



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

CARRERA: INGENIERO FORESTAL

**Curso: FOR-473 Ecofisiología Forestal**

### **PROGRAMA ANALÍTICO**

#### Datos de identificación

Clave: FOR-473 Ecofisiología Forestal

Semestre: Optativa

Créditos: 8

Prerequisito: Climatología y Meteorología, Ecología General, Botánica Forestal, Suelos Forestales, Fisiología Vegetal, y Ecología Forestal.

Horas teoría por semana: 3

Horas práctica por semana: 2

Profesor responsable: Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo

#### Introducción

El contenido del curso de ecofisiología forestal cubre aspectos relacionados con los factores tanto ambientales como fisiológicos para el conocimiento y entendimiento de las relaciones que determinan la presencia de especies forestales en un sitio dado. El entendimiento de dichas relaciones tiene una amplia aplicación en el manejo de bosques naturales, en el establecimiento de plantaciones comerciales y en la producción de plantas en invernadero y vivero. En este curso el alumno integrará conocimientos adquiridos en cursos previos como Climatología y Meteorología, Ecología General, Botánica Forestal, Suelos Forestales, Fisiología Vegetal, y Ecología Forestal entre otros, con la finalidad de manipular ambientes naturales y / o artificiales para propiciar el establecimiento y desarrollo de especies forestales deseadas.

El curso comprende las relaciones hídricas en las plantas, dichas relaciones son estudiadas en un contexto dinámico asociado a diversos aspectos y mecanismos como al sistema suelo-planta-atmósfera, al balance de radiación solar y temperatura, al balance de carbono, la absorción de nutrientes, así como a los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas.

#### Objetivos Generales

Analizar y describir los procesos fisiológicos de las plantas, particularmente las especies forestales, sus bases bioquímicas y su impacto ecológico.

Analizar y describir los efectos ambientales sobre los procesos fisiológicos de las plantas, así como de las adaptaciones de éstas a las condiciones de estrés.

## Temario

### **I Introducción.**

- 1.1 Concepto de ecofisiología y la importancia de ésta en el manejo del bosque.
- 1.2 Metodología para la investigación ecofisiológica.

### **II Relaciones Hídricas.**

- 2.1 Fundamentos de termodinámica.
- 2.2 Absorción de agua por el sistema radical
- 2.3 Transporte de agua a través del sistema suelo-planta-atmósfera
- 2.4 Regulación del transporte de agua en la planta; conducta estomatal
- 2.5 Índices de eficiencia en el uso de agua
- 2.6 Respuestas fisiológicas y adaptaciones al estrés hídrico

### **III Relaciones Energéticas.**

- 3.1 Conceptos básicos sobre la transferencia de energía
- 3.2 Balance de energía en hoja, planta y vegetación (bosque)
- 3.3 Respuestas fisiológicas y adaptaciones al estrés energético (luz y temperatura)

### **IV Balance de Carbono.**

- 4.1 Ganancia de carbono
  - 4.1.1 Reacciones fotoquímicas y reacciones de asimilación de Carbono
  - 4.1.2 Consecuencias ecológicas de las diferentes vías de asimilación de Carbono
  - 4.1.3 Eficiencia fotosintética
- 4.2 Utilización de Carbono
  - 4.2.1 Bioquímica de la respiración
  - 4.2.2 Respiración de crecimiento y respiración de mantenimiento
- 4.3 Partición de Carbono
  - 4.3.1 Translocación
  - 4.3.2 Relación fuente-demanda
- 4.4 Efectos ambientales sobre el balance de Carbono
- 4.5 El balance de Carbono y la productividad forestal

### **V Nutrición.**

- 5.1 Efectos ambientales sobre el crecimiento y la fisiología del sistema radical
- 5.2 Absorción y transporte de nutrientes
- 5.3 Forma disponible y papel fisiológico de macro y microelementos
- 5.4 Respuestas fisiológicas y adaptaciones al estrés nutricional
- 5.5 Nutrición y productividad

## VI Crecimiento.

- 6.1 Concepto ecofisiológico de crecimiento
- 6.2 Análisis matemático y funcional del crecimiento
- 6.3 Crecimiento y productividad

## VII Desarrollo.

- 7.1 Sistema regulatorio de la planta
- 7.2 Ecofisiología de la germinación y del crecimiento de la plántula
  - 7.2.1 Cambios metabólicos y morfológicos durante la germinación y el establecimiento de la plántula
  - 7.2.2 Germinación y estrategia reproductiva
  - 7.2.3 Efectos ambientales sobre la germinación y el establecimiento
- 7.3 Ecofisiología del desarrollo ulterior
  - 7.3.1 Morfogénesis, floración, fructificación y senescencia
- 7.4 Efectos ambientales sobre el desarrollo

### Metodología de la Enseñanza

La exposición de los temas se realizará de manera oral con apoyo de pizarrón y con exposiciones orales por parte del alumno. El alumno también previamente deberá realizar lecturas de los temas a tratar en clase. También se realizarán prácticas de campo para determinar los factores ecofisiológicos que determinan la presencia de una especie en un sitio dado. Estas prácticas se realizarán en bosques de la región y en otros casos en invernaderos localizados en el campus.

### Evaluación

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 las actividades tiene 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, el derecho al examen ordinario 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 de 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%

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

Examen	Temas
1o	Introducción, Relaciones Hídricas y Relaciones energéticas
2 <sup>nd</sup>	Balance de Carbono y Nutrición
3o	Crecimiento y Desarrollo

### Prácticas de campo

#### Práctica No. 1

Título: Tolerancia de las especies arbóreas en bosques de coníferas

Objetivo: Determinar la tolerancia de especies arbóreas en bosques de coníferas

Materiales y Métodos:

La práctica se desarrollará en un bosque de coníferas en la región de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Se establecerán sitios de muestreo de forma circular de 500 m<sup>2</sup> usando una cuerda de 12.61 m de longitud y compensada por pendiente. Dentro de los sitios de muestreo se considerará al estrato arbóreo a aquellos árboles con diámetro normal mayor o igual a 5 cm, mientras que el estrato de renuevos comprenderá plántulas desde un diámetro normal menor de 5 cm hasta plántulas recién germinadas. Se identificarán las especies del estrato arbóreo y renuevos de coníferas. Con respecto al estrato arbóreo, se medirá el diámetro normal y la altura total con una cinta diamétrica y con una pistola Haga, respectivamente de todos los árboles dentro del sitio. Con relación al estrato de renuevos de coníferas, se medirá la cobertura y/o el diámetro normal y la altura con una flexómetro de 5 m de toda la regeneración dentro del sitio de muestreo. Además, se identificará el tipo de dosel en donde se encuentra establecida la regeneración de coníferas y se determinará el vigor de las plántulas de cada especie.

### Resultados y Discusión

Estrato arbóreo de coníferas: Se describirá el estrato arbóreo con base en la densidad (árboles ha<sup>-1</sup>) y área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) total y por especies. Además, se ampliará dicha descripción al elaborar las estructuras horizontal y vertical incluyendo los valores de la media y el rango de los diámetros normales y de la altura total.

Estrato de renuevos de coníferas: Se describirá el estrato de renuevos de coníferas con base en la densidad (renuevos ha<sup>-1</sup>) y área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) total y por especies. Además se describirá la frecuencia de los doseles identificados para cada especie.

La discusión de los resultados consistirá en confrontar los valores del estrato arbóreo de coníferas con aquéllos del estrato de renuevos con la finalidad de determinar la tolerancia de cada una de las especies del estrato de renuevos. Dicha discusión se apoyará con literatura que reporte la clasificación de la tolerancia de las especies.

### Conclusiones

Se concluirá con la determinación de la tolerancia de las especies encontradas en los sitios de muestreo y se presentará una clasificación preliminar de la tolerancia de las especies arbóreas regionales. Dicha clasificación permitirá predecir el establecimiento de especies cuando se manipule el estrato arbóreo.

### Práctica No. 2

Título: Establecimiento de especies arbóreas de coníferas

Objetivo: Predecir el establecimiento de especies arbóreas de coníferas bajo condiciones de manipulación del ambiente y de producción de plantas en invernadero.

### Materiales y Métodos:

La práctica se desarrollará en dos etapas de campo. La primera consistirá en un recorrido en bosques de coníferas que han sido objeto de aprovechamiento en la región de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Se establecerán sitios de muestreo de forma circular de 500 m<sup>2</sup> usando una cuerda de 12.61 m de longitud y compensada por pendiente. Se evaluará el estrato de renuevos mismo que comprenderá plántulas desde un diámetro normal menor de 5 cm hasta plántulas recién germinadas. Se identificarán las especies de dicho estrato y se medirá la cobertura y/o el diámetro normal así como la altura con una flexómetro de 5 m. Se evaluará la tolerancia de las especies así como el vigor de las plántulas. La segunda etapa consistirá en un recorrido en invernadero para realizar observaciones sobre la producción de plántulas de coníferas con diferentes grados de tolerancia. Se obtendrá información en cuanto al sistema de producción con respecto a la frecuencia del riego, el tipo de fertilización y época en que se realiza dicha fertilización, además se evaluará el uso de medias sombras y de otras prácticas de cultivo y producción. Se harán mediciones del diámetro al cuello y de la altura del suelo al ápice, además se evaluará el vigor de las plántulas. Dichas evaluaciones se harán de acuerdo con la tolerancia de las especies, lo anterior para predecir la sobrevivencia y crecimiento en un sitio dado.

### Resultados y Discusión

Primera etapa: Se reportarán los valores de densidad (árboles ha<sup>-1</sup>) y área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) total y por especies, además se clasificarán las especies de acuerdo con su tolerancia. También se presentará la caracterización del vigor de las plántulas. En esta etapa se discutirá el efecto del tratamiento del bosque en el establecimiento de la regeneración y si el tratamiento es el adecuado para las especies presentes en el sitio.

Segunda etapa: Se reportará el sistema de producción de plántulas detallando la frecuencia

de riego y fertilización, y del uso de medias sombras. Se presentarán valores medios y rangos de la altura y del diámetro al cuello. Además, se presentará la información con respecto al vigor de las plántulas. Se discutirá si dicho sistema de producción es el adecuado a la tolerancia de las especies.

### Conclusiones

Primera etapa: Se concluirá que si de acuerdo al tratamiento hecho al bosque se puede predecir el establecimiento de una especie dada o grupo de especies, además si dichas especies permitirán asegurar el futuro del bosque.

Segunda etapa: Se concluirá que si de acuerdo al sistema de producción de plántulas, tamaños y vigor se puede predecir la sobrevivencia y el crecimiento de las mismas en un sitio dado y de acuerdo a la tolerancia de dichas especies.

### Bibliografía.

- Bazzaz, F. A. 1996. Plants in changing environments. Linking physiological, population, and community ecology. Cambridge University Press. USA. 320 pp.
- Bidwell, R. G. S. 1990. Fisiología vegetal. AGT. México. 784 pp. **QK 710.B52 1990**
- Daubenmire, R. F. 1990. Ecología vegetal. Tratado de autoecología de plantas. Limusa. México. 496 pp.
- Devlin, R. M. 1982. Fisiología vegetal. Omega. España. 517 pp. **QK 711.2.D4818 4a Ed.**
- Fitter, A. H. 1981. Environmental physiology of plants. Academic Press. USA. 355 pp.  
**QK 711.2.F57 1981**
- Harper, J. L. 1994. Population biology of plants. Academic Press. USA. 892 pp.
- Jones, H.G. 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. Cambridge University Press. USA. 428 pp.
- Kozlowski, T., Kramer, P. J., y Pallardy, S. G. 1991. The Physiological ecology of woody plants. Academic Press. USA. 657 pp. **QK 905.K69 1991**
- Kozlowski, T., y Pallardy, S. G. 1997. Physiology of woody plants. Academic Press. USA. 411 pp.
- Lambers, H., Chapin III, F. S., y Pons, T. L. 1998. Plant physiological ecology. Springer-Verlag. USA. 540 pp.
- Larcher, W. 1977. Ecofisiología vegetal. Omega. España. 305 pp. **QK 901.L37 1977**
- Larcher, W. 1995. Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups. Springer-Verlag. USA. 506 pp.

- Lira, S. R. 1994. Fisiología vegetal. Trillas. México. 237 pp. **SB 128.L57 1994**
- Medina, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. OEA. 102 pp. **QK 901.M42 1977**
- Nobel, P. S. 1991. Physiochemical and environmental plant physiology. Academic Press. USA. 635 pp. **QK 711.2.N62 1991**
- Osmond, C. B. 1980. Physiological processes in plant ecology. USA. 468 pp. **QK 495.O75 1980**
- Pearcy, R. W., Ehleringer, J., Mooney, H. A. y Rundel, P. W. 1994. Plant physiological ecology. Field methods and instrumentation. Chapman & Hall. USA. 457 pp.
- Richter, G. 1972. Fisiología del metabolismo de las plantas. CECSA. México 417 pp. **QK 881.R62 1972**
- Rojas, G. M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. Interamericana-McGraw-Hill. México. 252 pp. **QK 711.R64 1972**
- Smith, W. K. y Hinckley, T. M. 1995. Ecophysiology of coniferous forests. Academic Press. USA. 338 pp. **QK 494.E26 1995**
- Smith, W. K. y Hinckley, T. M. 1995. Resource physiology of conifers. Acquisition, allocation and utilization. Academic Press. USA. 396 pp.
- Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1973 Forest ecology. Ronald Press. USA. 571 pp.
- Unesco. 1965. Methodology of plant ecophysiology. Unesco. USA. 531 pp. **SB 185.5.M47 1965**
- Waring, R. H. y Schlesinger, W. H. 1985. Forest ecosystems. Concepts and Management. Academic Press. USA. 340 pp.
- Zimmermann, M., Brown, C. L., y Tyree, M. T. 1977. Trees. Structure and function. Springer-Verlag. USA. 336 pp. **QK 475.Z55 1980**