



CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Denominación de la actividad curricular Biometría Forestal

Carreras a las que pertenece: Ingeniería Forestal

Modalidad: curso

Carácter: obligatorio

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

Ubicación curricular : tercer año

Espacio curricular: Tecnologías Básicas

Duración total (semanas) 16

Carga horaria total (horas) 96

Carga horaria semanal: 6

Cuatrimestre de inicio: 1

Asignaturas correlativas previas: Matemática, Física, Dendrología, Calculo Estadístico, Topografía.

Objetivo general:

Tender al desarrollo de conocimientos y aptitudes relativos a la generación y manipulación de información descriptiva de árboles, masas forestales y procesos funcionales de las mismas y su aplicación a la toma de decisiones para manejo recursos forestales

Contenidos mínimos: Importancia, evaluación, esquemas básicos de la medición del bosque. Medición de árboles, instrumentos, errores. Análisis completo del tronco. Medición de poblaciones. Tablas y ecuaciones de volumen. Muestreo, métodos, características, posibilidades. Estructura en función de las variables de edad, diámetro, altura, volumen, etc. Inventario forestal. Aplicación de la teledetección e informática.

Metodología de enseñanza: Todos los temas serán tratados en encuentros teórico-prácticos. Se indicará la lectura previa de material bibliográfico consistente en guías de clase conteniendo un tratamiento conceptual de temas teóricos y ejercitación. Se incluirá una selección de fragmentos de libros de texto y artículos técnicos y científicos. Para cada clase se entregará una lista de tres preguntas orientadoras de la lectura. Se realizarán actividades de campo que permitan adquirir experiencia práctica en el establecimiento de parcelas, el manejo de instrumental, la medición de diámetros y alturas. La evaluación consistirá en dos parciales teórico-prácticos y un coloquio de integración.

Sistema de promoción con examen final:





Requiere de la aprobación de los exámenes parciales con nota no inferior a 4 (cuatro) y de un examen final oral. Se requiere de un mínimo de 60 % de asistencias con recuperación de clases hasta alcanzar el 80 %.

Sistema de promoción sin examen final:

Todos los alumnos podrán optar por la promoción sin examen final cuya aprobación requiere del 80% de asistencias y la obtención de nota no inferior a 7 (siete) en los dos exámenes parciales cuyas instancias de recuperación se ajustan a lo establecido por el plan de estudios vigente. Además deberá aprobar un coloquio oral integrador de los contenidos de la materia. De no cumplir con alguno de los requisitos el alumno deberá rendirle examen final de la materia.

Expediente: 200-929/09-000

Resolución de aprobación:

Fecha de aprobación: 20 de septiembre de 2011

Código SIU-Guaraní: F0836





Fundamentación

Las tendencias actuales en manejo forestal priorizan la optimización de la producción de bienes y servicios de manera sostenible en el tiempo. Ese tipo de manejo de los bosques requiere del conocimiento de procesos fisiológicos y ecológicos involucrados en su funcionamiento y su respuesta a las intervenciones silviculturales. Como base para el desarrollo de tales formas de manejo se realizan mediciones de diferentes atributos del bosque y se construyen modelos numéricos para evaluar relaciones entre variables y realizar predicciones. La manera en que puede obtenerse información sobre diferentes aspectos del bosque, satisfaciendo requisitos de precisión y exactitud, y considerando la demanda de tiempo y dinero, constituye una aplicación de la Biometría Forestal. Esta disciplina se basa en la utilización de aspectos teóricos y prácticos de la estadística en casos específicos de la medición de árboles y rodales. Por ese motivo se destaca la necesidad de profundizar la formación de los Ingenieros Forestales en la obtención, análisis e interpretación de datos cuantitativos sobre el bosque, como base para la toma de decisiones en su desempeño profesional.

Biometría Forestal es una asignatura de tercer año de Ingeniería Forestal y cuenta como base para su dictado con los cursos previos de Matemática, Estadística y Topografía que permiten avanzar en temas más específicos de la actividad forestal. Los conceptos de población, muestra, unidad muestral, variables aleatorias, tipos de variables, parámetros y estimadores, estimación puntual y por intervalo son algunos de los contenidos de estadística vistos en el curso de segundo año y que son retomados en Biometría Forestal. Regresión, constituye la base para la elaboración de diferentes modelos estudiados en Biometría Forestal como funciones de volumen, funciones de peso, modelos de calidad de sitio, modelos de crecimiento. En Cálculo Estadístico y Biometría se analizan técnicas de regresión lineal mientras que en las aplicaciones mencionadas requieren la utilización de modelos no lineales, o bien, linealizables por transformaciones. Estas transformaciones en regresión se estudian en el Curso Optativo de Diseño Experimental. La mayor parte de los alumnos toma cursos optativos hacia el final de la carrera por lo que los contenidos de Diseño Experimental no pueden considerarse una base para el dictado de Biometría Forestal. Pero el tratamiento de temas forestales que demandan un conocimiento más profundo de algunas técnicas estadísticas representa un estímulo para mejorar su formación en esa disciplina. Muestreo representa un contenido temático central en Biometría Forestal y que es tratado sólo de forma introductoria en Cálculo Estadístico y Biometría. Por ese motivo se prevé la necesidad de abordarlo con mayor detalle evaluando las diferentes modalidades de muestreo y los aspectos específicos de su aplicación a los bosques.

El estudio de la estructura de los rodales recurre a la definición de aspectos cuantitativos como la densidad (expresión del volumen, área basal o número de individuos por hectárea), la frecuencia, el análisis de las distribuciones diamétricas, por alturas y por edades. En el análisis de la estructura de los rodales resulta relevante además el estudio de la composición de especies y sus patrones de distribución en el espacio. La cuantificación de esos atributos de los rodales es utilizada en Ecología Forestal como base para la interpretación de procesos ecológicos, como regeneración y competencia, que promovieron cambios estructurales en el pasado del bosque y permiten establecer tendencias futuras. El mismo tipo de información constituye la base para la toma de decisiones de manejo en los cursos de Silvicultura y Ordenación Forestal.

El curso de Biometría Forestal incluye aspectos relacionados con el manejo de material cartográfico, aerofotográfico e imágenes satelitales para la delimitación y medición de áreas ocupadas por diferentes categorías de bosques. Esos contenidos toman como base el Curso de Topografía de segundo año e introducen contenidos mínimos para entender el funcionamiento y la aplicación de imágenes satelitales al muestreo de áreas boscosas. También constituyen un adelanto de temas sobre teledetección que se verán en Manejo de Cuencas Hidrográficas y un estímulo para asistir al Curso Optativo de Geoinformación.



Objetivos

Se propone que los alumnos:

- Profundicen sus competencias para la obtención, análisis e interpretación de datos cuantitativos sobre el bosque, como base para la toma de decisiones en su desempeño profesional.
- Desarrollen una actitud crítica respecto del manejo de la información y mejoren su capacidad de resolver problemas de manera independiente recurriendo a material bibliográfico especializado.
- Mejoren la práctica de planteo de objetivos de trabajo y la identificación de los métodos necesarios para cumplirlos.

Desarrollo programático

1. *Introducción a la Biometría Forestal*

Definiciones y alcances de la disciplina. Su relación con otras disciplinas. Evolución histórica. Principios de la medición. Escalas de medición. Unidades de medición y sistemas de unidades (sistema métrico). Sistemas de numeración y rol de los números en las mediciones. Definiciones y clasificaciones de variables. Errores, precisión, exactitud y sesgo. Cifras significativas y su aplicación en las mediciones y operaciones aritméticas. Reglas de redondeo.

2. *Diámetros y alturas*

Diámetros del fuste, ramas y copas; espesor de corteza; diámetro normal a 1,30 m y área basal; definiciones, relaciones geométricas y aplicaciones instrumentos de medición (descripción, principios y técnicas de medición); errores. Alturas y longitudes del árbol; definiciones y aplicaciones; métodos de medición y sus fundamentos.; instrumentos de medición (descripción y técnicas de medición); errores.

3. *Forma del fuste*

Definición e importancia de la forma del fuste. Prototipos Dendrométricos (cilindro, paraboloide, neiloide y cono). Relaciones geométricas. Fórmula de Pressler. Expresión numérica de la forma del tronco (factores de forma, cocientes de forma, punto de forma y modelos de perfil de fuste).

4. *Volumen y peso de árboles*

Volumen sólido del árbol y sus productos. Expresiones nominales y cúbicas. Distintos tipos de volumen (total, bruto, neto, útil y otros). Cubicación de árboles por: desplazamiento de agua, fórmulas volumétricas, método gráfico o planimétrico y con funciones de perfil de fuste. Determinación del volumen de la corteza. Volumen de madera apilada (unidades de expresión y métodos de evaluación). El peso como medida de expresión. Mecanismos de medición, usos y factores que lo afectan (densidad, humedad y partes indeseables). Relaciones alométricas y peso de los árboles.

Funciones de volumen y peso

Tablas y ecuaciones de volumen. Funciones de peso. Definiciones y relaciones. Variables predictoras. Clasificación de las tablas de volumen (locales, estándares y de forma).



Metodologías para el desarrollo de tablas y funciones de volumen o de peso. Selección de árboles muestra. Modelos matemáticos. Métodos de ajuste. Validación.

Estructura y densidad de rodales

El rodal. Definición y variables descriptoras. La estructura de los rodales. Composición, distribuciones de edades y de tamaños. Densidad y población. Definiciones. Medidas de la densidad promedio (absolutas y relativas). Medidas de la densidad puntual.

Calidad de sitio

El sitio y la calidad de sitio. Definiciones. Métodos de evaluación directos e indirectos. El índice de sitio y las curvas de índice de sitio. Modelos anamórficos y polimórficos (disyuntos y no disyuntos). Desarrollo de ecuaciones. Fuentes de datos. Modelos matemáticos. Métodos de ajuste (curva guía, ecuación de la diferencia y predicción paramétrica). Validación.

Crecimiento de árboles

Definiciones y terminología específica. Expresiones absolutas del crecimiento (corriente anual, periódico, periódico anual, medio anual). Expresiones relativas del crecimiento (interés simple, compuesto y otras). El crecimiento del árbol. Factores de crecimiento al nivel individual. Las curvas de crecimiento. Técnicas para la determinación del crecimiento en diámetro, altura, área basal y volumen (mediciones sucesivas, recuento de anillos de crecimiento, análisis de fuste y otras).

Crecimiento de rodales

Componentes del crecimiento de rodales. Tipos de crecimiento de rodales (bruto, neto y otros). Factores de crecimiento al nivel de rodal. El crecimiento en rodales coetáneos y discetáneos. Métodos para la determinación del crecimiento de rodales (proyección de tablas de rodal, mediciones sucesivas en parcelas o puntos de muestreo y otras).

Modelos de crecimiento y producción

Definiciones y rol de los modelos de crecimiento. Diferentes clasificaciones de los modelos. Modelos de rodal, de clases de tamaño y de árboles individuales. Modelos basados en procesos. Fundamentos, requerimientos de información y técnicas para su desarrollo y validación. Criterios para la selección y uso de los modelos de crecimiento.

Inventario forestal e introducción a la teoría del muestreo

Definición de inventario forestal. Objetivos, alcances y clasificación de los inventarios forestales. Planificación de tareas para un inventario forestal. Definiciones estadísticas de población, elementos, muestra, parámetros y estimadores. Mecanismos de selección de la muestra (selectivo, probabilístico y sistemático). Error estándar de un estimador y su intervalo de confianza. El teorema del límite central y la ley de los grandes números. Árboles, parcelas y puntos como unidades de muestreo.

Muestreos con probabilidad constante

Muestreo aleatorio simple. Muestreo aleatorio estratificado. Muestreo sistemático. Muestreo aleatorio simple y estratificado con estimadores de razón y regresión. Muestreo multifásico. Muestreo en una o más etapas (multietápico). Definiciones, fundamentos y principales aplicaciones. Parámetros poblacionales y estimadores. Determinación del tamaño de la muestra.

Muestreos con probabilidad variable

Muestreo por listas. Muestreo bietápico por listas. Muestreo horizontal y vertical por puntos y líneas. Muestreo con probabilidad proporcional a la predicción (3P). Definiciones,



fundamentos y principales aplicaciones. Mecanismos de selección. Parámetros poblacionales y estimadores. Determinación del tamaño de la muestra.

Muestreos dinámicos

Muestreos de la misma población en ocasiones sucesivas. Fundamentos y objetivos. Inventario forestal continuo. Muestreo con reemplazo total (muestreos independientes). Muestreo sin reemplazo. Muestreo con reemplazo parcial. Diseños combinados. Estimadores para los valores actuales y para el cambio. Optimización de los tamaños de muestra.

Teledetección en Inventarios Forestales

Radiación electromagnética, concepto de firma espectral. Concepto de Pixel, resolución espacial, espectral y temporal de los sensores. Análisis visual y digital de la información de teledetección. Aplicaciones en el diseño y ejecución del muestro de áreas boscosas. Análisis comparativo con la fotografía aérea.

Metodología de Enseñanza

Todos los temas serán tratados en encuentros teórico-prácticos. Se indicará la lectura previa de material bibliográfico consistente en guías de clase conteniendo un tratamiento conceptual de temas teóricos y ejercitación. Se incluirá una selección de fragmentos de libros de texto y artículos científicos. Para cada clase se entregará una lista de tres preguntas orientadoras de la lectura. Se realizarán actividades de campo que permitan adquirir experiencia práctica en el establecimiento de parcelas, el manejo de instrumental, la medición de diámetros y alturas. La evaluación consistirá en dos parciales teórico-prácticos.

Carga horaria discriminada por actividad curricular

Número de horas por modalidad	Aulas	Laboratorio	Campo	Total horas
DESARROLLO TEÓRICO DE CONTENIDOS	51			51
EJERCITACIÓN PRÁCTICA	29		16	45
CARGA HORARIA TOTAL	80		16	96

Materiales didácticos

Guía de trabajos prácticos conteniendo una presentación conceptual del tema y ejercitación. Se incluirán además selecciones de textos y artículos científicos. En el trabajo de campo se utilizará el material de mediciones forestales de la Facultad disponible para los cursos de Ingeniería Forestal.

Evaluación

Entre las instancias y modalidades que se prevé utilizar se pueden mencionar:

Pruebas diagnósticas, se solicitará la entrega por escrito de las respuestas a tres preguntas entregadas en la clase anterior. Este procedimiento se aplicará para un número limitado de clases y tendrá por objeto evaluar la capacidad de acercamiento a temas aún no presentados por los docentes mediante la lectura domiciliaria. Además permitirá evaluar y presentar en la clase, si las respuestas fueron expresadas de manera adecuada o no adelantando lo esperado



para las respuestas de exámenes parciales. Estas evaluaciones serán voluntarias y sólo podrán incidir positivamente sobre la calificación final.

Exámenes parciales

Serán escritos y plantearán la resolución de problemas de aplicación y respuestas a preguntas teóricas utilizando el material de estudio pero con una duración acotada de dos horas.

Coloquio

Será oral y necesario sólo para los alumnos en promoción sin examen final. Tendrá dos instancias de recuperación. Consistirá en la exposición de un trabajo específico a partir de su lectura y análisis. En esa exposición el docente guiará la asociación entre los conceptos y métodos referidos en el trabajo y lo tratado en el curso de Biometría Forestal. Se propone que a través de este coloquio el alumno logre integrar diferentes aspectos conceptuales y metodológicos del curso a través del análisis de un trabajo de aplicación. Se considera que este tipo de evaluación constituye una conclusión necesaria en el proceso de formación que se propone en el curso de Biometría Forestal.

Examen final

Será oral y necesario solamente para los alumnos que no accedan a la promoción sin examen final.

Se realizará una evaluación conceptual surgida de la ponderación de las instancias y modalidades anteriores y de otros indicadores cualitativos, como la participación y la responsabilidad del alumno en su proceso de aprendizaje. El resultado de evaluación sólo podrá incidir de manera positiva en la calificación final.

Sistema de promoción

Todos los alumnos podrán optar por la promoción sin examen final cuya aprobación requiere del 80% de asistencias y la obtención de nota no inferior a 7 (siete) en los dos exámenes parciales cuyas instancias de recuperación se ajustan a lo establecido por el plan de estudios vigente. Además deberá aprobar un coloquio oral integrador de los contenidos de la materia. De no cumplir con alguno de los requisitos el alumno deberá rendir el examen final de la materia. Para los alumnos que cursen el sistema de promoción con examen final el requisito de asistencia será de 60% con recuperación de clases hasta alcanzar el 80%.

Cronograma de actividades

Semanas 1 y 2

Introducción a la Biometría Forestal
Diámetros y alturas
Volumen y peso de árboles

Semanas 3, 4 y 5

Funciones de volumen y peso
Estructura y densidad de rodales
Calidad de sitio

Semanas 6, 7 y 8

Crecimiento de árboles





Crecimiento de rodales
Modelos de crecimiento y producción

Semana 9

Repaso y evaluación

Semanas 10 a 14

Inventario forestal e introducción a la teoría del muestreo

Muestreos con probabilidad constante

Muestreos con probabilidad variable

Muestreos dinámicos

Teledetección en inventarios forestales

Semanas 15 y 16

Repaso evaluación y recuperaciones

Bibliografía

La lista incluye libros de consulta recomendados se encuentran disponibles en la cátedra.

Ayesa JA y CR Lopez. 1998. Teledetección Aplicada a la Evaluación de Recursos Naturales. INTA Bariloche. <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/catalog/Teledeteccion/ManuCurso98.pdf>

Cochran W. G. 1998. Técnicas de Muestreo. 14^a reimpresión. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.; México 513 pp.

Davis LS & KN Johnson. 1987. Forest management. 3rd Edition. McGraw-Hill Book Company. New York. 790 pp.

De Vries PG. 1986. Sampling theory for forest inventory: a teach-yourself course. Springer-Verlag. Berlin. 399 pp.

Estimación de volumen y predicción del rendimiento: estimación del volumen. FAO/Montes 22/1.

Estimación de volumen y predicción del rendimiento: predicción del rendimiento. FAO/Montes 22/2.

Husch B, CI Miller & TW Beers. 1982. Forest mensuration. 3rd Edition. John Wiley & Sons. New York. 402 pp.

Kangas A. y M Maltamo. 2007. Forest inventory. Methodology and applications. Springer 362 pp.

Prodan M, R Peters, F Cox y P Real. Mensura Forestal. IICA; BMZ/gtz. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. 561 pp

Shiver BD & BE Borders. 1996. Sampling techniques for forest resource inventory. John Wiley & Sons. New York. 356 pp.

Sorrentino A. 1997. Manual para diseño y ejecución de inventarios forestales. Hemisferio Sur, Argentina. 350 pp.