



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

PROGRAMA ANALÍTICO

FECHA DE ELABORACIÓN: Julio / 1997

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: Septiembre / 2005

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 por semana: 2

Número de horas de práctica por semana: 3

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 manejo sustentable 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 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 producción.

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

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

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. Practicar los 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 Forestería

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

8. Desarrollo e Incremento de Bosques de Edades Uniformes

- 8.1 Estimación de calidad de sitio
- 8.2 Estructura del bosque
- 8.3 Métodos estáticos y dinámicos de predicción de crecimiento e incremento
- 8.4 Aclareos
- 8.5 Predicción del volumen del rodal

9. Crecimiento e Incremento de Bosques de Edades No Uniformes

- 9.1 Estimación de calidad de sitio
- 9.2 Estructura del bosque
- 9.3 Funciones estáticas del crecimiento e incremento
- 9.4 Modelos de matrices de transición
- 9.5 Modelos de árbol independiente de la distancia basados en ecuaciones diferenciales

10. Predicción del Crecimiento y la Producción

- 10.1 Predicción de la producción actual
- 10.2 Predicción de la producción futura
- 10.3 Desarrollo de modelos de crecimiento y producción

CRONOGRAMA DE TEMAS

Semana

16

Temas (horas).

Actividades

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

1. Introducción (4).

Definición e importancia de la Epidemiología en el manejo de los recursos forestales

2. Biología del Crecimiento de los Árboles (11).

Revisar la ecofisiología del crecimiento de los árboles tanto en altura como en diámetro.

3. Obtención de Información de Crecimiento e Incremento (5)

Revisar los principales métodos para determinar el crecimiento e incremento en árboles

4. Crecimiento e Incremento del Árbol (10)

Aprender la metodología de análisis troncales

5. Análisis de correlación, de regresión simple y elección de modelos (10)

Aprender los métodos de mínimos cuadrados y el de selección de modelos

6. Calidad de Sitio (10)

Aprender la metodología para determinar el índice de sitio

7. Densidad de Rodales (10)

Aprender la metodología para determinar la densidad de rodales

8. Desarrollo e Incremento de Bosques de Edades Uniformes (8)

Aprender la estructura y dinámica del crecimiento de bosques de edades uniformes

9. Crecimiento e Incremento de Bosques de Edades No Uniformes (8)

Aprender la estructura y dinámica del crecimiento de bosques de edades no uniformes

10. Predicción del Crecimiento y la Producción (4)

Aprender los métodos para proyectar el crecimiento y producción de un bosque

V. - METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

- Motivación-enseñanza-aclaración-evaluación-rectificación, 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. Con relación a la presentación de los exámenes escritos, se recogerá el examen escrito y la calificación será cero (0), cuando se encuentre al alumno cometiendo fraude (conversando con otro compañero, volteando a ver al examen de su compañero, cualquier forma o estrategia de copiar), la misma falta será para el alumno que permita ser copiado por otro compañero (artículo 12° del reglamento académico para alumnos de nivel licenciatura). 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, Obtención de Información de Crecimiento e Incremento
2 nd	Crecimiento e Incremento del Árbol, Análisis de correlación, de regresión simple y elección de modelos, 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. RECURSOS NECESARIOS.

Infraestructura

Se necesita aula equipada con pizarrones y butacas, pantalla para proyección con acetatos o de computadora, así como las condiciones necesarias para la proyección (cortinas, contactos eléctricos, extensiones eléctricas, etc.). Las prácticas se realizan en los ecosistemas forestales que se ubican fuera del campus de la Universidad, por lo que se requiere un autobús con capacidad de hasta 20 personas así como alimentos para los estudiantes.

Equipo

Se necesitan taladros de Pressler, brújulas, altímetros, pistolas Haga, cintas diamétricas, clinómetros, longímetros de 30 m, flexómetros de 5 m y cuerdas compensadas a cada 5% de pendiente. Además, para las prácticas en el campus es necesario de disponer de árboles seccionados en rodajas para practicar la metodología de análisis troncales.

VIII. INDICACIONES ESPECIALES.

Presentaciones orales

La presentación oral es para la formación del alumno en la preparación, exposición y sustentación de información y experiencias técnico-científicas con el propósito de dirigirse a diversas audiencias. El alumno será libre de preparar y usar diversos materiales y medios para la exposición y sustentación de la información. La presentación oral se elaborarán con base en las siguientes elecciones: a) un tema del programa analítico, b) un artículo técnico-científico de interés epidométrico y c) una revisión bibliográfica de un tema de interés epidométrico. Las presentaciones orales deberán organizarse para que en 30 minutos se presenten los principales temas que aborda la lectura seleccionada.

Laboratorios, lecturas y resúmenes

Los laboratorios comprenden trabajos de ejercitación sobre algún tema además de lecturas que se encargarán durante el curso. Los resúmenes tanto de las lecturas como de las presentaciones orales deberán presentarse en dos cuartillas, con 1.5 de espacio interlineado, con tipo de letra Arial

a 12 puntos y deberán contener las siguientes dos secciones: a) un resumen de los principales temas de la lectura y b) una discusión sobre lo que se piensa acerca de la lectura. Para la parte (b) se deberán considerar las siguientes preguntas: 1. Se encontró algún tema interesante o sorprendete en la lectura?. 2. Qué te gustó o qué no te gustó de la lectura?. 3. En qué estas de acuerdo o en desacuerdo?. 4. Qué es lo que no se entendió de la lectura?. 5. Cómo se relaciona la lectura a otras que se han leído en este curso o que no se han leído en este curso?. Dichas secciones deberán estar redactadas de manera pensativa y reflexiva.

Los resúmenes se calificarán con base en la siguiente escala: 0= no entregó el resumen; 25= regular; 50=adecuado; 75=bueno; 100=excelente. El total de puntos acumulados por los resúmenes se ponderarán considerando el valor de este apartado en la evaluación final.

Asistencia

El pase de lista es obligatorio y todos los alumnos deberán llegar puntualmente tanto a las sesiones de clase como a los puntos de salida para las prácticas. Cada sesión de clases (de una hora o dos horas) será considerada sólo como una asistencia. Solo se rectificarán las inasistencias para los alumnos que hayan tenido alguna enfermedad o participación en eventos académicos de la Universidad, presentando la justificación por escrito en un lapso de tres días después de su inasistencia. Con respecto a las prácticas de campo, el alumno que falte a alguna de las prácticas tendrá dos inasistencias y no tendrá derecho a ser considerado en el reporte de esta práctica. Solo se justificará el alumno que con tres días de anticipación comunique al profesor-investigador su ausencia por participación en eventos académicos de la Universidad.

IX.- 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. FAO, 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 p.
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. **Clave: QK 731. M6718 1977 Ej. 2 (17795)**

Phillip, 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**

X.- 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.**

XI.- 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 p.
- 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 p.
- 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 p.
- Brown, C. L. 1970. Physiology of wood formation in conifers. **Wood Science.** 3(1):8-22.
- Calvillo G., J. C., Cornejo O., E. H. Valencia M., S., y Flores L., C. 2005. Estudio epidémico para *Pinus herrerae* Martínez en la región de Cd. Hidalgo, Michoacán, México. **Foresta Veracruzana** 7(1):5-10.
- 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.
- Cornejo O., E. H., Pereyra G., J. A., Mares A., O., Valencia M., S. y Flores L., C. 2005. Índice de sitio para *Pinus montezumae* Lamb. en la región de Cd. Hidalgo, Michoacán. **Revista Fitotecnia Mexicana.** 28(3):213-219.
- 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.
- Villanueva D., J., Cerano P., J., Stahle, D. W., Therrell, M. D., Cleaveland, M. K., y Sánchez C., I. 2004. Elementos básicos de la dendrocronología y sus aplicaciones en México. Laboratorio de Dendrocronología. Folleto Técnico No. 2. CENID-RASPA-INIFAP. Gómez Palacio, Dgo. 37 pp.
- 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.

XII.- TESIS

Licenciatura

- Cerano P., J. 2004. Reconstrucción de 350 años de precipitación invierno-primavera para Saltillo, Coah. Tesis profesional. Ingeniero Forestal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- 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 p.
- 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. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.

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 p.

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

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 Chapingo. 129 p.

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

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

XV.- PROGRAMA APROBADO POR LA ACADEMIA DEL DEPARTAMENTO FORESTAL


Dr. Miguel A. Capó Arteaga
Coordinador de la Academia
del Departamento Forestal

Fecha: Septiembre 1, 2005

