

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:	TEMAS SELECTOS DE FISIOLOGIA FORESTAL		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	CIENCIAS FORESTALES		
CURSO:	FOR-613		
PROFESOR TITULAR:	J. JESÚS VARGAS HERNÁNDEZ		
CLAVE DE PROFESOR	X00604		
COLABORADOR (ES):	NINGUNO		
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR			
CORREO ELECTRÓNICO:	<a href="mailto:vargashj@colpos.mx">vargashj@colpos.mx</a>		
TELÉFONO:	Ext. 1469	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Estadística, planta baja
CLAVE DEL CURSO:	FOR-613	PRE-REQUISITOS:	Ninguno
TIPO DE CURSO:	PERIODO:		
<input type="checkbox"/> Teórico	<input checked="" type="checkbox"/> Primavera		
<input type="checkbox"/> Práctico	<input type="checkbox"/> Verano		
<input checked="" type="checkbox"/> Teórico-Práctico	<input type="checkbox"/> Otoño		
SE IMPARTE A :	MODALIDAD:		
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial		
<input checked="" type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/> No presencial		
<input type="checkbox"/> Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/> Mixto		
CRÉDITOS:	3		
HORAS TEORÍA:		HORAS PRÁCTICA:	
Presenciales	48	LABORATORIO	
Extra clase	144	CAMPO	8
Total	192	INVERNADERO	24

Notas: a) Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

b) Las horas de práctica están consideradas en las horas Extra clase y se reflejan en el total

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Revisar y analizar el estado actual del conocimiento en relación con los principales procesos fisiológicos de los árboles forestales y su aplicación en programas de mejoramiento genético, producción de plantas en vivero y prácticas silvícolas en masas naturales o plantaciones. Discutir los

conceptos básicos para entender los procesos fisiológicos y familiarizar a los estudiantes con algunos de los métodos e instrumentos necesarios para el estudio de dichos procesos fisiológicos en especies forestales. Entrenar al estudiante en la revisión y análisis crítico de artículos científicos y trabajos de investigación en temas relacionados con la fisiología de árboles forestales, de acuerdo a sus intereses profesionales y necesidades de entrenamiento y formación académica.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
(3.0 horas)	<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	Analizar y valorar las aportaciones tecnológicas derivadas del conocimiento fisiológico en el manejo de las especies forestales, y dimensionar las dificultades inherentes en el estudio de los procesos fisiológicos en árboles.
1.5	1.1. Características particulares de las especies forestales.	
1.5	1.2. El papel de la fisiología en la silvicultura.	
(15.0 horas)	<b>CAPÍTULO 2. RELACIONES AGUA-PLANTA</b>	Valorar la importancia de las relaciones hídricas en la fisiología de los árboles y los mecanismos de adaptación que han desarrollado diferentes especies leñosas.
1.5	2.1. Importancia del agua y concepto de potencial hídrico.	
3.0	2.2. Medición del potencial hídrico y sus componentes en especies forestales.	Comparar los supuestos, ventajas y desventajas de diferentes métodos e instrumentos disponibles para obtener información relacionada con el estado hídrico de los árboles y elegir el más adecuado en una situación particular.
3.0	2.3. Absorción, transporte y almacenamiento de agua en el árbol.	
1.5	2.4. Modelo fisiológico de la transpiración.	
1.5	2.5. Medición de la transpiración en especies forestales.	
1.5	2.6. Efectos fisiológicos del déficit de agua en especies forestales	
1.5	2.7. Tolerancia a la cavitación y conductividad hidráulica del xilema	
1.5	2.8. Mecanismos de adaptación a sequía en especies forestales.	
(15.0 horas)	<b>CAPÍTULO 3. FOTOSÍNTESIS Y PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA</b>	
1.0	3.1. Importancia y etapas del proceso de fotosíntesis en árboles	
2.0	3.2. Reacciones fotoquímicas y bioquímicas en la asimilación de CO <sub>2</sub>	Describir y comparar las ventajas y desventajas de diferentes métodos para estimar la fotosíntesis y otros parámetros relacionados con este proceso en árboles forestales y las
3.0	3.3. Factores que influyen sobre la tasa de asimilación de CO <sub>2</sub> en árboles forestales.	
1.5	3.4. Medición de fotosíntesis y asimilación de CO <sub>2</sub> en especies forestales.	
1.5	3.5. Producción de biomasa y análisis del crecimiento.	

3.0	3.6. Relaciones fuente-demanda y transporte de carbohidratos en el árbol.	condiciones o criterios para elegir el más adecuado a una situación particular.
1.5	3.7. Patrones de distribución y uso de carbohidratos; acumulación de biomasa en árboles forestales.	
1.5	3.8. Productividad e índice de área foliar; medición e importancia en árboles forestales.	
(15.0 horas)	<b>CAPÍTULO 4. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE ARBOLES FORESTALES (15 horas)</b>	Comprender las diferentes etapas y procesos del crecimiento y desarrollo de las especies leñosas, y los mecanismos adaptativos ligados con la actividad de los meristemas y valorar el impacto de estos procesos en la productividad y supervivencia de los árboles.  Comparar y valorar los efectos fisiológicos de diferentes factores y prácticas de cultivo utilizadas para aumentar el crecimiento y producción de madera, el desempeño de plantas en programas de reforestación, plantaciones y/o la producción de semilla en individuos juveniles.
1.5	4.1. Etapas del desarrollo en árboles forestales.	
4.5	4.2. Crecimiento en altura. 4.2.1. Fisiología del meristemo apical. 4.2.2. Fenología y patrón estacional de crecimiento en altura. 4.2.3. Patrón de ramificación y desarrollo de la copa.	
3.0	4.3. Crecimiento del sistema radical. 4.3.1. Fisiología de la raíz. 4.3.2. Crecimiento potencial de raíz y vigor de la planta.	
3.0	4.4. Crecimiento en diámetro. 4.4.1. Actividad del cambium y xilogénesis; fisiología de la formación del xilema y floema. 4.4.2. Formación y características de la madera juvenil y madura.	
3.0	4.5. Crecimiento reproductivo en especies forestales. 4.5.1. Fisiología y fenología de la reproducción sexual. 4.5.2. Control y manipulación de la floración.	

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

LISTA DE PRÁCTICAS

(TITULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

**Nota:** Las prácticas del curso FOR-613 son de campo y con fines demostrativos exclusivamente, debido a que no se cuenta con un laboratorio ni equipo suficiente para que los estudiantes que participan en el curso puedan usar el equipo e instrumentos requeridos. El tiempo dedicado a estas prácticas demostrativas está incluido en las horas de actividad extra-clase y la evaluación de las mismas se integra en las evaluaciones parciales del componente teórico del curso.

**PRÁCTICAS:**

- 1. Demostración del uso de psicrometría en la medición de potencial hídrico y sus componentes**  
**Objetivo:** que el estudiante conozca las cámaras psicrométricas, los principios en que se basa y el procedimiento de calibración y uso para la estimación del potencial hídrico y sus componentes en muestras de follaje de especies forestales  
(2 horas).
- 2. Demostración del uso de la cámara de presión para la medición del potencial hídrico y sus componentes**  
**Objetivo:** Que el estudiante conozca y se familiarice con el funcionamiento y uso de la cámara de presión para determinar el potencial hídrico y generar curvas de presión-volumen en muestras de especies forestales  
(4 horas).
- 3. Demostración del uso del Porómetro en la medición de la tasa de transpiración y conductancia estomatal en especies forestales**  
**Objetivo:** Que el estudiante conozca los principios de funcionamiento, calibración y uso del Porómetro en la estimación de la tasa de transpiración y conductancia estomatal en condiciones de invernadero y campo en especies forestales  
(6 horas).
- 4. Demostración del uso de un integrador óptico y otros métodos prácticos para la estimación del área foliar en especies forestales**  
**Objetivo:** Que el estudiante se familiarice con la calibración y uso de un integrador óptico en comparación con otros métodos para estimar el área foliar en especies forestales con diferente morfología de follaje  
(4 horas).
- 5. Demostración de diferentes métodos para estimar fotosíntesis y productividad en especies forestales**  
**Objetivo:** Familiarizar al estudiante con el funcionamiento y uso de diferentes instrumentos para la estimación de la asimilación del CO<sub>2</sub> y acumulación de biomasa en especies forestales  
(4 horas).

**6. Demostración de diferentes métodos para estimar fotosíntesis y productividad en especies forestales**

**Objetivo:** Familiarizar al estudiante con el funcionamiento y uso de diferentes instrumentos para la estimación de la asimilación del CO<sub>2</sub> y acumulación de biomasa en especies forestales  
(4 horas).

**7. Demostración del uso de cámara de congelamiento y el método de liberación de electrólitos para estimar daños por bajas temperaturas en tejidos de especies forestales**

**Objetivo:** Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de una cámara de congelamiento y el procedimiento para la medición de solutos liberados y la obtención de un índice de daños por bajas temperaturas  
(4 horas).

**8. Recorrido y práctica de campo: Componentes del crecimiento en altura, formación de madera y fenología reproductiva**

**Objetivo:** Familiarizar al estudiante con el establecimiento y desarrollo de experimentos de campo en donde se aplican la fisiología de árboles en situaciones prácticas y operativas del manejo silvícola de especies forestales con diferentes propósitos de producción  
(8 horas).

**RECURSOS DIDÁCTICOS**

- a) Exposición en clase con presentación en formato electrónico y complemento con audiovisuales
- b) Grupos de revisión, análisis y discusión de artículos relevantes sobre subtemas específicos del curso.
- c) Grupos de análisis y discusión de estudios de caso.
- d) Ingreso a sitios web para revisión y comparación de equipo de medición
- e) Visitas a experimentos en vivero y campo para análisis y discusión de temas relacionados con el curso.
- f) Revisión de literatura y presentación de ensayos en temas específicos asignados a los estudiantes.

**NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN**

**Normas de evaluación:**

- a) 3 Exámenes parciales escritos (integran aspectos teórico-prácticos del curso): 60%
- b) Exámenes sorpresa sobre lecturas específicas asignadas: 10%
- c) Participación en el análisis crítico y discusión de artículos: 15%
- d) Ensayo práctico-experimental basado en revisión bibliográfica: 15%

**Procedimiento de evaluación:**

- a) Se realiza un examen de evaluación escrito al final de los capítulos 2, 3 y 4 que incluye los aspectos teóricos y los complementos prácticos demostrativos asociados a los temas del capítulo. Cada examen representa el 20% de la acreditación del curso. El examen se puede resolver en la sesión de clase (90 minutos) o en 24 horas, en función de lo que se acuerde con los estudiantes.

- b) A partir de las lecturas asignadas a diferentes temas específicos del curso que se presentan y discuten en las sesiones a lo largo del curso, se realizan preguntas escritas en fechas “sorpresa” que el estudiante debe responder en un máximo de 10 minutos. Al final del curso se promedian las calificaciones obtenidas en todas las evaluaciones “sorpresa” realizadas.
- c) Cada estudiante tiene la obligación de proponer un artículo científico publicado en los últimos 10 años sobre un tema de Fisiología Forestal de su interés y coordinar el análisis y discusión de dicho artículo en un periodo de 30 minutos en una de las sesiones de clase, de acuerdo con el tema del artículo elegido. Los otros estudiantes también tienen la obligación de leer cada artículo y participar en la discusión. La calificación en este rubro se otorga con base en la participación y desempeño de cada estudiante en esta actividad durante todo el curso.
- d) Cada estudiante tiene la obligación de presentar un ensayo con base en una investigación bibliográfica (o experimental) sobre un tema de su interés relacionado con la fisiología de árboles, en donde se incluyan fuentes de información publicadas en los últimos 10 años. La calificación se otorga con base en los avances periódicos que presenta el estudiante a lo largo del curso y la calidad en cuanto a integración y análisis crítico del tema elegido en la versión final del documento que entrega al final del curso.

**BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)**

**a) Bibliografía básica (para consulta general sobre los temas del curso):**

1. Hennessey, T.E., P.M. Dougherty, S.V. Kossuth, y J.D. Johnson (Eds.) 1986. Strees physiology and forest productivity. Martinus Nijhoff Publishers. 239 p.
2. Kozlowski, T.T., P.J. Kramer y G.S.Pallardy. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press Inc. 685 p.
3. Kramer, P.J. y T.T. Kozlowski. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press. 811 p.
4. Raghavendra, A.S. (Editor). 1991. Physiology of trees. John Wiley & Sons Inc. New York. 509 p.
5. Zimmermann, M.H. y C.L. Brown. 1980. Trees, structure and function. Springer Verlag. 336 p.
6. Fernández M.A. y J.E. Gyenge 2010. Técnicas de medición en ecofisiología vegetal. Conceptos y procedimientos. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. 140 p.

**b) Bibliografía y lecturas asignadas a cada uno de los temas:**

**Capítulo 1:**

Duryea, M.L. y K.M. McClain. 1984. Altering seedling physiology to improve reforestation success. *In*: Duryea M.L. y Brown, G.N. Martinus Nijhoff Publishers. pp. 77-114.

Fox, T.R., E.J. Jokela, and H. L. Allen. 2007. The development of pine plantation silviculture in the Southern United States. *Journal of Forestry* 105(7): 337-347.

**Capítulo 2:**

Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil* 58: 339-366.

Steppe, K. 2018. The potential of the tree water potential (commentary). *Tree Physiology* 38, 937-940.

Meinzer, F.C., M.J. Clearwater, and G. Goldstein. 2001. Water transport in trees: current perspectives, new insights and some controversies. *Environmental and Experimental Botany* 45: 239-262.

Meinzer, F.C., S.A. James and G. Goldstein. 2004. Dynamics of transpiration, sap flow and use of stored water in tropical forest canopy trees. *Tree Physiol.* 24: 901-909.

Bond, B.J. and K.L. Cavanagh. 1999. Stomatal behavior of four woody species in relation to leaf-specific hydraulic conductance and threshold water potential. *Tree Physiology* 19: 503-510.

Luvall, J.C. y Ch. E. Murphy. 1982. Evaluation of the tritiated water method for measurement of transpiration in young *Pinus taeda* L. *For. Sci.* 28:5-16.

Brodribb, T. J. and H. Cochard. 2009. Hydraulic failure defines the recovery and point of death in water-stressed conifers. *Plant Physiology* 149: 575-584.

Skelton, RP et al. 2018. Low vulnerability to xylem embolism in leaves and stems of North American oaks. *Plant Physiology* 177: 1066-1077.

Mutanga & R Ismail. 2010. Variation in foliar water content and hyperspectral reflectance of *Pinus patula* trees infested by *Sirex noctilio*, *Southern Forests: a Journal of Forest Science* 72:1, 1-7.

**Capítulo 3:**

Zavala-Hurtado, J.A. 1992. El dilema fisiológico de las plantas de zonas áridas. *Ensayo Botánico. Macpalxochitl; órgano de difusión de la Sociedad Botánica Mexicana.* Mayo de 1992. pp: 3-9.

Lüttge, U., P. Escher, R. Paluch, H. Pfanz, C. Wittmann, H. Rennenberg, and K. Rakowski. 2011. Variability of photosynthetic capacity and water relations of *Pinus sylvestris* L. in the field. *Biologia Plantarum* 55 (1): 90-98.

- Teskey, R.O. and R. E. Will. 1999. Acclimation of loblolly pine (*Pinus taeda*) seedlings to high temperatures. *Tree Physiology* 19: 519-525.
- Grassi, G. and U. Bagnaresi. 2001. Foliar morphological and physiological plasticity in *Picea abies* and *Abies alba* saplings along a natural light gradient *Tree Physiology* 21: 959-967.
- Long, S.P. y J.E. Hallgren. 1988. Medición de asimilación de CO<sub>2</sub> por las plantas en el campo y el laboratorio. *In: Técnicas en Fotosíntesis y Bioproduktividad*. Coombs, J., D.O. Hall, S.P. Long y J.M.O. Scurlock (Eds.). Colegio de Postgraduados, México. pp:52-78.
- Carswell, F.E., J. Grace, M.E. Lucas, and P.G. Jarvis. 2000 Interaction of nutrient limitation and elevated CO<sub>2</sub> concentration on carbon assimilation of a tropical tree seedling (*Cedrela odorata*) *Tree Physiol.* 20: 977-986.
- Reinhardt, K., C. Castanha, M.J. Germino, and L.M. Kueppers. 2011. Ecophysiological variation in two provenances of *Pinus flexilis* seedlings across an elevation gradient from forest to alpine. *Tree Physiol.* 31: 615-625
- Cernusak, L.A., K. Winter, J. Aranda, and B.L. Turner. 2008. Conifers, angiosperm trees, and lianas: growth, whole-plant water and nitrogen use efficiency, and stable isotope composition ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) of seedlings grown in a tropical environment. *Plant Physiol.* 148: 642-659.
- Ludovici, K.H., H.L. Allen, T.J. Albaugh, and P.M. Dougherty. 2002. The influence of nutrient and water availability on carbohydrate storage in loblolly pine. *For. Ecol. Manag.* 159:261-270.
- Marshall, J.D. and R.H. Waring. 1986. Comparison of methods of estimating leaf-area index in old-growth Douglas-fir. *Ecology* 67: 975-979.
- Coops, N.C., S. B. Coogins, and W. A. Kurz. 2007. Mapping the environmental limitations to growth of coastal Douglas-fir stands on Vancouver Island, British Columbia. *Tree Physiology* 27:805-815.

#### Capítulo 4:

- Fett-Neto, A. G., J.P. Fett, I. W. Vieira-Goulart, G.C. Pasquali, R.R. Termignoni and A.G. Ferreira. 2001. Distinct effects of auxin and light on adventitious root development in *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus globulus*. *Tree Physiology* 21, 457-464.
- Titon, M., A. Xavier, and W. Campos O. 2006. Clonal propagation of *Eucalyptus grandis* using the mini-cutting and micro-cutting techniques. *Scientia Forestalis* 71: 109-117.
- Kuser, J.E. y K.K. Ching. 1980. Provenance variation in phenology and cold hardiness of Western Hemlock seedlings. *For. Sci.* 26:463-470.



- Alameda, D. and R. Villar. 2012. Linking root traits to plant physiology and growth in *Fraxinus angustifolia* Vahl. seedlings under soil compaction conditions. *Environmental and Experimental Botany* 79: 49– 57.
- Dufour, B. and H. Morin. 2013. Climatic control of tracheid production of black spruce in dense mesic stands of eastern Canada. *Tree Physiology* 33: 175–186.
- Worbes, M., S. Blanchart and E. Fichtler. 2013. Relations between water balance, wood traits and phenological behavior of tree species from a tropical dry forest in Costa Rica—a multifactorial study. *Tree Physiology* 33, 527–536
- Owens, J.N., G. Catalano, and J.S. Bennett. 2001. The pollination mechanism of western white pine. *Can. J. For. Res.* 31: 1731-1741.
- Kong, L., P. von Aderkas, S. J. Owen, B. Jaquish, J. Woods, and S. R. Abrams. 2012. Effects of stem girdling on cone yield and endogenous phytohormones and metabolites in developing long shoots of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *New Forests* 43: 491–503.
- Vargas-Hernández, J.J. and J.I. Vargas-Abonce. 2016. Effect of gibberellic acid ( $GA_{4/7}$ ) and partial stem girdling on induction of reproductive structures in *Pinus patula*. *Forest Systems* 25 (2): e063.