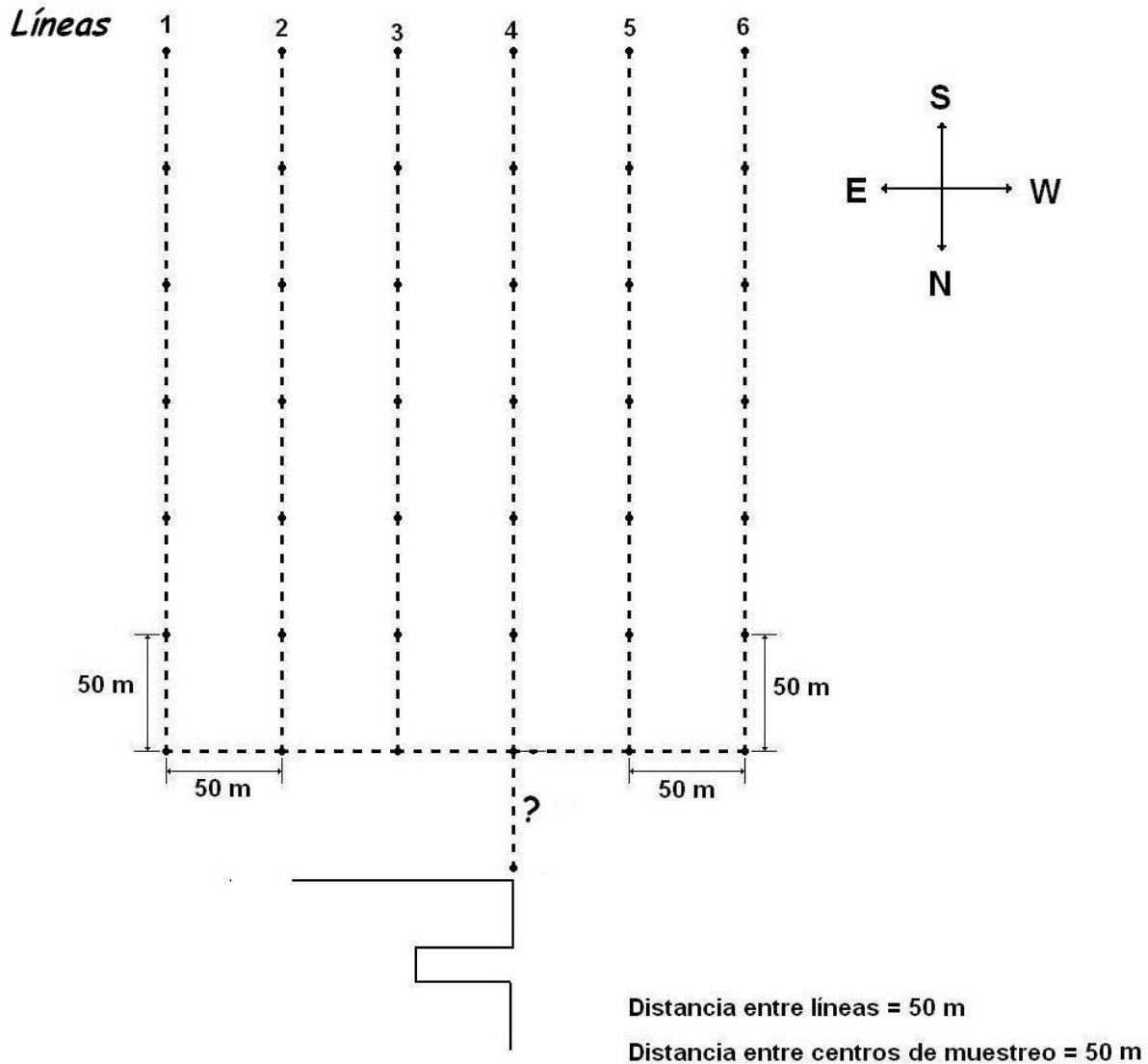
Se conformarán equipos de del número de alumnos que se haya definido, según se anotó anteriormente; cada equipo deberá llevar por lo menos dos cuerdas compensadas verificadas, dos cintas diamétricas y dos planchetas hipsométricas de las que debieron construir. El resto del equipo necesario será proporcionado por el profesor.

Cada equipo deberá elaborar los formatos de registro para los inventarios y para los datos de los árboles individuales de la práctica para la elaboración de tablas de volúmenes. En el archivo Excel que se envió junto con éste, se anotan los datos de cómo se deberán capturar, de tal forma que los formatos de registro tengan una estructura similar.

Cada equipo deberá llevar libreta, tabla para apoyar los formatos de registro así como lápices, borrador y bolígrafo y por lo menos un tanto de este instructivo.

Deberán recordar cómo se utiliza la brújula para seguir diferentes rumbos.

Para la obtención de la hectárea tipo en volumen, cada equipo deberá construir tres tablas de volúmenes, una para volumen de fuste total para pino (utilizando la siguiente ecuación de volumen:  $v = 0.0000720805 * d^{1.96495683} * h^{0.8905516}$ ), otra para volumen de fuste total para oyamel (utilizando la ecuación:  $v = 0.00006516932 * d^{1.7812242} * h^{1.06304232}$ ) y una más para hojosas (utilizando la ecuación  $v = 0.008 + (0.326 * d^2 * h) + (1.439 * d^2)$ ). En las dos primeras ecuaciones el diámetro es en centímetros y la altura en metros; en la tercera el diámetro y la altura son en metros.



Asignación de líneas de muestreo por equipo

***Instructivo para el procesamiento de datos de los Inventarios y de la medición de diámetros superiores en el fuste.***

Anexo al presente, remito a ustedes dos archivos comprimidos que al descomprimirlos serán archivos de Excel de nombres, para IF, IFI y LE: Distribución de sitios y árboles por alumno IF, IFI y LE.xls y Datos de sitios de dimensiones fijas y variables IF, IFI y LE.xls y para IRF: Distribución de sitios y árboles por alumno IRF.xls y Datos de sitios de dimensiones fijas y variables IRF.xls. Asimismo, se anexa Instructivo para el procesamiento de los datos. Deberán entregar los archivos ya procesados los cuales tendrán como nombre su nombre completo comenzando con sus apellidos y el número 1, para el primer archivo y el 2 para el segundo, Vgr. Espinosa Herrera Edith Adriana 1.xls y Espinosa Herrera Edith Adriana 2.xls

En el primero se encuentra una portada que deberán llenar con sus datos particulares. En la hoja de nombre IF, IFI y LE para los forestales, forestales industriales y Licenciados en Estadística o IRF para los restauradores, se encuentra la relación de estudiantes y los nombres de las hojas (en el segundo archivo), de los sitios que deberán procesar y los números de los fustes que cada uno deberá cubicar.

Deberán cubicar los fustes que se indican para cada alumno por la fórmula de Newton para trozas de 3 m de longitud y en la hoja “Resultados Cubicación” deberán registrar la información que en ella se solicita. Con los datos de volúmenes y diámetros se construirán las tarifas de volúmenes enunciados en el punto e) del instructivo de la práctica.

En el libro “Datos de sitios de dimensiones fijas y variables IF, IFI y LE (o IRF).xls” se encuentran tantas hojas SDF y SDV como alumnos tiene el grupo. Eliminar de él las hojas que no les correspondan y procesen los datos de inventarios de las hojas asignadas. No eliminar la hoja T. de Vols.”. Para cada uno de los sistemas de muestreo se realizará lo siguiente:

Utilizando “tablas dinámicas” de Excel, obtener una tabla que nos proporcione el número de árboles que por categoría diamétrica y clase de altura, por especie se tiene en la superficie muestreada. Esa tabla se denominará Resumen de Muestreo y se ubicará en una nueva hoja de Excel, en ese mismo libro, a la cual se pondrá por nombre “Procesamiento”

Con base en la tabla “Resumen de Muestreo” y en la misma hoja “Procesamiento”, debajo de la primera, se obtendrá una nueva tabla que proporcione el número de árboles que por categoría diamétrica y clase de altura, por especie, se tiene sobre hectárea. A esa tabla se le pondrá por nombre “Hectárea Tipo en Número de Árboles”.

Con base en la tabla “Hectárea Tipo en Número de Árboles” y en la misma hoja “Procesamiento”, debajo de la segunda se obtendrá una nueva tabla que proporcione el volumen de árboles que por categoría diamétrica y clase de altura, por especie, se tiene sobre hectárea. A esa tabla se le pondrá por nombre “Hectárea Tipo en Volumen”. Para la obtención de los volúmenes por categoría diamétrica y clase de altura se utilizarán las tablas de volúmenes que se proporcionan y que se encuentran al final de las hojas del libro “Datos de sitios de dimensiones fijas y variables IF, IFI y LE (o IRF).xls”. Se harán las gráficas indicadas en el instructivo de la práctica. En caso de duda, recurrir a asesoría con el profesor del curso.

Actualización: 2011