



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

### DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

#### PROGRAMA ANALÍTICO

FECHA DE ELABORACIÓN: FEBRERO / 2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

#### I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la materia:	Crecimiento y Desarrollo de Árboles
Clave:	FOR-
Tipo de materia:	Curricular
Departamento que la imparte:	Forestal
Número de horas teoría por semana:	3
Número de horas de práctica por semana:	2
Número de créditos:	8
Carrera(s) en la (s) que se imparte:	Ingeniería Forestal
Prerrequisitos:	BOT-424 Fisiología Vegetal

#### II. OBJETIVO GENERAL

Que el alumno conozca los fundamentos del crecimiento y desarrollo en árboles forestales con respecto a la altura y el diámetro, además de raíces, hojas y estructuras reproductivas.

#### III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer los fundamentos del crecimiento en altura y el desarrollo de la copa
2. Identificar los diferentes tipos de copa y desarrollo de la yema terminal
3. Identificar los diferentes elementos histológicos del cambium vascular
4. Conocer los fundamentos del crecimiento, desarrollo y funcionamiento del cambium vascular y del diámetro
5. Conocer los fundamentos del desarrollo del anillo anual de crecimiento
6. Conocer los fundamentos del crecimiento, desarrollo y tipos de raíces
7. Identificar las interacciones ecológicas asociadas al desarrollo de las raíces
8. Identificar los diferentes tipos de hojas y sus estructuras básicas
9. Conocer los fundamentos del crecimiento y desarrollo de las hojas
10. Identificar las diferentes estructuras reproductivas
11. Conocer los fundamentos del desarrollo de las estructuras reproductivas

#### IV. TEMARIO

1. Introducción

2. Forma de la copa
  - 2.1 Crecimiento Primario
  - 2.2 Desarrollo de patrones de la yema terminal
  - 2.3 Estacionalidad del crecimiento en altura, reposo, inhibición correlativa y quiescencia
3. El Tallo
  - 3.1 Cambium Vascular. Estructura y Función
  - 3.2 Anillo anual
  - 3.3 Albura y Duramen
  - 3.4 Estructura y funcionamiento del floema en coníferas
  - 3.5 Estructura y funcionamiento del floema en latifoliadas
  - 3.6 Peridermis y la formación de la corteza
  - 3.7 Crecimiento secundario
  - 3.8 Estacionalidad del crecimiento en diámetro
4. Raíces
  - 4.1 Tipos de raíz
  - 4.2 Desarrollo radicular
  - 4.3 Raíces viejas
  - 4.4 Micorrizas
  - 4.5 Fijación de nitrógeno
5. Hojas
  - 5.1 Hojas juveniles y adultas
  - 5.2 Iniciación y desarrollo
  - 5.3 Estructura de la hoja
    - 5.3.1 La epidermis y el estoma
    - 5.3.2 El mesófilo
  - 5.4 Hojas de coníferas
  - 5.5 Hojas de sol y de sombra
  - 5.6 Senescencia y caída de hojas
6. Reproducción
  - 6.1 Ciclos de floración
  - 6.2 Ciclo reproductivo
  - 6.3 Iniciación, inducción y mejoramiento floral
  - 6.4 Estructura y desarrollo floral
  - 6.5 Polinización
  - 6.6 Desarrollo ovular, embrionario y de semilla (mortalidad de conos)
  - 6.7 Limitantes en la producción de semilla

## **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

### Diagnóstica

La evaluación diagnóstica se hará para identificar el conocimiento previamente adquirido con respecto a meteorología y climatología, edafología, botánica forestal, ecología forestal, suelos forestales y fisiología vegetal.

### Sumativa

La evaluación consistirá de tres exámenes parciales, prácticas de campo, laboratorios, presentaciones orales en clase y proyecto semestral. Cada una de las actividades tiene un valor de entre 12.5 y 25%. El porcentaje alcanzado en cada una de ellas se promediará para determinar, por un lado, la exención del examen ordinario que se otorgará con un promedio de 9.0 (nueve punto cero); por el otro, el derecho a examen ordinario que se otorgará cuando el promedio sea mayor o igual a 5.0 (cinco punto cero). Lo anterior, es en apego al artículo 50º del Reglamento Académico para alumnos de nivel de licenciatura aprobado en junio de 2011 por el H. Consejo Universitario. Las actividades con sus porcentajes para obtener los promedios del curso son las siguientes:

Tres exámenes parciales	12.5%
Proyecto semestral	25.0%
Prácticas de campo y laboratorios	25.0%
Presentaciones orales	25.0%
<u>Reportes de consultas bibliográficas y de lecturas</u>	<u>12.5%</u>
Total	100%

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

Examen	Temas
1o.	Introducción y Forma de la Copa
2o.	El Tallo y Raíces
3o.	Hojas y Reproducción

**CRONOGRAMA DE TEMAS****Semana**

Temas (horas)	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Introducción (5)	Presentación del profesor y de los estudiantes. Lectura del Programa Analítico y aclaración de dudas con respecto al sistema de evaluación y de las indicaciones especiales. Señalar la bibliografía básica y complementaria. Exponer los principios básicos con respecto al crecimiento y desarrollo de árboles forestales															
2. Forma de la copa (10)	Exponer el crecimiento primario y los diferentes patrones de la yema terminal, así como la estacionalidad del crecimiento en altura															
3. El Tallo (15)	Identificar los elementos histológicos del cambium vascular y explicar su funcionamiento, además explicar el crecimiento secundario y su estacionalidad															
4 Raíces (10)	Identificar los tipos de raíces y su desarrollo, además de estudiar las interacciones ecológicas asociadas a las raíces															
5. Hojas (15)	Exponer los diferentes tipos de hojas, además de sus estructuras. Explicar el crecimiento y desarrollo de las hojas															
6. Reproducción (20)	Explicar el ciclo reproductivo reconociendo las diferentes estructuras así como su funcionamiento y desarrollo															

## **Formativa**

- Puntualidad y responsabilidad. De acuerdo con el artículo 54º del Reglamento Académico para alumnos de nivel de licenciatura aprobado en junio de 2011 por el H. Consejo Universitario, el alumno tendrá derecho a los exámenes ordinario y extraordinario cuando cubra al menos el 85 y 80% de asistencia al curso, respectivamente. 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 justificarán 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. Sólo se justificará el alumno que con tres días de anticipación comunique al profesor-investigador su ausencia por participación en eventos académicos de la Universidad y por motivos de salud.
- Procedimiento continuo de formación (determinar capacidad individual para resolver problemas, mejorar y reajustar proceso de enseñanza: motivación-enseñanza-evaluación-rectificación).

## **VII. RECURSOS NECESARIOS**

### **Infraestructura**

Se necesita aula equipada con pizarrones y butacas, pantalla para proyección con acetatos y 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. Además se necesita un laboratorio para hacer prácticas de diversos cortes de tallo, raíz y hoja, además de un invernadero, con ambiente controlado, para evaluar las tasas de crecimiento así como las variables fisiológicas.

### **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.

## **VIII. INDICACIONES ESPECIALES**

### **Ejes transversales**

En el desarrollo del curso se fomentara que los conocimientos relacionados con el manejo del ecosistema forestal deberán apearse a la normatividad vigente. Asimismo, que las acciones para el cumplimiento del programa analítico estén apegadas al código de ética del Programa Docente de la Carrera de Ingeniero Forestal para que en un futuro el egresado se desempeñe en su desarrollo profesional con dicho código. Además, en el desarrollo del curso, la sustentabilidad de los ecosistemas forestales, la responsabilidad social y la

educación ambiental son los pilares ineludibles al abordar los temas del curso. Durante el curso se estimulará la creatividad y la innovación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, de manera que se logre una actitud emprendedora que le permita en su ejercicio profesional incrementar la productividad de los ecosistemas forestales y el bienestar de la sociedad.

### **Consultas bibliográficas, lecturas y resúmenes**

Las consultas bibliográficas, lecturas y resúmenes comprenden trabajos de ejercitación sobre algún tema. 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 contestar las siguientes preguntas: 1. ¿Se encontró algún tema interesante o sorprendente en la lectura? 2. ¿Qué te gustó o qué no te gustó de la lectura? 3. ¿En qué estás de acuerdo o en desacuerdo con la lectura? 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.

### **Presentación oral**

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 elaborará con base en temas y lecturas asignadas, además del proyecto semestral que se pretenda elaborar. Las presentaciones orales deberán organizarse para que en 15 minutos se presenten los principales temas que aborda.

### **Reporte del proyecto semestral**

El reporte del proyecto semestral será en equipo y se desarrollará con base en una hipótesis o pregunta técnico-científica, dicha hipótesis o pregunta se evaluará en conjunto con los otros alumnos para su aprobación. Cada equipo preparará un reporte por escrito y una presentación oral. La estructura del reporte escrito se apegará al siguiente formato:

1. Introducción
2. Revisión de literatura
3. Materiales y métodos
4. Resultados y discusión
5. Conclusiones
6. Recomendaciones
7. Literatura citada

Cada equipo será libre de preparar los materiales y medios para la exposición y sustentación de su proyecto semestral. La evaluación del proyecto semestral será con base en el reporte escrito, entregado en tiempo y forma (6.25%) y en la presentación oral (6.25%). En la presentación oral se evaluará la participación de cada uno de los integrantes de los equipos.

## IX. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Clave en Biblioteca UAAAN

1. Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Omega. Barcelona. **QK641.E8218**
2. Frías H., J. T. 2004. Avance en el Conocimiento de la Biología de las Micorrizas. Universidad de Guanajuato **QK604.2.U54**
3. Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis: Plant Growth Analysis for Beginners. Unwin Hyman. London. **QK731.H86**
4. Kozlowski, T. T. 1971. Growth and Development of Trees. Volume I. Seed Germination, Ontogeny, and Shoot Growth. Academic Press. New York. **QK731.K69**
5. Kozlowski, T. T. 1971. Growth and Development of Trees. Volume II. Cambial Growth, Root Growth, and Reproductive Growth. Academic Press. New York.
6. Morey, P. R. 1977. Como Crecen los Árboles. Omega. Barcelona **QK731.M67**
7. Niembro, R. A. 1986. Mecanismos de Reproducción Sexual en Pinos. LIMUSA **SD402.N53**
8. Tyree, M. T. y Zimmermann, M. H. 2002. Xylem Structure and the Ascent of Sap. Springer-Verlag. Berlin.
9. Zimmermann, M. H., Brown, L. C., y Tyree, T. M. 1980. Trees. Structure and Function. Springer-Verlag. Berlin. **QK475.Z55**

## X. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Clave en Biblioteca UAAAN

1. Botkin, D. B. 1993. Forest Dynamics An Ecological Model. Oxford University Press. **QK938.F6.B67**
2. Daniel, T. W., Helms, J. A., y Baker, F. S. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill. **SD391.D3618**
3. Gartner, B. L. 1995. Plant Stems: Physiology and Functional Morphology. Academic Press.
4. Klepac, D. 1976. Crecimiento e Incremento de Árboles y Masas Forestales. UACH. México. **SD555.K53**
5. Kozlowski, T., Kramer, P. J., y Pallardy, S. G. 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press. **QK 905.K69**
6. Larcher, W. 1977. Ecofisiología Vegetal. Omega **QK 901.L37**
7. Leopold, A. C. y Kriedemann, P. E. 1975. Plant Growth and Development. McGraw-HILL. New York. **QK731.L46**

## XI. ARTÍCULOS Y TESIS PARA LECTURA Y DISCUSIÓN

1. Brown, C. L. 1970. Physiology of wood formation in conifers. Wood Science. 3(1):8-22.

2. Calvillo G., J. C. 2003. Estudio Epidométrico para (*Pinus herrerae* Mart.) en la región de Cd. Hidalgo, Michoacán. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.  
**SD397.P55 .C34**
3. Cornejo O., E. H., Bucio Z., E., Contreras M., R., Valencia M., S. y Flores L., C. 2005. Tasa de crecimiento relativo en altura de *Pinus greggii* Engelm. en Arteaga, Coahuila. Memoria de Resúmenes. VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Chihuahua, Chih.
4. De la Piedra A., E. A., Cornejo O., E. H., Valencia M., S., y Flores L., C. 2006. Tasas de crecimiento relativo de una prueba de progenie de *Pinus greggii* Engelm., en Arteaga, Coah. Memoria Resúmenes. XXI Congreso Nacional y Primero Internacional de Fitogenética. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
5. García M., M. A. 1992. Tratamiento de presiembra, sombreados e inoculación micorrícica, en la producción de planta de (*Pinus hartwegii* Lindl) en vivero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.  
**SD397.P563 .G37**
6. Jacobs, S. M. y Drew, D. M. 2002. Using tree physiology to better understand the effect of environmental factors on wood fiber properties.  
[http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/Using\\_tree\\_physiology/using\\_tree\\_physiology.html](http://www.tappsa.co.za/archive/APPW2002/Title/Using_tree_physiology/using_tree_physiology.html)
7. Kozlowski, T. T. How forest trees grow. UW – Extension publication. G3277.  
<http://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/G3277.pdf>
8. Pereyra G., J. A. 2003. Estudio Epidométrico e Índice de Sitio para (*Pinus montezumae* Lamb.) en la Región de Cd. Hidalgo, Michoacán. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.  
**SD397.P591.P47**
9. Playas R., I. 2010. Crecimiento del Brote Terminal en un Ensayo de Tres Procedencias de (*Pinus greggii* Engelm.) en Arteaga, Coah. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.  
**SD 379.P56 .P52**
10. Rosas L., F. 2013. Crecimiento e Incremento en Diámetro y Altura de (*Pinus rudis* Endl). en Respuesta a Preclareos en San José de La Joya, Galeana, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.  
**SD397.P6118.R67**
11. Valencia-Manzo S., Playas-Ramos I., Cornejo-Oviedo, E. H. y Flores-López, C. 2009. Patrón de elongación del brote terminal de tres procedencias de *Pinus greggii* Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coahuila. IX Congreso Mexicano de Recursos Forestales 23-26 de Noviembre del 2009, Oaxaca, Oax. México.



<b>Bibliografía recomendada para cada tema</b>		
<b>Tema</b>	<b>Sección</b>	<b>Referencias</b>
1. Introducción	IX	1
	X	2
2. Forma de la copa	IX	4, 6
	X	1, 2, 4, 5
	XI	2, 3, 4, 8, 9, 10, 11
3. El Tallo	IX	4, 3, 6, 8, 9
	X	1, 2, 3, 4, 5
	XI	1, 2, 4, 6, 8, 10
4. Raíces	IX	2, 3, 5, 6
	X	2, 5
	XI	5
5. Hojas	IX	4, 6
	X	5, 6
6. Reproducción	IX	7

**XII. PROGRAMA ELABORADO POR:** Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo

**XIII. PROGRAMA ACTUALIZADO POR:** Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo, Ing. Sergio Braham Sabag, MC. Salvador Valencia Manzo, Dr. Miguel A. Capó Arteaga

**XIV. PROGRAMA APROBADO POR LA ACADEMIA DEL DEPARTAMENTO FORESTAL**  
Fecha: Febrero 24, 2015