



ANEXO I

Denominación de la Actividad Curricular: BASES FISIOLÓGICAS DE LAS PRÁCTICAS SILVÍCOLAS

Carreras a la que pertenece: Ingeniería Forestal

Modalidad: Curso

Carácter: Optativa.

Cupo: 30 alumnos

Créditos que otorga: 4

Planes de estudios a los que se aplica: Plan 2004 (8).

Espacio Curricular (Bloque): Tecnologías Básicas

Duración total (semanas): bimestral (8 semanas)

Carga horaria total (horas): 40 horas

Carga horaria semanal: 5 horas

Cuatrimestre de inicio: segundo cuatrimestre

Asignaturas correlativas previas:

- a) Aprobación de los cursos de Fisiología Vegetal, Ecología Forestal y Edafología.
- b) Aprobación de cursada de Silvicultura.

Objetivo general: Que los alumnos conozcan los aspectos fundamentales de la ecofisiología de leñosas y consoliden su capacidad de interpretar los efectos de las prácticas silvícolas sobre el funcionamiento de los individuos leñosos, en especial arbóreos.

Contenidos mínimos: Introducción. Modificaciones temporales en los factores ambientales que afectan el crecimiento de las plantas, en diferentes sistemas silvícolas. Manejo del agua. Nutrición forestal. Manejo de la luz. Manejo de las interacciones entre especies. Análisis de los cambios fisiológicos que generan las prácticas silvícolas.

Metodología de enseñanza: El curso tendrá una modalidad de enseñanza teórico – práctica. Los contenidos teóricos se presentarán en clases expositivas dialogadas, tomando como punto de partida preguntas sencillas sobre temas del curso. Se explorarán las concepciones previas de los alumnos y se trabajará con los contenidos a profundizar mediante la lectura de textos adecuados, la interpretación de gráficos y la resolución de situaciones problemáticas, en grupos de 2 o 3 integrantes. Las clases finalizarán con una puesta en común de los resultados



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Avenida 60 esquina 119 – CC 31(1900) – La Plata
Teléfono: +54 (221) 423 6758 - Fax: +54 (221) 425 2346
<http://www.agro.unlp.edu.ar>

de cada grupo y una discusión con la participación de todos los alumnos. Se utilizará un modelo de simulación para predecir los resultados de prácticas silvícolas.

Sistema de promoción: La asignatura se puede acreditar como alumno regular sin examen final o como alumno regular con examen final.

Expediente: 200-2400/11

Resolución de aprobación: C.D N° 031/12

Fecha de aprobación: 20 de diciembre de 2011

Código SIU-Guaraní: M1164





Fundamentación

Las prácticas silviculturales que se realizan habitualmente en las plantaciones y bosques nativos tienen como objetivo maximizar determinados procesos y minimizar otros, a través de alterar el funcionamiento de los individuos, con el fin último de incrementar la producción de madera y otros productos. En los cursos obligatorios de la carrera de Ingeniería Forestal se abordan en profundidad los efectos de las prácticas silvícolas (v.g., fertilización, raleo, poda, riego) a nivel de población. Sin embargo, se enfatiza poco en los cambios en el funcionamiento individual que redundan en variaciones en la producción en un nivel de organización superior. El curso tiene como objetivo abordar en detalle temas de Fisiología vegetal particulares de especies leñosas, o que se tornan relevantes en los árboles y sistemas boscosos y que no son abordados o bien son de insuficiente tratamiento en el curso regular de Fisiología Vegetal. Para el manejo forestal resulta primordial conocer el comportamiento fisiológico de los árboles en condiciones de campo, y es por ello que se pondrá especial énfasis en los aspectos ecofisiológicos que son manipulados en las prácticas silvícolas.

Importancia en la formación de un Ingeniero Forestal.

La importancia de este curso para la formación de un Ingeniero Forestal radica en la comprensión funcional de los efectos de los tratamientos silvícolas. Se profundizará sobre los mecanismos fisiológicos que subyacen a las respuestas conocidas a prácticas habituales de la producción, para que el egresado posea una visión superadora a la que otorga la experiencia exclusivamente fenomenológica de conocer la relación entre la intervención y la respuesta.

Ejes teóricos y/o prácticos que articulan la propuesta.

En el plano cognitivo esta asignatura ayuda a cerrar las brechas entre los contenidos de asignaturas biológicas y ecológicas básicas, como también es un puente entre asignaturas básicas y aplicadas. En ambos casos eso se fundamenta, como se señaló, en considerar a los organismos leñosos sus tipos biológicos de referencia, y al enfoque ecofisiológico propio del nivel de organización cuyas propiedades emergentes aborda. Por ende, esta propuesta articula los contenidos básicos adquiridos en el curso de Fisiología Vegetal con los conocimientos que se brindan en el curso de Ecología Forestal. Asimismo, los contenidos abordados en este curso ampliarán la base teórica de los cursos de Silvicultura y Mejoramiento Genético Forestal.

Objetivos

Objetivo general

Que los alumnos conozcan los aspectos fundamentales de la ecofisiología de leñosas y consoliden su capacidad de interpretar los efectos de las prácticas silvícolas sobre el funcionamiento de los individuos leñosos, en especial arbóreos.

Objetivos particulares

Que los alumnos:

- recuperen conocimientos adquiridos en materias básicas de la carrera para su aplicación en los sistemas de producción forestal
- adquieran elementos conceptuales que les permitan comprender el funcionamiento de los árboles en los sistemas forestales
- identifiquen a las prácticas silvícolas como inductoras de modificaciones en la fisiología de los individuos
- identifiquen la información necesaria requerida de un sistema para tomar decisiones fundamentadas



Desarrollo programático

El contenido del curso consiste en una introducción, contenidos agrupados en tres ejes temáticos (luz, agua y nutrientes), y el análisis transversal de cómo se afectan los tres factores por la competencia y las prácticas silvícolas:

1- **Introducción.** Modificaciones temporales en los factores ambientales que afectan el crecimiento de las plantas, en diferentes sistemas silvícolas.

2- **Manejo del agua.** Conceptos: transpiración, eficiencia del uso del agua. El sistema suelo-planta-atmósfera: particularidades de las especies arbóreas. La influencia de la gravedad y la resistencia hidráulica del xilema. Capacitancia hidráulica. Especies freatófitas y ascenso hidráulico. Factores ambientales que modifican el uso del agua. Adaptaciones en sistemas naturales al exceso y déficit de agua. Métodos de medición del uso de agua a diferentes escalas. Impacto de la introducción de especies forestales en el uso del agua. Criterios fisiológicos para decisiones de manejo: elección de material genético, densidad de plantación, riego, drenaje.

3- **Nutrición forestal.** Conceptos. Factores ambientales que condicionan el estado nutricional de los árboles. Adaptaciones en sistemas naturales al déficit de nutrientes. Aplicación de fertilizantes: Modificaciones morfológicas y fisiológicas que resultan en un aumento de la productividad. Interacción con el tipo de suelo y la disponibilidad de agua. Efectos del manejo sobre el ciclo de nutrientes. La fertilización como herramienta para mantener la fertilidad de los sitios utilizados para plantaciones.

4- **Manejo de la luz.** Balance de carbono: Componentes. Factores ambientales que modifican cada componente. Distribución de carbono en la planta y factores ambientales que la modifican. Adaptaciones y aclimataciones de los individuos a alta y baja irradiancia. Capacidad fotosintética y longevidad foliar en especies de hojas caducas o perennes. Fisiología de las especies pioneras y tardías en la sucesión. Apertura de claros como estrategia de repoblación. Manejo de la densidad de plantación y su efecto en el crecimiento y forma del árbol. Efectos de los raleos y podas en la disponibilidad de recursos para el crecimiento individual.

5- **Manejo de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas.** Rasgos funcionales de especies y poblaciones invasoras. Escalado de procesos del nivel de individuo al nivel de población y comunidad. Efectos de la interacción entre factores, especialmente la sombra y la sequía, sobre las comunidades del sotobosque.

6- **Análisis de los cambios fisiológicos que generan las prácticas silvícolas.** Posteriormente a la presentación de los conceptos enunciados en los ejes temáticos anteriores, se trabajará de manera transversal a estos ejes tomando como unidad de análisis diferentes escenarios de alteración de la estructura del rodal y sus influencias en el uso del agua, la nutrición y el balance de carbono.

Bibliografía

La bibliografía está disponible en formato digital en el Aula Virtual. Los textos indicados con **B** están disponibles sólo en formato papel en el INFIVE. Ninguna lectura es obligatoria. Se incluyen libros básicos que los alumnos podrán consultar si lo consideran necesario, y literatura específica. Los artículos que deberán leer los alumnos se elegirán en base a las inquietudes de cada alumno, y de manera cubrir varias temáticas.



- Albaugh TJ, Allen HL y Fox TR .2008. Nutrient use and uptake in *Pinus taeda*. *Tree Physiology* 28:1083-1098.
- Alcorn PJ, Bauhus J, Thomas DS, et al. 2008. Photosynthetic response to green crown pruning in young plantation-grown *Eucalyptus pilularis* and *E. cloeziana*. *Forest Ecology and Management* 255:3827-3838.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2000. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Mc Graw-Hill/ Interamericana de España- Edicions Universitat de Barcelona, Barcelona. 522 p. B
- Domec J-C y Pruyn ML. 2008. Bole girdling affects metabolic properties and root, trunk and branch hydraulics of young ponderosa pine trees. *Tree Physiology* 28:1493-1504.
- Ewers, B.E., R. Oren y J.S. Sperry 2000. Influence of nutrient versus water supply on hydraulic architecture and water balance in *Pinus taeda*. *Plant, Cell and Environment* 23: 1055-1066.
- Fisher, R. y D. Binkley 2000. *Ecology and Management of forest soils*. John Wiley and Sons Inc. 489 p.
- Greenwood MS, Ward MH, Day ME, et al. (2008) Age-related trends in red spruce foliar plasticity in relation to declining productivity. *Tree Physiology* 28:225-232.
- Grigg AH, Macfarlane C, Evangelista C, et al. (2008) Does initial spacing influence crown and hydraulic architecture of *Eucalyptus marginata*? *Tree Physiology* 28:753-760.
- Harrison, R.B., G.G. Reis, M.D.G.F. Reis, A.L. Bernardo y D.J. Firme 2000. Effect of spacing and age on nitrogen and phosphorus distribution in biomass of *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* and *Eucalyptus urophylla* plantations in southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management* 133: 167-177.
- Harvey, H.P. y R.V.D. Driessche 1997. Nutrition, xylem cavitation and drought resistance in hybrid poplar. *Tree Physiology* 17: 647-654.
- Kikuzawa, K. 1989. Ecology and evolution of phenological pattern, leaf longevity and leaf habit. *Evol Trends Plants* 3: 105-110.
- Kleiner, K.W., M.D. Abrams y J.C. Schultz 1992. The impact of water and nutrient deficiencies on the growth, gas exchange and water relations of red oak and chestnut oak. *Tree Physiology* 11: 271-287.
- Koike, T. y M. Sanada. 1989. Photosynthesis and leaf longevity in alder, birch and ash seedlings grown under different nitrogen levels. *Annales des Sciences Forestieres* 46 suppl.: 476-478.
- Kozłowski T.T. ,P.J.Kramer y SG Pallardy. 1991. *The physiological ecology of woody plants*. Academic Press. 657p.
- Lambers, H., F.S. Chapin III y Y.L. Pons 1998. *Plant physiological ecology*. Springer-Verlag, New York. 540 p. B
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-*. GTZ GmbH, Eschborn. 335 p. B
- Landsberg, J.J. y S.T. Gower 1997. *Applications of physiological ecology to forest management*. Academic Press, San Diego. 354 p. B
- Larcher, Walter. 2003. *Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 4º Ed. Bpringer Verlag, Berlin. 501 p. B
- Lüttge, Ulrich. 2008. *Physiological ecology of tropical plants*. 2º Ed. Springer- Verlag, Berlin. 457p. B
- Meinzer, F.C., M.J. Clearwater y G. Goldstein 2001. Water transport in trees: current perspectives, new insights ans some controversies. *Environmental and Experimental Botany* 45: 239-262.
- Mendham, D.S., A.M. O'Connell, T.S. Grove y S.J. Rance 2003. Residue management effects on soil carbon and nutrient contents and growth of second rotation eucalypts. *Forest Ecology and Management* 181: 357-372.



- Nambiar, E.K.S. y R. Sands 1993. Competition for water and nutrients in forests. *Can. J. For. Res.* 23: 1955-1968.
- Nilsen, E.T. y D.M. Orcutt 1996. *Physiology of plants under stress: abiotic factors*. John Wiley and Sons, Inc, New York. 689 p. B
- Oliver, Chadwick D. Y Bruce C. Larson. 1996. *Forest stand dynamics*. Update edition. John Wiley & Sons, New York. 509 p. B
- Osório, J., M.L. Osório, M.M. Chaves y J.S. Pereira 1998. Water deficits are more important in delaying growth than in changing patterns of carbon allocation in *Eucalyptus globulus*. *Tree Physiology* 18: 363-373.
- Parker WC y Dey DC (2008) Influence of overstory density on ecophysiology of red oak (*Quercus rubra*) and sugar maple (*Acer saccharum*) seedlings in central Ontario shelterwoods. *28:797-804*.
- Poorter, H. 1989. Interspecific variation in relative growth rate: on ecological causes and physiological consequences. En *Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants* Ed. H.L.e. al. SPB Academic Publishing, The Hague, pp. 45-68.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica, México. 759 p. B
- Sands, R. y D.R. Mulligan 1990. Water and nutrient dynamics and tree growth. *Forest Ecology and Management* 30: 91-111.
- Scholz FG, Bucci SJ, Goldstein G, et al. (2008) Biophysical and life-history determinants of hydraulic lift in Neotropical savanna trees. *Functional Ecology* 22:773-786.
- Shimizu M, Ishida A y Hogetsu T (2005) Root hydraulic conductivity and whole-plant water balance in tropical saplings following a shade-to-sun transfer. *Oecologia* 143:189-197.
- Sperry, J.S., F.R. Adler, G.S. Campbell y J.P. Comstock 1998. Limitation of plant water use by rhizosphere and xylem conductance: results from a model. *Plant, Cell and Environment* 21: 347-359.
- Steudle, E. 2000. Water uptake by plant roots: an integration of views. *Plant and Soil* 226: 45-56.
- Stuart Chapin F, P.A. Matson, y H.A Mooney.2002. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer Verlag. 436p. B
- Tognetti R, Cherubini P, Marchi S, et al. (2007) Leaf traits and tree rings suggest different water-use and carbon assimilation strategies by two co-occurring *Quercus* species in a Mediterranean mixed-forest stand in Tuscany, Italy. *Tree Physiology* 27:1741-1751.
- Turner, J. y M.J. Lambert 1996. Nutrient cycling and forest management. En *Nutrition of Eucalypts* Eds. P.M. Attiwill y M. Adams. CSIRO Publishing, Collingwood, pp. 229-248. B
- Valladares, F. 2008. A mechanistic view of the capacity of forest to cope with climate change. En: F. Bravo, V. Le May, R. Jandl, Klaus von Gadow (Eds.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of climate change*. Springer Verlag, Berlin.
- Valladares F y Niinemets Á. 2008. Shade Tolerance, a Key Plant Feature of Complex Nature and Consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39:237-257.
- van den Driessche, R., W. Rude y L. Martens 2003. Effect of fertilization and irrigation on growth of aspen (*Populus tremuloides* Michx.) seedlings over three seasons. *Forest Ecology and Management* 186: 381-389.
- Vander Willigen, C. y N.W. Pammenter 1998. Relationship between growth and xylem hydraulic characteristics of clones of *Eucalyptus* spp. at contrasting sites. *Tree Physiology* 18: 595-600.
- Whitehead, D. y C.L. Beadle 2004. Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. *Forest Ecology and Management* 193: 113-140.
- Wullschlegel, S.D., F.C. Meinzer y R.A. Vertessy 1998. A review of whole-plant water use studies in trees. *Tree Physiology* 18: 499-512.



Metodología de Enseñanza

El curso tendrá una modalidad de enseñanza teórico – práctica. Los contenidos teóricos se presentarán en clases expositivas dialogadas, tomando como punto de partida preguntas sencillas sobre temas del curso. Se explorarán las concepciones previas de los alumnos y se trabajará con los contenidos a profundizar mediante la lectura de textos adecuados, la interpretación de gráficos y la resolución de situaciones problemáticas, en grupos de 2 o 3 integrantes. Las clases finalizarán con una puesta en común de los resultados de cada grupo y una discusión con la participación de todos los alumnos.

Para integrar los conocimientos, se brindará a cada alumno material de lectura que deberá leer con anterioridad a la clase correspondiente; cada alumno presentará brevemente los principales resultados del trabajo leído, y se discutirá en plenario las causas fisiológicas que pueden explicar dicha respuesta. En la última clase previa a la evaluación, los alumnos utilizarán un modelo de simulación creado con fines didácticos, denominado Brinzal v 1.0, que permite predecir el crecimiento de renovales en condiciones ambientales diferentes (precipitaciones, irradiancia, temperatura) y en plantas con diferentes características fisiológicas (fotosíntesis neta a saturación lumínica, conductancia estomática, fotoinhibición). Los alumnos resolverán ejercicios y se discutirá sobre las causas fisiológicas de las respuestas simuladas.

Carga horaria discriminada por actividad curricular

Tipo de actividad	Ámbito en que se desarrollan			Total
	Aula	Laboratorio, gabinete de computación u otros.	Campo	
 horas			
Desarrollo teórico de contenidos	10	8	0	18
Ejercitación práctica	8	3	0	11
Proyectos	3	8	0	11
Prácticas de intervención profesional	0	0	0	0
Total	21	19	0	40

Ejercitación práctica: comprende situaciones problemáticas, simuladas o reales, que se plantean para su solución.
Proyectos: se refiere al diseño y/o ejecución de proyectos. **Prácticas de intervención profesional:** contempla el desarrollo de planes de acción orientados a la resolución de problemas vinculados al medio productivo.

Materiales didácticos

Se requiere aula, cañón proyector, y una clase se utilizará el gabinete de computación. Los trabajos para leer se entregarán a los alumnos en formato digital.

Evaluación

Los alumnos deberán cumplir con lo establecido en los puntos siguientes:



a- Evaluación diagnóstica: se trabajará al inicio de cada tema con las ideas previas de los alumnos sobre el tema a abordar, iniciando el desarrollo de cada tema en base a los resultados del trabajo con las ideas previas.

b- Evaluación formativa: en cada clase la parte práctica se llevará a cabo en grupos de 2 o 3 integrantes, donde se discutirán las ideas y se expondrán los argumentos en estos grupos reducidos, antes de exponerlas al conjunto de la clase. Los docentes participarán en las dos instancias, evaluando el desempeño de los alumnos con el fin de identificar falencias y realizar las correcciones tendientes a lograr los objetivos de cada clase.

c- Evaluación final: será individual, presencial y escrita. Consistirá en la aplicación de los conocimientos adquiridos a la resolución de situaciones problemáticas donde los alumnos deben decidir estrategias de manejo forestal de un caso hipotético planteado por el docente y fundamentar la decisión. Los alumnos resolverán de manera escrita e individual durante 2 horas. Posteriormente se realizará un plenario con la puesta en común de las respuestas de cada alumno. Durante la puesta en común los docentes terminarán de definir la nota, en base a los criterios expuestos en forma oral, en respuesta a observaciones realizadas por docentes o compañeros.

Sistema de promoción

Se requerirá una asistencia mínima del 80% y aprobar la evaluación final del curso con 7 o más, para aprobar el curso sin examen final. En caso de cumplir con la asistencia pero que la evaluación sea calificada entre 4 y 7, el alumno deberá rendir examen final. La instancia de evaluación final podrá recuperarse en dos oportunidades, de acuerdo a lo establecido por la reglamentación vigente. No se podrá rendir la asignatura en la modalidad libre porque la interacción con los compañeros y con los docentes es considerada fundamental.

Evaluación del curso

Se realizará una encuesta a todos los alumnos al final del curso. Estos resultados junto con otras observaciones que deriven de la experiencia, serán discutidos y analizados por los docentes del curso.

Cronograma de actividades

Clase	Contenidos a desarrollar
1	<i>Introducción</i>
2	<i>Manejo del agua</i>
3	<i>Nutrición forestal</i>
4	<i>Manejo de la luz</i>
5	<i>Manejo de las interacciones entre especies</i>
6	<i>Análisis de los cambios fisiológicos que generan las prácticas silvícolas</i>
7	<i>Uso del modelo Brinza</i>
8	<i>Evaluación final</i>