



CARRERAS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y FORESTAL

Asignatura: CALCULO ESTADÍSTICO Y BIOMETRÍA

Espacio Curricular: Básicas

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

Asignaturas correlativas:
Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales y Matemática

Carácter: Obligatorio

Duración: Cuatrimestral

Carga Horaria:
Semanal: 5 horas
Total: 80 hs (16 semanas)

Código SIU-GUARANÍ: AF821

Año de pertenencia: Segundo

Cuatrimestre: 1º

Expediente: 200-195/10

Resolución de aprobación:

Fecha de aprobación: 21 de diciembre de 2010





Objetivo general

Desarrollar en los alumnos capacidades y habilidades para la aplicación de las principales técnicas estadísticas orientadas a la obtención, análisis e interpretación de información, haciendo especial hincapié en la solución de problemáticas referidas a la carrera.

Contenidos mínimos:

Estadística descriptiva. Probabilidades. Esperanzas matemáticas. Distribuciones teóricas probabilidades. Inferencia estadística. Distribución de “t” aplicaciones. Distribución de aplicaciones. Restricciones al modelo lineal. Estimación de parámetros. Diseño experimental. Análisis de la variancia. Tratamiento informático.

Metodología de enseñanza

Se plantea un curso de carácter aplicado, sin por ello perder de vista la rigurosidad estadística, basado (i) en una fuerte integración entre teoría y práctica, (ii) en el análisis de datos e interpretación de resultados, (ii) y en utilización de software como instrumento de cálculo y recurso didáctico.

Sistema de promoción

Se presentan tres formas para la aprobación de la asignatura, (i) como alumno regular sin examen final, (ii) como alumno regular con examen final, y (iii) como alumno libre con examen final, de acuerdo a la Resolución 287/04.





FUNDAMENTACIÓN

La Estadística, como ciencia, se ha convertido en una herramienta imprescindible ante la necesidad de conocimiento y descripción en una sociedad que como la actual, es demandante de producción y análisis de información.

El Cálculo Estadístico ha alcanzado en nuestros días, tanto como cultura básica, como en el trabajo profesional y en la investigación, un rol relevante. La tendencia positivista de las ciencias modernas, ha hecho que la legitimación y comprobación de resultados o garantías de su validez, y la toma de decisiones, dependan cada vez más de la utilización de herramientas estadísticas adecuadas para la recolección, análisis e interpretación de datos.

Estos métodos estadísticos se utilizan en los campos más diversos de las actividades humanas, donde no escapan las disciplinas biológicas y en particular las ciencias agropecuarias y forestales, donde adquiere la denominación de Biometría. Se utilizan estas técnicas para cuantificar el efecto del uso de fertilizantes o pesticidas, evaluar y/o predecir rendimientos de una cosecha, cuantificar las consecuencias de la extensión de una epidemia, y un gran número más de aplicaciones.

El curso de Cálculo Estadístico y Biometría, ubicado en el segundo año de la currícula de las Carreras de Ingeniería Agronómica y Forestal, hace uso principalmente de los conocimientos previos de Matemáticas, dando continuidad y aplicación a muchos contenidos de dicha asignatura. Por otro lado los nuevos temas que se imparten pretenden estar íntimamente vinculados con las demandas y necesidades de los niveles de formación posteriores, particularmente con aquellas asignaturas que desarrollen tareas experimentales, generando información, o con aquellas que analizan datos existentes.

Las premisas que rigen el planteo del programa de contenidos y la metodología de dictado para la asignatura *Cálculo Estadístico y Biometría* son: (i) que esté acorde al futuro ejercicio profesional que les tocará desempeñar a los alumnos, (ii) basado en el análisis de datos e interpretación de resultados, (iii) con una importante impronta de la actividad práctica, sin por ello perder de vista la rigurosidad estadística, (iv) y utilizando software estadístico como instrumento de cálculo y recurso didáctico.

OBJETIVOS

Que los alumnos logren:

- Incorporar las estrategias y metodologías relativas al Análisis Exploratorio de Datos reconociendo su importancia como herramienta motivadora en la formulación de hipótesis.
- Desarrollar una actitud positiva hacia el empleo de la Estadística.



- Conocer los aportes de la Estadística en el proceso de análisis e interpretación de datos.
- Valorar la necesidad e importancia del estudio de la teoría de probabilidad como instrumento para medir la incertidumbre en el proceso inferencial.
- Adquirir un manejo sólido y práctico de los diferentes métodos y técnicas estadísticas abordadas.
- Apropiarse de elementos teóricos y metodológicos para el correcto planteo de hipótesis, diseño de experiencias y/o ensayos, recolección de información, análisis de datos e interpretación de resultados.
- Capacitarse para la interpretación crítica de resultados estadísticos que aparecen en estudios técnicos y publicaciones científicas
- Comprender que la computadora constituye un útil instrumento de cálculo pero que un software no puede reemplazar la calidad de los datos y el conocimiento de las propiedades lógicas de los métodos estadísticos empleados

DESARROLLO PROGRAMÁTICO

El programa de contenidos de una asignatura es una útil herramienta, donde el alumno sigue una secuencia lógica en la adquisición de conocimientos, vinculándolos con anteriores para así poder apropiarse de nuevos conceptos. A continuación se presenta el programa de contenidos propuesto para la asignatura *Cálculo Estadístico y Biometría* de las carreras Ingeniería Agronómica y Forestal:

UNIDAD 1: Elementos de computación. Presentación de software aplicado al análisis estadístico. Nociones generales sobre manejo de un paquete estadístico. Carga de datos. Manejo de archivos.

UNIDAD 2: Análisis exploratorio de datos uni y bi variados. Datos estadísticos. Población, muestra y tipos de variables. Recolección y organización de la información. Modelos empíricos de frecuencias: tablas de distribución de frecuencias y representaciones gráficas. Reducción de la información. Estadísticos de posición: promedio aritmético y geométrico, promedios ponderados, mediana y moda. Percentiles. Estadísticos de dispersión: rango, desvío medio, varianza, desvío estándar y coeficiente de variación. Estadísticos de simetría y de kurtosis. Manejo de la estadística descriptiva en software estadístico. Estudio simultáneo de dos poblaciones. Modelos empíricos de frecuencias en dos dimensiones. Diagramas de dispersión y tablas de frecuencias. Covarianza y correlación lineal entre dos variables. Diagramas de cajas (Box-plots). Diagramas de tallo y hoja. Utilización de variables clasificatorias para comparación de subpoblaciones.



UNIDAD 3: Introducción al Cálculo de Probabilidades. Experimento aleatorio. Espacio muestral. Eventos. Definiciones de probabilidad: clásica, frecuencial y axiomática. Propiedades deducidas de la función de probabilidad. Regla aditiva. Probabilidad condicional. Regla multiplicativa. Independencia de eventos. Árboles de probabilidad. Teorema de Bayes.

UNIDAD 4: Distribuciones de Probabilidad. Variable aleatoria. Caso continuo y discreto. Modelos de probabilidad. Función de cuantía y de densidad. Función de probabilidad acumulada. Parámetros característicos de un modelo de probabilidad: esperanza y varianza de una variable aleatoria. Propiedades. Modelos usuales de probabilidad: geométrico, binomial, Poisson, Uniforme, Exponencial, Normal Estándar y Normal Generalizado. Otros modelos teóricos: Chi-Cuadrado, t-Student y F-Snedecor. Generación de datos aleatorios pertenecientes a distribuciones dadas utilizando software estadístico.

UNIDAD 5: Estimación de parámetros. Muestreo. Estadísticos. Estimación puntual de parámetros. Condiciones de un buen estimador. Distribución de los estadísticos muestrales: media aritmética, varianza y proporciones. Teorema central del límite. Estimación por Intervalo. Intervalos de confianza para la media, proporción y varianza. Intervalos de confianza para la diferencia de medias, diferencia de proporciones y cociente de varianzas de poblaciones independientes. Aplicaciones de las distribuciones Chi-Cuadrado, t-Student y F-Snedecor.

UNIDAD 6: Pruebas de Hipótesis. Teoría general de las pruebas de hipótesis. Tipos de errores. Dósimas relativas a la media, a la varianza y a una proporción. Comparación de dos medias, dos varianzas y dos proporciones, en muestras independientes. Comparación de medias en muestras apareadas. Pruebas de hipótesis no-paramétricas. Comparación de una serie de frecuencias empíricas con una serie teórica. Estadístico de Pearson. Requerimientos de aplicación del estadístico. Pruebas de independencia de variables y de bondad de ajustes de modelos de probabilidad. Resolución de problemas de inferencia usando de un software estadístico.

UNIDAD 7: Análisis de Regresión y Correlación. Conceptos generales del análisis de regresión y de correlación. Ajustes minimocuadráticos de curvas a una nube de puntos. Notación matricial. Estimación de los coeficientes del modelo de regresión lineal simple: deducción de las ecuaciones normales, distribución de los estimadores de los parámetros y de los valores de pronóstico. Inferencia acerca de los coeficientes mediante intervalos de confianza y pruebas de hipótesis. Medidas de la bondad de ajuste. Verificación gráfica y analítica de los supuestos en el análisis de regresión lineal simple mediante el estudio de los residuos. Ajuste de modelos no lineales respecto de los coeficientes pero linealizables mediante transformaciones. Correlación lineal simple. Pruebas de hipótesis sobre el coeficiente de correlación. Correlación parcial. Generalización a modelos lineales múltiples con k variables independientes. Ajuste de polinomios. Ejercicios de aplicación con software estadístico.

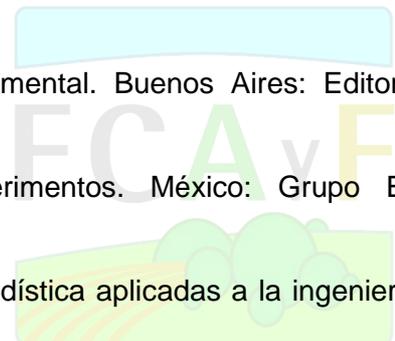
UNIDAD 8: Análisis de la Varianza y Diseño de Experimentos. Modelos lineales con variables categóricas. Concepto de factor y de niveles de un factor. Modelo de un solo factor. Partición de la



suma de cuadrados total. Tabla Análisis de la Variancia. Prueba de la F global. Comparaciones particulares de las medias de los grupos. Criterios a posteriori: pruebas t, criterio de Bonferroni, Tukey, Duncan, etc. Criterios a priori: método de los contrastes ortogonales. Verificación de los supuestos del modelo. Transformación de variables. Conceptos generales del diseño de experimentos. Diseño completamente aleatorizado (DCA). Modelos de clasificación según dos o tres factores con una única observación por casilla. Diseño en bloques completos aleatorizados (DBCA). Modelos de dos o más factores fijos con repeticiones en las casillas. Concepto de interacción entre factores. Experimentos factoriales. Diferenciación del análisis de los efectos principales según exista o no interacción entre los factores. Efectos fijos y aleatorios.

BIBLIOGRAFÍA:

- BANCROFT, H. (1976). Introducción a la bioestadística. Buenos Aires: EUDEBA. (Biblioteca FCAYF)
- BAIRD, D. C. (1998). Experimentación. Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos. México: Prentice-Hall Hispanoamericana. (Biblioteca FCAYF)
- CANAVOS, G. (2003). Probabilidad y estadística. Madrid: M^c Graw Hill. Ed. C.E.C.S.A. (Versión pdf Edición 1988 en Aula Virtual)
- CANTATORE DE FRANK, N. M. (1983). Manual de estadística aplicada. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. (Biblioteca FCAYF)
- CAPPELLETTI, C. A. (1972). Elementos de estadística con aplicaciones a la agronomía. Buenos Aires: Cesarini Hnos. Editores. (Biblioteca FCAYF)
- CUADRAS, C. ; SÁNCHEZ, P.; OCAÑA, J.; ALONSO, G. (1977) . Ejercicios de bioestadística. Barcelona: Editorial Universitaria de Barcelona. (Biblioteca FCAYF)
- DI RIENZO, J. Y OTROS (2005). Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina: Ed. Triunfar. (Versión pdf Edición Electrónica en Aula Virtual)
- HINES W.C.; BORROR C. M.; GOLDSMAN D. M.; MONTGOMERY D. C. (2006). Probabilidad y estadística para ingeniería. México: Compañía Editorial Continental. (Biblioteca FCAYF)
- KUEHL, R. (2001). Diseño de Experimentos. México: Ed. Thomson Learning. (Biblioteca FCAYF)
- LISON, L. (1976). Estadística aplicada a la biología experimental. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires. (Biblioteca FCAYF)
- MONTGOMERY D. (1991). Diseño y Análisis de experimentos. México: Grupo Ed. Iberoamérica. (Compra solicitada)
- MONTGOMERY D.; RUNGER, G. (1996). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. México: M^c Graw Hill. (Biblioteca FCAYF)





MONTGOMERY, D.; PECK, E.; VINING, G. (2002). Introducción al Análisis de Regresión Simple. Ed. C.E.C.S.A. (Biblioteca FCAyF)

NORMAN, G. R.; STREINER, D. L. (1996). Bioestadística. Madrid: Mosby/Doyma. (Biblioteca FCAyF)

PIMENTEL GOMES, F. (1978). Iniciación a la estadística experimental. Buenos Aires : Editorial Hemisferio Sur. (Biblioteca FCAyF)

PIMENTEL GOMES, F. (1978). Curso de estadística experimental. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. (Biblioteca FCAyF)

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J.. (2002). Introducción a la bioestadística. Madrid: Serie de Biología fundamental. (Biblioteca FCAyF)

SPIEGEL, M. R. (1997). Estadística. México: M^c Graw Hill, Serie Schaum. (Biblioteca Central)

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. (1990). Bioestadística: principios y procedimientos. México: Mc Graw-Hill/Interamericana de México. (Biblioteca FCAyF)

WEIMER, R. C. (2003). Estadística. México: Compañía Editorial Continental (Versión pdf en Aula Virtual)

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se propone el dictado de clases teórico-prácticas en aula con una fuerte integración con ejemplos y tratamiento de datos reales en forma de estudios de casos. La presentación y desarrollo de los temas será acompañada con la resolución y seguimiento de un problema con el propósito de partir de una aproximación gradual, intuitiva y experimental de los distintos contenidos abordados, orientando a los alumnos hacia la comprensión de los conceptos y a la captación de su necesidad y utilidad. La principal actividad práctica consistirá en el desarrollo por parte de los alumnos de una guía escrita de ejercicios para cada unidad, complementándose el trabajo de gabinete con trabajo en sala de computación y discusión e interpretación de resultados obtenidos de datos reales que presentarán los docentes.

No se debe perder de vista que se trata de un curso de carácter aplicado, dirigido a estudiantes que usarán la estadística como herramienta en su trabajo futuro, por lo que se pretende que desde el primer momento quede bien en claro la aplicabilidad de cada uno de los temas abordados, para ello el alumno debe sentir la pertenencia de los problemas y datos trabajados a la disciplina que está estudiando, transformándose la actividad práctica en un motivador a continuar avanzando en la materia. Para ello se propondrá además de la resolución de la guía de problemas mencionada, la presentación y discusión de colecciones de datos reales donde se hará hincapié primero en el análisis exploratorio como un medio para desarrollar nuevos conocimientos y perspectivas, para luego pasar a la aplicación del método estadístico que corresponda con la posterior interpretación de resultados. Esta forma de



trabajo conlleva una importante componente de actividad práctica en gabinete con grupos no muy numerosos de alumnos, trabajando en comisiones de ser necesario, y con el uso de un paquete estadístico que libere de los cálculos engorrosos que generalmente involucran el manejo de bases de datos reales. Por otro lado las alternativas de gráficos estadísticos y posibilidades de simular algunos de los fenómenos probabilísticos más característicos hacen del uso de computadores un importante recurso didáctico para la enseñanza de la estadística. Pero también se debe resaltar que el hecho de manejar un programa de cálculo no evita que se aplique en situaciones inadecuadas o que se haga una interpretación incorrecta de sus resultados. Por este motivo, el énfasis de las clases en gabinete informático deberá hacerse sobre los aspectos de comprensión de los conceptos e hipótesis supuestas.

Fuera de horario de clases se habilitarán horarios de consultas tanto para el planteo de dudas de contenidos teóricos-conceptuales como sobre las actividades prácticas.

CARGA HORARIA DISCRIMINADA POR ACTIVIDAD CURRICULAR

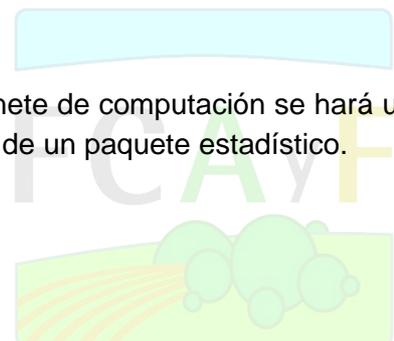
Tipo de actividad	Ámbito en que se desarrollan			Total
	Aula	Gabinete de computación	Campo	
 horas			
Desarrollo teórico de contenidos	40	-	-	40
Ejercitación práctica	20	20	-	40
Proyectos				
Prácticas de intervención profesional				
Total	60	20		80

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

En el desarrollo de las clases, tanto en aula como gabinete de computación se hará uso de cañón y pizarrón. Será imprescindible contar con la licencia de un paquete estadístico.

EVALUACION





El proceso de evaluación constituye un componente del sistema enseñanza-aprendizaje que debe formar parte intrínseca de todo el proceso. Tendrá carácter continuo y se instrumentará en múltiples situaciones que ayuden a la autoevaluación del alumno y del docente, permitiendo conocer el grado de alcance de los objetivos propuestos.

Las principales instancias evaluativas lo constituirán dos exámenes parciales escritos con contenidos prácticos-conceptuales, los cuales tendrán sus respectivos recuperatorios, más una segunda recuperación para sólo uno de los dos parciales (examen flotante).

Además de estas evaluaciones obligatorias, habrá dos modalidades de pruebas optativas que permitirán conocer las debilidades y fortalezas del proceso formativo, y de ser necesario reorientar, la estrategia didáctica. Estas serán:

- Presentación de la resolución de ejercicios tipo correspondientes a cada Trabajo Práctico los cuales se calificarán como no satisfactorio y satisfactorio bien, muy bien o excelente. En caso de que un trabajo sea calificado como satisfactorio muy bien o excelente se adicionarán puntos a la calificación obtenida en el examen parcial correspondiente (hasta un máximo de 0,5 puntos sobre 10). Esta presentación podrá ser de carácter grupal no superando los 3 alumnos por trabajo entregado.
- Exposición oral del abordaje, planteamiento, análisis e interpretación de resultados de problemáticas que serán suministradas por la Cátedra y versarán sobre datos reales. También en las Unidades temáticas que así lo permitan se ofrecerá como alternativa la discusión de trabajos publicados. Esta actividad será de carácter voluntaria, grupal y contribuirá a la suma de puntos para los exámenes parciales correspondientes (hasta un máximo de 0,5 puntos sobre 10).

SISTEMA DE PROMOCIÓN

La acreditación de la asignatura podrá realizarse a través de los siguientes regímenes:

- (i) como alumno regular sin examen final, para lo cual el estudiante deberá contar con una asistencia del 80% a las clases teórico-prácticas, aprobar con 7 puntos o más cada uno de los exámenes parciales o sus respectivas instancias de recuperación y presentar un trabajo escrito de integración final consistente en el análisis integral de una base de datos que se defenderá en formal oral y en grupos de hasta tres integrantes. El trabajo escrito de integración final, tendrá las instancias recuperatorias que establece la Reglamentación vigente (Res. 287/04).
- (ii) como alumno regular con examen final, será la forma de acreditar la materia para aquellos estudiantes que habiendo asistido al 60% de las clases teórico-prácticas, hayan aprobado los exámenes parciales, luego de haber usado todas las instancias de recuperación, con una calificación igual o mayor a 4, que representará la asimilación de un mínimo del 60% de los contenidos impartidos.



(iii) como alumno libre con examen final, este examen constará de tres instancias de evaluación, una práctica-conceptual común a los alumnos que rinden como regular, otra teórica y una tercera donde deberá demostrar habilidades en el manejo de software estadístico. Esta última podrá ser exceptuada si el alumno en los dos últimos años, asistió al menos a la mitad de las clases de un cursado, aún no habiéndolo aprobado, dado que se considera que ha adquirido las herramientas mínimas para la utilización del mismo.

EVALUACIÓN DEL CURSO

Dado que la Facultad tiene institucionalizada una evaluación de los cursos a través de encuestas realizadas por Secretaría Académica, no se prevé otro tipo de valoración formal de la asignatura por parte de los alumnos. Los resultados de esta encuesta serán material importante, para el diagnóstico del cursado por parte del equipo docente de la Cátedra.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

- Semana 1: Análisis exploratorio de datos (1)
- Semana 2: Análisis exploratorio de datos (2)
- Semana 3: Introducción al cálculo de probabilidades
- Semana 4: Distribuciones de probabilidad discretas
- Semana 5: Distribuciones de probabilidad continuas
- Semana 6: PARCIAL I
- Semana 7: Estimación de parámetros (1)
- Semana 8: Estimación de Parámetros (2) - Recuperatorio PARCIAL I (para aquellos alumnos que asistan al recuperatorio, el curso habilitará otro día y hora para permitir la asistencia a la clase a la que, eventualmente, no pudieran asistir)
- Semana 9: Pruebas de Hipótesis (1)
- Semana 10: Pruebas de Hipótesis (2)
- Semana 11: Análisis de Regresión y Correlación (1)
- Semana 12: Análisis de Regresión y Correlación (2)
- Semana 13: Experimentación DCA y DBCA
- Semana 14: Experimentos Factoriales
- Semana 15: Repaso
- Semana 16: PARCIAL II
- Recuperatorio PARCIAL II (fuera de carga horaria normal del curso)

