



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>

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Asignatura: Mejoramiento Genético Forestal

Espacio Curricular: Obligatoria

Bloque: Tecnologías Básicas

Duración: Cuatrimestral

Carga Horaria

Semanal: 4 horas

Total: 64 horas

Código SIU: F0844

Año de pertenencia: Cuarto

Mes de inicio: Agosto

Expediente: 200-764/09

Resolución:

Fecha de aprobación: 29 de marzo de 2010



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>

PROGRAMA DEL CURSO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

Denominación de la Actividad Curricular:

Mejoramiento Genético Forestal

Carreras a la que pertenece:

Ingeniería Forestal

Modalidad: Curso

Carácter: Obligatorio

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

Ubicación curricular (Año): 4°

Espacio Curricular (Bloque): Tecnologías Aplicadas

Duración total (semanas): 16

Carga horaria total (horas): 64

Carga horaria semanal: 4

Cuatrimestre de inicio: 2°

Asignaturas correlativas previas: Genética, Fisiología Vegetal y Fitopatología.

Objetivo general: Que los alumnos se capaciten en la aplicación de los principios científico-tecnológicos de la teoría genética para el mejoramiento de los bosques u otras formas de integración del árbol al paisaje, orientados hacia la producción sustentable de bienes y servicios y el manejo y conservación de la biodiversidad forestal.

Contenidos mínimos: Mejoramiento y conducción de los bosques u otras formas de integración del árbol al paisaje, orientados hacia la producción de bienes y servicios.

Metodología de enseñanza:

El curso se desarrollará a través de una secuencia de clases que constituye un flujo de las diferentes fases que hacen a la generación de un proyecto de Mejoramiento Genético Forestal, inserto en un Proyecto de Desarrollo Forestal.

Las reuniones teórico-prácticas se inician con una introducción teórica en la que: se destaca el nexo de la reunión del día con las previas y posteriores, se explicitan los objetivos, se abordan



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>

los contenidos, se aclaran dudas que pudieran presentarse acerca de la bibliografía básica que le fuera indicada para su lectura, y se presentan situaciones-problema a resolver similares a las que habitualmente debe darse resolución durante la programación o desarrollo de un Programa de MGF. Se complementan los temas con exposiciones de los docentes del curso y/o especialistas de diferentes extracciones de la actividad forestal, para ambientar, mostrar avances, presentar problemáticas, o destacar la importancia de ciertos temas y su vinculación con la dinámica real del quehacer profesional.



RESPONSABLE: Jorge Luis Marquina

1- FUNDAMENTACIÓN

- Importancia de la materia en la formación del Ingeniero Forestal

La Ingeniería Forestal ha sido responsable de satisfacer a los que han sido definidos tradicionalmente como sus “consumidores”: gobiernos nacionales y provinciales (a través de sus servicios o direcciones forestales), y empresas celulósico papeleras y madereras. No obstante, la profesión está percibiendo nuevos demandantes, entre los cuales se incluyen agricultores que desean adicionar árboles en sus sistemas, aldeanos que necesitan leña, interesados en la recreación, necesitados en la protección de sus cuencas, ordenadores territoriales interesados en la conservación de los ecosistemas y beneficiarios de otras manifestaciones de los árboles. La satisfacción de estos requerimientos incluye indefectiblemente el establecimiento de redes de áreas protegidas para conservar la biodiversidad forestal, el fortalecimiento de la conservación, recolección y almacenaje de germoplasma, y la mejora genética para garantizar el aumento de la productividad. Las acciones encuadran dentro del quehacer del ingeniero forestal y tienen como marco a las denominadas estrategias de manejo y mejoramiento de los recursos genéticos forestales (Richardson SD, 1992; en Changing perception of forestry- some implications for research education. Escrito presentado en FAO in Expert Consultation of the Network on Forestry Education. Estudio FAO Montes 123).

Desde esta concepción, el contenido del curso aporta a la toma de decisiones relativas a la aplicación de la teoría genética en la creación de estrategias de control y utilización de las fuentes parentales destinadas a mejorar la aptitud de uso de los árboles, en un marco de contribución destinado a lograr producciones forestales económicamente y ecológicamente viables, sea en su conjunto de generación intensiva, extensiva o contribuyendo el árbol al sistema que mejore la calidad de bienes y servicios en beneficio del hombre y sus comunidades.

- El Mejoramiento Genético Forestal se constituye en una herramienta básica de la silvicultura, aportando procesos de selección y mejora genética, destinados a incrementar la productividad y calidad de los productos forestales.
- Involucra conocimientos fundamentales dirigidos a la detección, evaluación, conservación y aumento de la variabilidad de los recursos genéticos forestales.
- Integra la conformación genética del árbol, con las prácticas culturales que lo afectan, y los sistemas que lo contienen.

El curso se desarrolla en el segundo cuatrimestre del cuarto año de la Carrera de Ingeniería Forestal. Integra conocimientos y criterios de Topografía, Fisiología, Geomorfología, Edafología, Climatología, Estadística, Genética, Dendrología, Biometría Forestal, y Ecología Forestal.



Actúa como uno de los soportes fundamentales de la Silvicultura, como concepción de la interacción del genotipo con las operaciones forestales.

El Curso tiene asignadas 64 horas que se distribuyen en 4 horas semanales durante 16 semanas.

El enfoque asumido, implica un fuerte contenido teórico, que sustenta cada una de las decisiones que toma el mejorador de árboles en la resolución de los problemas que surgen.

Se promueve una visión crítica respecto de aquellos abordajes que plantean la posibilidad de emplear prescripciones universales; cada caso tiene sus propias resoluciones alternativas o complementarias, máxime considerando el impacto de las decisiones de los profesionales sobre la sostenibilidad de los recursos genéticos forestales

- Explicitación de los ejes o núcleos centrales sobre los que girará el desarrollo de la asignatura.

Se direcciona el desarrollo del curso a integrar la formación biológica e ingenieril, para que interpretando y aplicando la teoría genética, se pueda mejorar la aptitud de uso de los árboles en la producción sustentable de bienes y servicios.

La interpretación del árbol como sistema biológico unitario (genoma), provee información predecible (fenotipo), que resulta una reacción de la interacción ocurrida en sistemas más complejos (bosque y sitio). La mencionada información (valores de los caracteres de interés productivo), puede ser manejada con principios ingenieriles, para lograr la optimización productiva enmarcada en los principios de sustentabilidad.

Por otra parte, se enfatiza la necesidad de conformar grupos interdisciplinarios para el alcance de los objetivos que fijen las organizaciones en que le toque intervenir al profesional, con énfasis en el rol del ingeniero forestal.

2- OBJETIVOS

- Que el alumno de la Carrera de Ingeniería Forestal logre capacitarse en la aplicación de los principios científico- tecnológicos de la teoría genética, para el mejoramiento de los bosques u otras formas de integración del árbol al paisaje, orientados hacia la producción sustentable de bienes y servicios, manejo y conservación de la biodiversidad forestal.

- Brindar las bases en cuanto a contenidos y actitudes para que el alumno logre integrarse a equipos profesionales, que generen, ejecuten y evalúen proyectos de mejoramiento genético forestal para un área o región.

- Que el alumno tome conciencia sobre el impacto que las decisiones de los profesionales de ingeniería forestal tienen sobre los recursos genéticos forestales, en particular sobre la Sustentabilidad de los Sistemas que los contienen.

- Que el alumno internalice la importancia del conocimiento científico, y la necesidad de su permanente actualización.



3- DESARROLLO PROGRAMÁTICO

Unidad 1- Introducción al Mejoramiento Genético Forestal.

Objetivo:

Que el alumno logre caracterizar el marco de referencia en el cual se desarrollan las acciones del Mejoramiento Genético Forestal.

Contenidos:

Definición, evolución del Mejoramiento Genético Forestal en el mundo y en Argentina.

Rol del Mejoramiento Genético Forestal en la Silvicultura.

Relación con otras disciplinas afines.

Unidad 2-. Sistema Genético. Variabilidad. Fuentes de generación de la variabilidad.

Objetivo:

Que el alumno logre percibir y comprender los mecanismos de modificación, evolución y perpetuación de los Recursos Genéticos Forestales.

Contenidos:

Características del sistema árbol. Sistema Genético. Sistemas de recombinación. Sistema adaptativo. Sistema reproductivo. Sistema de incompatibilidad. Sistema de flujo génico.

Variabilidad. Mutaciones. Destino de las mutaciones génicas. Migraciones. Deriva Genética. Tamaño de la población. Poblaciones continuas y discontinuas.

Unidad 3-. Genética Cuantitativa en árboles forestales.

Objetivos:

Que el alumno logre conocer y ponderar la transmisión por herencia de las diferencias cuantitativas entre árboles forestales.

Contenidos:

Genética cuantitativa. Principios generales y su aplicación práctica en la mejora de árboles forestales. Valores genotípicos y fenotípicos. Variación de los caracteres cuantitativos. Heredabilidad. Capacidad de combinación General y Específica. Selección y Ganancia Genética.

Unidad 4 -. Variación Geográfica.

Objetivo:

Que el alumno logre describir los patrones de Distribución Geográfica de una Especie.

Contenidos:

Variación continua. Variación discontinua.

Procedencias locales. Razas de tierra. Ecotipos.



Unidad 5 - Recursos Genéticos Forestales.

Objetivos:

Que el alumno logre conocer los principios, modalidades y aplicaciones de la conservación de los Recursos Genéticos Forestales.

Contenidos:

Principios de conservación de los Recursos Genéticos forestales. Conservación in situ y ex situ. Exploración.

Muestreo. Recolección. Evaluación. Estrategias de conservación In situ y Ex situ. Evaluación de la conservación.

Unidad 6 -. Introducción de especies, orígenes y procedencias. Secuencias comprobatorias.

Objetivos:

Que el alumno logre comprender los fundamentos y generalidades de la optimización del Recurso Taxonómico y Genotípico para un área y destino determinado.

Contenidos:

Elección e introducción de especies, orígenes y procedencias. Secuencias comprobatorias. Diseños experimentales. Evaluación.

Unidad 7 -. Árboles y Rodales Semilleros.

Objetivos:

Que el alumno logre construir criterios de selección de árboles, en rodales destinados a la obtención de semillas de padres fenotípicamente selectos.

Contenidos:

Selección de rodales. Caracterización, tamaño y densidad. Criterios de selección. Selección de árboles. Ganancia genética. Manejo, cosecha, conservación y uso.

Unidad 8 -. Huertos Semilleros.

Objetivos:

Que el alumno logre comprender las bases teórico prácticas, de la producción masiva de material seminal con alto grado de selección y mejoramiento de características genéticas controladas.

Contenido:

Huertos Semilleros. Diferencial de selección y ganancia genética. Clasificación de los huertos semilleros. Instalación y manejo. Depuración genética. Huertos de generación avanzada.

Unidad 9 -. Programas de pruebas genéticas

Objetivos:

Que el alumno pueda programar e instrumentar pruebas destinadas a evaluar el valor genético de los individuos y sus descendencias.

Contenidos:



Evaluación de progenies. Estimación de los componentes de la varianza y de la heredabilidad. Estimación de la ganancia genética.

Diseños de cruzamientos
Diseños experimentales
Interacción genotipo- ambiente
Análisis de las pruebas genéticas

Unidad 10- Mejoramiento y resistencia a enfermedades, insectos y herbivoría.

Objetivos:

Que el alumno logre comprender las estrategias para producir árboles resistentes a plagas mediante la manipulación genética de los árboles huéspedes.

Contenidos:

Inmunidad, resistencia y tolerancia. Resistencia general y específica; vertical y horizontal. Variabilidad y resistencia. Herencia de la resistencia y patogenicidad. Teoría del gen a gen. Equilibrio dinámico huésped/ parásito. Fuentes de resistencia. Estrategias en la obtención de individuos resistentes.

Unidad 11 -. Evaluación económica de los programas de mejoramiento genético forestal.

Objetivos:

Que el alumno pueda determinar el valor de renta de la aplicación de un programa de mejoramiento forestal.

Contenidos:

Factores de mercado. Criterios de evaluación de un Plan de Mejora Genética. Costos fijos, variables y marginales. Beneficios. Optimización. Valor económico del mejoramiento genético forestal.

Unidad 12 -. Planificación y estrategias de un programa de mejora genética forestal.

Objetivos:

Que el alumno logre determinar y ubicar secuencialmente las etapas que integran un programa de mejoramiento genético forestal para un área o región.

Contenidos:

Programa de mejoramiento genético forestal. Antecedentes. Cooperación. Innovaciones. Etapas. Elección del método.

Bibliografía.

- Danida Forest Seed Centre (1995) Mejoramiento Forestal y Conservación de Recursos Genéticos Forestales. Editado por Luis Fernando Jara N. Turrialba. Costa Rica. Tomo I: 174p Tomo II: 156 p. **
- Daniel T.W., Helms J.A. y Baker F.S. (1982). Principios de Silvicultura. Mac Graw Hills. USA. 492p. *
- FAO (1980) Mejora Genética de Arboles Forestales. No 20. Italia. 340 p. *



- Falconer D. S. (1986) Introducción a la genética cuantitativa. 2a. Edición en español traducción de la 2ª. Edición inglesa por Marquez Sanchez . CECSA. Méjico,,: 383 p. *
- Mariotti J. A. (1986) Fundamentos de genética biométrica. Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. Secretaría General de la OEA. Serie de Biología. Monografía N° 32. Argentina. 152 p. **
- Griffihs AJF; JH Miller; Suzuki DT; RC Lewontin y WM Gelbart (1998) Introducción al análisis genético. McGraw Hill. Interamericana. España. 863 p.**
- Wrighth J. (1964).. Mejoramiento genético de los árboles Forestales. FAO. Italia. 436 p. *
- Zobel B. y Talbert J. (1988) Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. USA. Editorial Limusa. 545 p. *

* En Biblioteca de Facultad

** En Biblioteca de Cátedra

Nota: En el primer párrafo de **MATERIALES DIDÁCTICOS**, se hace referencia a Bibliografía complementaria.

4- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso se desarrolla a través de una secuencia de clases que constituya un flujo vinculado a las diferentes fases que hacen a la generación de un proyecto de Mejoramiento Genético Forestal, inserto en un Proyecto de Desarrollo Forestal.

Se instrumenta a través de reuniones teórico-prácticas. Las mismas se inician con una introducción teórica en la que: se destaca el nexo de la reunión del día con las previas y posteriores, se explicitan los objetivos, se abordan los contenidos, y se presentan situaciones-problema (ligadas a los contenidos del curso) a las que habitualmente debe darse resolución durante la programación o desarrollo de un Programa de MGF. El alumno percibe que para dar respuestas a dichas situaciones debe plantear correctamente el caso, y necesita de los elementos teóricos que se encuentran en la bibliografía básica que le fuera indicada de antemano para su lectura (reforzada en la introducción teórica). Se complementan los temas con exposiciones de los docentes del curso y/o especialistas de diferentes extracciones de la actividad forestal, para ambientar, mostrar grados de avances, presentar problemáticas, o destacar la importancia de ciertos temas y su vinculación con la dinámica real del quehacer profesional.

Se caracteriza el método por:

- Trabajo en grupos.
- Utilización de situaciones-problema reales.
- Aplicación inmediata de los conceptos y técnicas presentados a conflictos concretos.
- Percepción de situación-problema, análisis, evaluación de alternativas de acción, formulación de propuestas.
- Rol docente: coordinador y moderador

Organización de las actividades



Se destaca que las materias correlativas previas (Topografía, Fisiología, Geomorfología, Edafología, Climatología, Estadística, Genética, Dendrología, Biometría Forestal, Ecología Forestal e Investigación operativa), son de comprensión y manejo indispensables para el desarrollo de las clases. Para ello se recomienda a los alumnos tener presente o repasar en forma independiente los temas más relevantes (según su conexión con el Mejoramiento Genético) de dichas asignaturas.

Cada situación problema debe integrarse a un Proyecto de Mejoramiento Genético Forestal de una o más especies, insertado regionalmente, que reúna la característica fundamental de que sus productos serán utilizados en una escala suficiente para justificar su sustentabilidad socioeconómica. La especie o especies podrán ser elegidas por los alumnos libremente o surgirán de una nómina ofrecida por el Curso.

El Proyecto comprende la creación de una propuesta de acción para contribuir al desarrollo forestal del área elegida. La propuesta (fundamentos y contenido) debe ir tomando cuerpo clase a clase, a través de la cumplimentación de la aplicación en el Proyecto de los distintos temas que forman el curso.

Dinámica de las clases.

En el comienzo del Curso se provee un cronograma de temas según clases y la correspondiente bibliografía de referencia sugerida para cada una.

Cada clase se inicia con un encuadre teórico de la temática del día. A continuación, cada grupo deberá dar respuesta a distintos planteos particulares directamente relacionados con el tema que fija el cronograma y de relación directa con una etapa del proyecto de Mejoramiento Genético Forestal de la especie o especies elegidas.

Los docentes pueden intervenir en las discusiones internas de cada grupo y recogen además cuestiones que según el grado de importancia, luego, en el plenario posterior, plantean e inducen a su resolución.

Elaboradas las conclusiones grupales, las mismas son expuestas a consideración de los otros grupos.

Las conclusiones generales son elaboradas entre todos los grupos.

Se comentan los estados de desarrollo del tema en el país, y en ámbitos más avanzados en la materia.

Se recapitula lo trabajado en clase.

El Proyecto surge de la generación de acciones basada en información que satisface los ítems de un Diagrama de Flujo Estándar (Estrategia de Programa de Mejoramiento Genético Forestal) que el alumno adapta a las características particulares de la especie o especies que ha elegido mejorar al principio del curso. Cierta información básica como geomorfología, suelos, clima, vegetación, componentes del sistema genético, es tarea de búsqueda que se desarrolla fuera del horario de clases a través de consulta en base de datos, comunicación con especialistas (cuya vinculación facilita la Cátedra) y biblioteca.

Los docentes permanecen expectantes para provocar si fuese necesario la corrección de rumbos en las discusiones internas de los grupos, dicha corrección se dice



provocada, pues el alumno o su grupo reacciona ante las observaciones de los docentes, que en ningún caso ofrecen la solución al problema, sino que el alumno la produce.

5- 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 | 8 | 4 | 2 | 14 |
| Ejercitación práctica | 14 | 12 | 6 | 32 |
| Proyectos | 10 | 8 | | 18 |
| Prácticas de intervención profesional | | | | |
| Total | 32 | 24 | 8 | 64 |

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.

6- MATERIALES DIDÁCTICOS.

Además de la Bibliografía básica citada en el punto correspondiente, se utilizan separatas seleccionadas (originales en español o traducciones) que se cambian anualmente. Corresponden a publicaciones de índole actual (generalmente de los últimos 3 años) que se basan en los contenidos desarrollados en el curso.

La totalidad del Curso se encuentra desarrollada en Power Point para su proyección por PC y tiene su resguardo en filminas y diapositivas.

En cuanto a trabajos y ejemplos en campo se cuenta con Invernáculo complejo y la Red de Ensayos Comparativos emplazados en Empresas que tienen convenios con la Cátedra de Mejoramiento Genético Forestal. Se incluye en este tipo de material pruebas instaladas en la Estación J Hirschhorn de esta Facultad.



7- EVALUACIONES

Dos evaluaciones parciales, compuestas por problemas similares a los presentados durante la cursada y preguntas relativas a los proyectos grupales en marcha. Para su resolución pueden consultar apuntes y bibliografía, además de asistir a las clases de consulta.

Examen final focalizado en las actividades desarrolladas durante las clases acerca del proyecto de Mejoramiento Genético Forestal. Modalidad oral.

Se puntualiza que todas las instancias de evaluación se encuentran sujetas a las posibilidades de recuperación establecidas por el marco regulatorio vigente (Res. 287/04).

8- SISTEMA DE PROMOCIÓN.

Requisitos para Promoción como alumno regular sin examen final.

Asistencia al 80 % de las clases.

Aprobación de las evaluaciones parciales con una nota no inferior a 7 (en fecha original, de recuperatorio, o en parcial flotante).

Requisitos para Promoción como alumno regular con examen final.

Asistencia al 60 % de las clases.

Aprobación de las evaluaciones parciales con no menos de 4 puntos (en fecha original, de recuperatorio, o en parcial flotante).

Examen final.

9- EVALUACIONES DEL CURSO

- Por clases

Cuestionario (anónimo y opcional) a responder por los alumnos sobre:

Comprensión de los objetivos – Pertinencia de inserción en el curso – Suficiencia de contenidos - Claridad en la presentación. – Alcance de los objetivos – Otras observaciones

- A mitad de cursada y al final

Cuestionario (anónimo y opcional) a responder por los alumnos sobre:

Pertinencia de los objetivos del curso – Claridad de ejercicios e interrogantes en los parciales, pertinencia – Suficiencia de contenidos – Alcance de los objetivos – Articulación con otros cursos - Otras observaciones

10 - CRONOGRAMA: para 16 semanas de 4 horas por semana.

Cantidad de clases por semana: 1

Carga horaria de cada clase: 4 horas

Clase 1- Unidad 1- Introducción al Mejoramiento Genético Forestal. 4 horas



Clase 2- Unidad 2- . Sistema Genético. Variabilidad. Fuentes de generación de la variabilidad. 4 horas.

Clase 3- Unidad 3- . Genética Cuantitativa en árboles forestales. 4 horas

Clase 4- Unidad 4 - . Variación Geográfica. 4 horas

Clase 5- Unidad 5 - . Recursos Genéticos Forestales. 4 horas

Clases 6 y 7 -Unidad 6 - . Introducción de especies, orígenes y procedencias. Secuencias comprobatorias. 8 horas.

Clase 8- Primer Parcial

Clase 9- Unidad 7 - . Arboles y Rodales Semilleros. 8 horas.

Clase 10 - Unidad 8 - . Huertos Semilleros. 4 horas.

Clase 11- Unidad 9 - . Programas de pruebas genéticas. 4 horas.

Clase 12- Unidad 10- Mejoramiento y resistencia a enfermedades, insectos y herbivoría. 4 horas.

Clase 13- Unidad 11 - . Evaluación económica de los programas de mejoramiento genético forestal. 4 horas.

Clase 14 - Unidad 12 - . Planificación y estrategias de un programa de mejora genética forestal. 4 horas.

Clase 15- Presentación de los proyectos grupales

Clase 16-.2º Parcial

Ingeniero Forestal Jorge Marquina
Prof. Adj. Mejoramiento Genético Forestal