

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:	<b>Mejoramiento Genético de Árboles Forestales</b>		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>Ciencias Forestales</b>		
CURSO:	<b>Regular</b>		
PROFESOR TITULAR:	<b>Dr. J. Jesús Vargas Hernández</b>		
CLAVE DE PROFESOR	<b>X00604</b>		
COLABORADOR (ES):	<b>Dr. Javier López Upton</b>		
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR	<b>X01232</b>		
CORREO ELECTRÓNICO:	<a href="mailto:vargashj@colpos.mx">vargashj@colpos.mx</a> ; <a href="mailto:uptonj@colpos.mx">uptonj@colpos.mx</a> <a href="mailto:jlopezupton@gmail.com">jlopezupton@gmail.com</a>		
TELÉFONO:	1469	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Estadística, Planta Baja
CLAVE DEL CURSO:	FOR-618	PRE-REQUISITOS:	GEN-602, FOR-617
TIPO DE CURSO:		PERIODO:	
<input type="checkbox"/> Teórico		<input type="checkbox"/> Primavera	
<input type="checkbox"/> Práctico		<input checked="" 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:	4		
HORAS TEORÍA:		HORAS PRÁCTICA:	
Presenciales	64	LABORATORIO	40
Extra clase	192	CAMPO	80
Total	256	INVERNADERO	

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**

El curso está orientado fundamentalmente a revisar conceptos básicos de genética de poblaciones y genética cuantitativa, y analizar su aplicación en las diferentes etapas de un programa de

mejoramiento genético de árboles forestales. Además, se pretende familiarizar a los estudiantes con la estimación y uso de parámetros genéticos, así como con la implementación de un programa operativo de mejoramiento genético de especies forestales, incluyendo los aspectos económicos y la conservación de los recursos genéticos.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
<b>(2 horas)</b>	<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN (JVH)</b>	Analizar y valorar la importancia del mejoramiento genético en la producción forestal, así como los principios biológicos de la mejora genética de árboles.
1.0	1.1 Importancia del mejoramiento genético en silvicultura.	
1.0	1.2 Bases biológicas y el ciclo de mejoramiento genético.	
<b>(12 horas)</b>	<b>CAPÍTULO 2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE GENÉTICA DE POBLACIONES</b>	Analizar los conceptos básicos de genética de poblaciones que tienen aplicación en un programa operativo de mejoramiento genético de especies forestales y valorar el impacto de las fuerzas evolutivas sobre la estructura genética de las poblaciones y sus posibilidades de uso en el manejo de las poblaciones de mejora genética
2.0	2.1 Conceptos básicos de Genética de Poblaciones (JLU)	
	2.1.1 Frecuencias génicas y genotípicas	
	2.1.2 Ley de Hardy-Weinberg	
6.0	2.2 Fuerzas evolutivas y variación genética (JLU y JVH)	
	2.2.1 Mutación	
	2.2.2 Migración	
	2.2.3 Selección	
	2.2.4 Tamaño de la población	
	2.2.5 Sistemas reproductivos	
4.0	2.3 Estructura de la diversidad genética (JLU)	
	2.3.1 Variación geográfica.	
	2.3.2 Zonificación para el manejo de germoplasma.	
	2.3.3 Unidades de conservación y mejoramiento genético.	
	2.3.4 Migración asistida	
<b>(18 horas)</b>	<b>CAPÍTULO 3. BASES CUANTITATIVAS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>	Analizar los principios y bases cuantitativas del mejoramiento genético y

1.0	3.1 Características cuantitativas y tipos de acción génica (JVH)	valorar su uso en la estimación correcta de parámetros genéticos en diferentes esquemas de selección y manejo de las poblaciones de cruzamiento, para aumentar la eficiencia de los programas operativos.
1.0	3.2 Teoría de la selección (JVH)	
6.0	3.3 Estimación de parámetros genéticos. Heredabilidad y correlaciones genéticas (JLU y JVH)	
2.0	3.4 Interacción genotipo – ambiente (JVH)	
2.0	3.5 Métodos de selección (JVH)	
2.0	3.6 Selección indirecta: teoría y aplicaciones (JVH)	
4.0	3.7 Índices de selección: teoría, construcción y aplicaciones (JVH)	
<b>(20 horas)</b>	<b>CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>	Comprender los criterios básicos necesarios para implementar una estrategia de mejoramiento genético en un programa operativo de plantaciones forestales y valorar las diferentes opciones existentes en cada una de las etapas involucradas en dicha estrategia para la toma adecuada de decisiones.
2.0	4.1 Programas de mejoramiento genético en especies forestales: estrategia y operación (ejemplos en diferentes regiones) (JLU)	
2.0	4.2 Métodos de selección de árboles superiores e integración de la población base (JLU)	
2.0	4.3 Diseños de cruzamiento: objetivos e implementación (JVH)	
2.0	4.4 Establecimiento y evaluación de ensayos de progenie (JVH)	
2.0	4.5 Manejo de las poblaciones de cruzamiento (JLU)	
	4.5.1 Tamaño de la población	
	4.5.2 Estructura de la población	
3.0	4.6 Manejo de las poblaciones de producción de germoplasma (JLU)	
	4.6.1 Rodales y áreas semilleras.	
	4.6.2 Huertos semilleros	
2.0	4.7 Uso de híbridos artificiales (JLU)	
1.0	4.8 Uso de especies no nativas (JLU)	
4.0	4.9 Programas clonales y biotecnología: setos de propagación clonal (JVH)	
<b>(12 horas)</b>	<b>CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>	Discutir diferentes aplicaciones de la mejora genética de árboles

2.0	5.1 Resistencia a plagas y enfermedades (JLU)	forestales para atender problemas específicos en el manejo de las especies, incluyendo los aspectos económicos y de conservación de recursos genéticos asociados al programa operativo.
2.0	5.2 Adaptación a ambientes limitativos/cambio climático (JLU)	
2.0	5.3 Mejoramiento de la calidad de la madera (JVH)	
2.0	5.4 Uso de Ideotipos para objetivos específicos (JVH)	
2.0	5.5 Aspectos económicos del mejoramiento genético (JVH)	
2.0	5.6 Mejoramiento genético y conservación de recursos genéticos (JLU)	

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.

<p>LISTA DE PRÁCTICAS (TITULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)</p> <p><b>Nota: Las prácticas del curso FOR-618 incluyen ejercicios cuantitativos y actividades en campo con fines demostrativos, debido a la naturaleza y objetivos de enseñanza del curso. El tiempo dedicado a estas actividades 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.</b></p> <p><b>PRACTICAS:</b></p> <p><b>1. Estimación de parámetros relacionados con Genética de Poblaciones</b> <b>Objetivo:</b> Familiarizar y entrenar al estudiante a resolver problemas relacionados con los impactos de las fuerzas evolutivas en la estructura genética de las poblaciones (20 horas).</p> <p><b>2. Estimación de parámetros genéticos relacionados con Genética Cuantitativa</b> <b>Objetivo:</b> Entrenar al estudiante en la resolución de problemas numéricos relacionados con la estimación de parámetros genéticos (heredabilidad, correlaciones genéticas, etc.) y su aplicación en un programa de mejoramiento genético (20 horas).</p> <p><b>3. Obtención de datos de campo en pruebas de progenie y análisis estadístico de los datos para estimación de parámetros genéticos, comparación de métodos de selección y análisis de la interacción genotipo x ambiente</b> <b>Objetivo:</b> Entrenar al estudiante en la toma de datos de campo, integración y análisis de bases de datos genéticos para su uso en un programa aplicado de mejoramiento genético, en la comparación de métodos de selección, construcción de índices de selección, análisis de interacción genotipo x ambiente y estimación de ganancias genéticas (60 horas).</p> <p><b>4. Práctica de campo; visita a programas operativos de mejoramiento genético</b> <b>Objetivo:</b> Familiarizar al estudiante con la implementación operativa de las diferentes actividades y manejo de poblaciones en las diferentes fases de un programa operativo de mejoramiento genético de especies forestales. (20 horas).</p>
<p>RECURSOS DIDÁCTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Exposición en clase con presentación audiovisual en formato electrónico</li><li>b) Grupos de revisión y discusión de artículos relevantes sobre el tema</li><li>c) Grupos de análisis y discusión de estudios de caso y resolución de problemas numéricos.</li><li>d) Visitas a experimentos en vivero y campo.</li></ul>
<p>NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN</p> <p>Normas de evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) 2 Exámenes parciales escritos: 60%</li><li>b) Exámenes sorpresa sobre lecturas asignadas: 10%</li><li>c) Prácticas y ejercicios de análisis de datos: 15%</li><li>d) Ensayo escrito: propuesta de programa o estrategia de mejoramiento genético: 15%</li></ul>

Procedimiento de evaluación:

- a) Se realiza un examen de evaluación escrito al final de los capítulos 3 y 5. Cada examen representa el 30% 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 lo largo del curso se realizan preguntas escritas en fechas “sorpresa” que los estudiantes debes 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 presentar un informe de los resultados de las prácticas realizadas, con la solución de los ejercicios numéricos y la interpretación y discusión de los resultados, cuando sea necesario. La calificación en este rubro se otorga con base en la calidad de los informes entregados por el estudiante.
- d) Cada estudiante tiene la obligación de preparar una propuesta de un programa operativo (estrategia) de mejoramiento genético para una especie forestal y situación particular (región, tipo de producto, problema a resolver, etc.) de su interés, en donde se incluyan fuentes de información recientes y se describan los objetivos y metas del programa y las actividades a realizar en cada etapa del mismo. La calificación se otorga con base en la calidad técnica de la propuesta 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):**

Becker, W. A. 1984. Manual of Quantitative Genetics. Fourth edition. Academic Enterprises, Pullman, WA. 186 p.

Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Third edition. Longman Scientific and Technical, Essex, England. 438 p.

Namkoong, G. 1979. Introduction to Quantitative Genetics in Forestry. USDA Technical Bulletin No. 275. 342 p.

Van Buijtenen, J. P. (Ed.). 1983. Progeny Testing of Forest Trees. Proc. of a Workshop on Progeny Testing. June 15-16, 1982. Auburn, Alabama. Southern Cooperative Series, Bulletin No. 275. 63 p.

White, T. L., W. T. Adams and D. B. Neale 2007. Forest Genetics. CABI Publishing, Cambridge, USA. 704 p.

Zobel, B. J. and J. Talbert. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, New York. 505 p.

Zobel, B. J., G. Van Wik, and P. Stahl. 1987. Growing Exotic Forests. John Wiley & Sons, New York. 508 p.

**b) Bibliografía asignada a cada uno de los temas:**

**CAPÍTULO 1:**

Libby, W. J. 1973. Domestication strategies for forest trees. Can. J. For. Res. 3:265-276.

Zobel, B. 1979. Trends in forest management as influenced by tree improvement. Proc. 15th. South. Forest Tree Improv. Conf.: pp: 73-77.

Johnson, R. 2000. Tree improvement in the Pacific Northwest. Seed and seedling technology: 29-34.

White, T. L., T. W. Adams, and D. B. Neale. 2007. Forest Genetics (**Capítulo 1**). CAB International, Oxford. 704 p.

Wu, H.X., G. Ken, K.G., Eldridge, A.C. Matheson, M.B. Powell, T.A. Mcrae, T.B. Butcher And I.G. Johnson. 2007. Achievements in forest tree improvement in Australia and New Zealand 8. Successful introduction and breeding of radiata pine in Australia. Australian Forestry 70: 215-225.

**CAPÍTULO 2:**

Willan, R., K. Olesen y H. Barner. 1993. La variación natural como base del mejoramiento genético. R. Willan, K. Olesen y H. Barner. 1993. pp:12-15

Sorensen, F. C. 1973. Frequency of seedlings from natural self-fertilization in coastal Douglas-fir. Silvae Genet. 22: 20-24.

Friedman, S. T. y W. T. Adams. 1985. Estimation of gene flow into two seed orchards of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Theor. Appl. Genet. 69:609-615.

Kuser J. E. y K. K. Ching. 1980. Provenance variation in phenology and cold hardiness of Western Hemlock seedlings. For. Sci. 26: 463-470.

Erickson, V. J. and W. T. Adams. 1989. Mating success in a coastal Douglas-fir seed orchard as affected by distance and floral phenology. Can. J. For. Res. 19:1248-1255.

- Tremblay, M. y J. P. Simon. 1989. Genetic structure of marginal populations of white spruce (*Picea glauca*) at its northern limit of distribution in Nouveau-Québec. *Can. J. For. Res.* 19:1371-1379.
- Pedersen, A.P., K. Olesen, y L. Graudal. 1993. Mejoramiento Forestal a nivel de especie y procedencias. No. 3. DANIDA
- Sáenz R., C. 2004. Zonificación estatal y altitudinal para la colecta y movimiento de semillas de coníferas en México. *In: Manejo de Recursos Genéticos Forestales*, 2ª. ed. J.J.Vargas H., B. Bermejo V.† y F.T. Ledig (eds.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp: 73-86.

### **CAPITULO 3:**

- Falconer, D.S. 1989. Chapter 6. Continuous Variation. *In: Introduction to Quantitative Genetics*. Third Edition. Longman Scientific and Technical. pp: 104-109.
- Falconer, D.S. 1989. Chapter 7. Values and Means. *In: Introduction to Quantitative Genetics*. Third Edition. Longman Scientific and Technical. pp: 111-122
- Farfán V., E.G., J. Jasso M., J. López U., J.J. Vargas H. y C. Ramírez H. 2002. Parámetros genéticos y eficiencia de la selección temprana en *Pinus ayacahuite* var. *ayacahuite*. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 25(3):239-246.
- Sánchez M., V., J.G. Salazar G., J.J. Vargas H., J. López U. y J. Jasso M. 2003. Parámetros genéticos y respuesta a la selección en características del crecimiento de *Cedrela odorata* L. *Fitotecnia Mexicana* 26: 19-27.
- Johnson, G.R. 1997. Site-to-site genetic correlations and their implications on breeding zone size and optimum number of progeny test sites for Coastal Douglas-fir. *Silvae Genet.* 46: 280-285.
- McKeand, S.E., R.P. Crook y H.L.Allen. 1997. Genotypic stability effects on predicted family responses to silvicultural treatments in loblolly pine. *S. J. Appl. For.* 21: 84-89.
- Adams, W.T., S.N. Aitken, D.G. Joyce, G.T. Howe and J. Vargas-Hernández. 2001. Evaluating efficacy of early testing for stem growth in Coastal Douglas-fir. *Silvae Genet.* 50: 167-175.
- Di Rienzo, J.A., R. Macchiavelli, y F. Casanoves. 2009. Modelos Mixtos en InfoStat.
- Lin, C. Y. 1978. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. *Theor. Appl. Genet.* 52:49-56.
- Vargas-Hernandez, J., W. T. Adams, and D.G. Joyce . 2003. Quantitative genetic structure of stem form and branching traits in Douglas-fir seedlings and implications for early selection. *Silvae Genetica* 52: 36-44.

**CAPITULO 4:**

- Adams, W. T., G. Johnson, D. L. Copes, J. Daniels, R. G. Quam, J. C. Heaman, y J. Weber. 1990. Is research keeping up with the needs of Douglas-fir tree improvement programs. *Western J. Applied For.* 5:135-137.
- White, T.L., A.C. Matheson, P.P. Cotterill, R.G. Johnson, A.F. Rout y D.B. Boomsma. 1999. A nucleus breeding plan for radiata pine in Australia. *Silvae Genet.* 48: 122-133.
- Newton, R.J. 2003. Systematic review of yield responses of four North American conifers to forests tree improvement practices. *Forest Ecology and Management* 172: 29-51.
- Cotterill, P. P. 1986. Genetic gains expected from alternative breeding strategies including simple low Cost Options. *Silvae Genet.* 35:212-223.
- Johnson, G. R. 1999. Parental GCA testing: How many crosses per parent? *Can. J. For. Res.* 28: 540-545.
- Magnussen, S. 1993. Design and analysis of tree genetic trials. *Can. J. For. Res.* 23: 1144-1149.
- Vargas-Hernández, J.J. y J. López-Upton. 2004. Diseños Genéticos y Métodos Estadísticos en la Evaluación de Germoplasma de Especies Forestales *In: Manejo de Recursos Genéticos Forestales.* Vargas H. J.J., B. Bermejo V. y F. Thomas Ledig (eds.). 2da ed. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México, y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp: 128-145.
- Hodge, G.R. and T.L.White. 1993. Advanced-generation wind-pollinated seed orchard design. *New Forests* 7: 213-236.
- Dungey, H.S., J.T. Brawner, F. Burger, M. Carson, M. Henson, P. Jefferson and A.C. Matheson. 2009. A New Breeding Strategy for *Pinus radiata* in New Zealand and New South Wales *Silvae Genetica* 58: 28-38.
- Fikret, I. and S.E. McKeand. 2019. Fourth cycle breeding and testing strategy for *Pinus taeda* in the NC State University Cooperative Tree Improvement Program. *Tree Genetics & Genomes* 15:70. 12 p.
- Nikles, D.G. 1992. Hybrids of forest trees: the bases of hybrid superiority and a discussion of breeding methods. *PROC IUFRO.* Colombia. pp: 333-347.
- López U., J., G.M. Blakeslee, T.L. White and D.A. Huber. 2000. Effects of cultural treatments and genetics on tip moth infestation of loblolly pine, flash pine, and some slash pine hybrids. *For. Genetics* 7(4): 275-286.
- Belaber, E.C., M.E. Gauchat, H.D. Reis, N.M. Borralho and E.P. Cappa. 2018. Genetic parameters for growth, stem straightness, and branch quality for *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* F1 Hybrid in Argentina. *Forest Science* 64: 595-608.
- Gray, L.K., D. Rweyongeza, A. Hamann, S. John, B.R. Thomas. 2016. Developing management strategies for tree improvement programs under climate change: Insights gained from long-term field trials with lodgepole pine. *Forest Ecology and Management* 377: 128-138.

Park, Y.S., J.M. Bonga y T.J. Mullin. 1998. Clonal Forestry. *In: Forest Genetics and Tree Breeding* (Mandel A.K. and G.L. Gibson, Eds.). CBS Publishers, New Delhi, India. pp: 143-167.

Park, Y.S. 2002. Implementation of conifer somatic embryogenesis in clonal forestry: technical requirements and deployment considerations. *Ann. For. Sci.* 59: 651–656.

**CAPITULO 5:**

Wu, H.X. and Ch. C. Ying. 1997. Genetic parameters and selection efficiencies in resistance to western gall rust, stalactiform blister rust, needle cast and sequoia pitch moth in lodgepole pine. *For. Sci.* 43:571-581.

Anekonda, T.S. and W.T. Adams, 2000. Cold hardiness testing for Douglas-fir tree improvement programs: guidelines for a simple, robust, and inexpensive screening method. *Western J. Appl. For.* 15:1 29-136

Barnes, R.D., J.S. Birks, G. Battle y L.J. Mullin. 1994. The genetic control of ring width, wood density and tracheid length in the juvenile core of *Pinus patula*. *South African For. J.* 169: 15-20.

Raymond, CA 2002. Genetics of *Eucalyptus* wood properties. *Ann. For. Sci.* 59: 525-531.

Wheeler, N.C. 1990. Increasing forest productivity by improving harvest index. Research report Weyerhaeuser Co.

Ledig, F.T., J.J. Vargas-H. and K.H. Johnsen. 1998. The conservation of forest genetic resources: case histories from Canada, Mexico & the United States. *J. For.* 96:32-41.

Hamilton, P.C., L.R. Chandler, A.W. Brodie y J.P. Cornelius. 1998. A financial analysis of a small scale *Gmelina arborea* Roxb. improvement program in Costa Rica. *New Forests* 16: 89-99.