



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

## DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

### PROGRAMA ANALÍTICO

FECHA DE ELABORACIÓN: Junio / 1995

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: Agosto / 2004

#### I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN.

Nombre de la materia: Epidometría

Clave: FOR-414

Tipo de materia: Curricular Obligatoria

Departamento que la imparte: Forestal

Número de horas de teoría: 3

Número de horas de práctica: 2

Número de créditos: 8

Carrera en la que se imparte: Ingeniero Forestal

Prerequisitos: BOT-408 Botánica Forestal, FOR-405 Ecología Forestal, BOT-424 Fisiología Vegetal, DEC-425 Estadística, FOR-401 Muestreo Forestal y FOR-413 Dendrometría

#### II.- OBJETIVO GENERAL.

Que el alumno conozca como cuantificar e interpretar el crecimiento e incremento en altura, diámetro, área basal y volumen de árboles y bosques, asimismo que asocie dichos crecimientos e incrementos con factores del ambiente para el mejor manejo de los recursos forestales maderables y no maderables. En este curso se emplean técnicas actuales, tanto directas como indirectas, para estimar el crecimiento y rendimiento de los bosques, y así comprender su dinámica para su mejor manejo. Con el apoyo de la Estadística, el Muestreo Forestal y de la Dendrometría, la Epidometría contribuye al conocimiento de la dinámica del incremento y crecimiento de árboles y de rodales. El curso de Epidometría es fundamento para subsiguientes cursos como Inventarios Forestales, Manejo Forestal y Silvicultura de Bosques Naturales.

#### III.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Conocer la biología del crecimiento en altura, diámetro, área basal y volumen del árbol y sus implicaciones en la interpretación.

2. Aplicar los procedimientos para el establecimiento de parcelas de muestreo permanente y evaluación del crecimiento e incremento de los árboles.

3. Conocer los procedimientos para obtener las curvas de crecimiento e incremento, e

interpretar dichas curvas.

4. Conocer los procedimientos para determinar la densidad de rodales y su relación con el crecimiento e incremento de los árboles.

5. Elaborar y determinar modelos de crecimiento de especies forestales aplicándolos en la determinación de la calidad de sitio.

6. Calcular, comparar e interpretar procedimientos para determinar el incremento en bosques de edades uniformes y de edades no uniformes.

7. Entender los efectos de tratamientos silvícolas en el crecimiento e incremento de bosques y conocer los procedimientos para la predicción de la producción futura.

#### **IV.- TEMARIO.**

##### **1. Introducción**

- 1.1 Definición y ubicación de la Epidimetría dentro de la Dasonomía Forestal
- 1.2 Importancia de la Epidimetría en el manejo de los recursos forestales

##### **2. Biología del Crecimiento de los Árboles**

- 2.1 Ecofisiología del crecimiento de los árboles
- 2.2 Desarrollo del cambium y los anillos de crecimiento
- 2.3 Crecimiento en altura
  - 2.3.1 Modos y desarrollo de patrones del crecimiento en altura
  - 2.3.2 Crecimiento de los brotes y la copa
- 2.4 Estacionalidad del crecimiento en altura
  - 2.4.1 Reposo, inhibición correlativa y quiescencia
- 2.5 Estacionalidad del crecimiento en diámetro
- 2.6 Tolerancia a la sombra y competencia radicular, y su influencia en el crecimiento en altura y en diámetro
- 2.7 Dendrocronología

##### **3. Obtención de Información de Crecimiento e Incremento**

- 3.1 Parcelas temporales y permanentes
- 3.2 Instrumentos de medición
- 3.3 Estimación del incremento corriente anual y del tiempo de paso

##### **4. Crecimiento e Incremento del Árbol**

- 4.1 Curva de crecimiento e incremento
- 4.2 Turnos
- 4.3 Análisis troncales

- 4.3.1 Selección de los árboles muestra
- 4.3.2 Obtención de rodajas
- 4.3.3 Medición y captura del crecimiento e incremento en altura, diámetro, área basal y volumen
- 4.3.4 Elaboración de las curvas de crecimiento e incremento en altura, diámetro, área basal y volumen, y perfil interior del árbol

## **5. Análisis de correlación, de regresión simple y elección de modelos**

- 5.1 Análisis de correlación simple
  - 5.1.1 Coeficiente de correlación y su interpretación
- 5.2 Análisis de regresión simple y su interpretación
- 5.3 Criterios para la elección de modelos
  - 5.3.1 Coeficiente de determinación
  - 5.3.2 Cuadrado medio del error
  - 5.3.3 Coeficientes de regresión
  - 5.3.4 Mallows Cp

## **6. Calidad de Sitio**

- 6.1 Estimación de la calidad de sitio mediante métodos directos
- 6.2 Estimación de la calidad de sitio mediante métodos indirectos
- 6.3 Desarrollo de ecuaciones de índice de sitio

## **7. Densidad de Rodales**

- 7.1 Densidad de rodales y crecimiento
- 7.2 Métodos de evaluación de densidad de rodales

## **9. Desarrollo e Incremento de Bosques de Edades Uniformes**

- 9.1 Estimación de calidad de sitio
- 9.2 Estructura del bosque
- 9.3 Métodos estáticos y dinámicos de predicción de crecimiento e incremento
- 9.4 Aclareos
- 9.5 Predicción del volumen del rodal

## **10. Crecimiento e Incremento de Bosques de Edades No Uniformes**

- 10.1 Estimación de calidad de sitio
- 10.2 Estructura del bosque
- 10.3 Funciones estáticas del crecimiento e incremento
- 10.4 Modelos de matrices de transición
- 10.5 Modelos de árbol independiente de la distancia basados en ecuaciones diferenciales

## **11. Predicción del Crecimiento y la Producción**

- 11.1 Predicción de la producción actual
- 11.2 Predicción de la producción futura
- 11.3 Desarrollo de modelos de crecimiento y producción

## V. - METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

- Motivación-enseñanza-aclaración-evaluación-rectificación-evaluación, individual y en grupo.
  - Relacionar estrechamente la teoría con la práctica
  - Consultas bibliográficas (tareas dirigidas)
  - Exposición oral de maestro y alumno
  - Discusión de artículos científicos
- Apoyos didácticos: pizarrón, proyector de diapositivas y de acetatos, prácticas aplicadas y de investigación en laboratorio y en campo.

## VI.- EVALUACIÓN.

### Sumativa

Para la evaluación de los conocimientos adquiridos por los alumnos, se considerarán tres exámenes parciales, presentaciones orales en clase, y reportes de laboratorios y de prácticas. Cada una de estas actividades tienen un valor de 25%. El porcentaje alcanzado en cada una de ellas se promediará para determinar, por un lado la exención del examen ordinario, misma que se otorgará con un promedio de 9.0. Por el otro, para determinar el derecho al examen ordinario, el cual se otorgará cuando el promedio sea mayor o igual a 5.0. Lo anterior es en apego al artículo 44° del reglamento académico para alumnos de nivel licenciatura aprobado en junio de 1999 por el H. Consejo Universitario. Las actividades con sus porcentajes para obtener los promedios del curso son las siguientes:

Exámenes parciales	25%
Presentación oral	25%
Reporte de laboratorios	25%
Reporte de prácticas	<u>25%</u>
	100%

### Formativa

- Puntualidad y responsabilidad. De acuerdo con las disposiciones de orden académico, el porcentaje de asistencias que el alumno deberá tener es de un 85% para tener derecho a examen ordinario y 80% para extraordinario.
- Procedimiento continuo de formación (determinar capacidad individual para resolver problemas, mejorar y reajustar proceso de enseñanza: motivación-enseñanza-evaluación-rectificación).

La distribución de los temas para cada uno de los exámenes parciales, es de la siguiente manera:

Examen	Temas
1er.	Introducción, Biología del Crecimiento de los Árboles, Diseños de Estudios para la Estimación del Crecimiento e Incremento, Obtención de Información de Crecimiento e Incremento
2 <sup>nd</sup>	Crecimiento e Incremento del Árbol, Consideraciones en la Elaboración de Modelos de Crecimiento y Rendimiento, y su Validación, Calidad de Sitio, Densidad de Rodales
3er.	Desarrollo e Incremento de Bosques de Edades Uniformes, Crecimiento e Incremento de Bosques de Edades No Uniformes, Predicción del Crecimiento y la Producción

## VII.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.

Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Vol. 2. Predicción del rendimiento. Estudio FAO:Montes 22/2. FOA, Roma 118 p.

Avery, T. E. and H. E. Burkhardt. 1983. Forest measurements. McGraw-Hill. USA 331 p.  
**Clave: SD 555.A93, 1983.**

Bruce, D. and F. X. Schumacher. 1950. Forest mensuration. McGraw-Hill. USA 483 p.  
**Clave: SD 551.B78, 1958.**

Chapman, H. H. and W. H. Meyer. 1949. Forest mensuration. McGraw-Hill. USA 422 p.  
**Clave: SD 555.CH36, C2 1949**

Clutter, J. L., J. C. Fortson, L. V. Pienaar, G. H. Brister and R. L. Bailey. 1983. Timber management: a quantitative approach. John Wiley & Sons. USA. 333 p. **Clave: SD 393. T55, 1983.**

Daniel, P. W., Helms, U. E., y Baker, F. S. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill. 492 pp.  
**Clave: SD391.D3618 1982**

Forbes, R. D. 1961. Forestry handbook. SAF. Ronald Press. USA. **Clave: SD 371, .F67, 1961.**

Husch B., Ch. I. Miller and T. W. Beers. 1982. Forest mensuration. John Wiley & Sons. USA. 402 p. **Clave: SD 555, H8 7213**

Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. UACH. México. 356 p. **Clave: SD 555, . K53, C3, 1976**

Morey, P. R. 1977. Cómo crece los árboles. Cuadernos de Biología. Omega. 64 p.

Philip, M. S. 1994. Measuring trees and forests. CAB International. Wallingford, UK. 310 p.

Spurr, S. H. 1952. Forest inventory. Ronald Press. USA. 476 p. **Clave: SD 387, .S68, 1952**

### VIII.- BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.

Carron, L. T. 1968. An outline of forest mensuration, with special reference to Australia. ANU Press. Australia. 224 p. **Clave: SD 555, .C37, 1968**

Constantine, J. R. A. 1975. Know your woods. Charles Scribner's Sons. USA. 360 p. **Clave: SD 434, C.66, 1959.**

Davis, K. P. 1966. Forest management, regulation and valuation. McGraw-Hill. USA **Clave: SD431, D.38**

Loetsch, F and K. E. Haller. 1973. Forest inventory. Volume I, Statistics of forest inventory and information from aerial photographs. BLV. Germany. 436 p. **Clave: SD 387, .L63, V.1, C.1.**

Meyer, H. A., A. B. Recknagel, D. D. Stevenson and R. A. Bartoo. 1961. Forest management. Ronald Press. USA. 282 p. **Clave: SD 666, .F67**

Rivero B., D. P. y E. M. Zepeda B. 1990. Principios básicos de regulación forestal. UACH-DCF. Serie de Apoyo Académico. No. 42. Chapingo, México 262 p. **Clave: SD 427, .E35, .R58 1990.**

Schreuder, H. T., T. G. Gregoire and G. B. Wood. 1993. Sampling methods for multiresource forest inventory. John Wiley & Sons. USA 446 p. **Clave: SD 387, .S86, S37. 1993.**

Winkenwerder, H. and E. T. Clark. 1922. Field and office problems in forest mensuration. John Wiley & Sons. Chapman & Hall. USA. 133 p. **Clave: SD 555, .W56, 2a. ed.**

### IX.- ARTÍCULOS PARA LECTURA Y DISCUSIÓN.

Aguilar R., M. y Villa S., A. B. 1995. Rutinas de cálculo de once métodos para determinar el incremento en volumen de coníferas. **Ciencia Forestal**. 20(77): 151-192.

Aguilar R., M. 1996. Guía para determinar la calidad de estación en bosques de Michoacán. Campo Experimental Uruapan. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP. **Publicación Técnica No. 1a**. 11 pp.

Aguilar R., M. y García M., J. 1996. Guía para realizar estudios de crecimiento de coníferas. Campo Experimental Uruapan. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP. **Publicación Técnica No. 1b**. 14 pp.

Aguilar R., M. y Anguiano C., J. 1996. Algunas relaciones alométricas y su comportamiento con el modelo Weibull. Campo Experimental Uruapan. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP. **Publicación Técnica No. 2**. 6 pp.

- Brown, C. L. 1970. Physiology of wood formation in conifers. **Wood Science**. 3(1):8-22.
- Chen, H. Y. H., Klinka, K. y Kabzems, R. D. 1998. Site index, site quality, and foliar nutrients of trembling aspen: relationships and predictions. **Canadian Journal of Forest Research**. 28:1743-1755.
- Franco A., R. C., Cornejo O., E. H., Valencia M., S. y Villarreal Q., J. A. 2003. Asociación del índice de sitio con variables ambientales y vegetación en Cd. Hidalgo, Michoacán. **AGROFAZ**. 3(1):289-298.
- Fritts, H. C. and Swetnam T. W. 1986. Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments. Laboratory of Tree-Ring Research. University of Arizona. Tucson, Arizona. 85721. USA
- García C. X., Parraguirre L., C. y Ramírez M., H. 1996. Guía de densidad para manejo de plantaciones de *Swietenia macrophylla* King. (Caoba). **Ciencia Forestal**. 21(80): 79-95.
- García M., J. J., Mas P., J. y Aguilar R., M. 1996. Desarrollo de una plantación de *Pinus herrerae* en la región suroccidental de Michoacán. Campo Experimental Uruapan. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP. **Folleto Técnico No. 14**. 27 pp.
- González L., H. D., Valencia M., S. y Cornejo O., E. H. 2003. Índice de sitio a través de la distancia entrenudos en regeneración de *Pinus rudis* Endl. **AGROFAZ**. 3(1):281-288.
- Klinka, K. y Carter, R. E. 1990. Relationships between site index and synoptic environmental factors in immature coastal Douglas-Fir stands. **Forest Science**. 36(3): 815-830.
- Mares A., O., Cornejo O., E. H., Valencia M., S. y Flores L., C. 2004. Índice de sitio para *Pinus herrerae* Martínez en Cd. Hidalgo, Michoacán. **Revista Fitotecnia Mexicana**. 27(Número Especial 1): 77-80.
- Monroy R., C. R. 1996. Índice de sitio para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Huayacocotla, Estado de Veracruz. **Ciencia Forestal**. 21(80): 57-77.
- Ruíz M., A., Fierro G., A. M. y Ramírez M., H. 1996. Efecto inicial del aclareo en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en La Sabana, Oaxaca. **Ciencia Forestal**. 21(80): 25-37.
- Salazar G., J. G., Vargas H., J. J., Jasso M., J., Molina G., J. D., Ramírez H., C. y López U., J. 1999. Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. **Madera y Bosques**. 5(2):19-34.
- Trenard, I. 1982. Making wood speak: an introduction to dendrochronology. **Forestry Abstracts**. 43(12):729-759.
- Villanueva D., J., Stahle, D. W., Cleaveland, M. K., y Therrell, M. D. 2000. Estado actual de la

dendrocronología en México. **Ciencia Forestal en México**. 25(88):5-36.

Zepeda B., E. M. y Rivero B., P. 1984. Construcción de curvas anamórficas de índice de sitio: ejemplificación del método de la curva guía. **Ciencia Forestal**. 51(9):3-38.

## X.- TESIS

### Licenciatura

Cornejo O., E. H. 1987. Aspectos ecológicos y dasonómicos del bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* en la Sierra La Marta, Arteaga, Coah. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 196 pp.

Bautista M., J. L. 2001. Crecimiento e incremento en altura, diámetro, área basal y volumen de la regeneración de *Pinus rudis* Endl. en la Sierra las Alazanas, Arteaga, Coah. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 70 p.

Hernández L., I. 2003. Crecimiento de tres especies de pino plantadas bajo dos tratamientos silvícolas en Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca. Tesis profesional. Ingeniero Forestal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.

Sosa A., M. A. 2001. Crecimiento e incremento de la regeneración natural de *Pinus teocote* Schl et Cham en rodales localizados al sureste de Coahuila y su de Nuevo León. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 64 p.

### Maestría en Ciencias

Agerde L., D. 1996. Análisis de curvas de crecimiento de árboles y masas forestales. Tesis. Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 255 p.

Franco A., R. C. 2001. Índice de sitio para *Pinus montezumae* Lamb. y su asociación con variables del clima, fisiografía, físico-químicas del suelo y vegetación en Cd. Hidalgo, Michoacán. Tesis. Maestría en Ciencias Forestales. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 111 pp.

González L., H. D. 2001. Calidad de sitio mediante análisis troncal y crecimiento entre verticilos, en regeneración de *Pinus rudis* Endl. Tesis. Maestría en Ciencias Forestales. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 117 pp.

Quiñones C. A. 1995. Evaluación de la calidad de sitio y del efecto de la densidad en bosques del estado de Durango. Tesis. Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Chapingo. 129 p.

**XI.- PROGRAMA ELABORADO POR:** Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo, M.C. Salvador Valencia Manzo y M.C. Celestino Flores López

**XII.- PROGRAMA ACTUALIZADO POR:** Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo, M.C. Salvador Valencia Manzo y M.C. Celestino Flores López