

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**



**DISEÑO EXPERIMENTAL**  
(Modelos Multivariados)

Segundo Cuatrimestre 2008

## **PROGRAMA ANALITICO**

### **UNIDAD 1: 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. Comparación de medias. 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. Conducción de ensayos. Diseño completamente aleatorizado (DCA). Modelos de clasificación según dos o tres factores con una única observación por casilla. Diseño en bloques completos aleatorizados (DBCA). Medidas de eficiencia relativa entre cada diseño. Estimación de parcelas faltantes. Modelos de dos o más factores fijos con repeticiones en las casillas. Concepto de interacción entre factores. Experimentos factoriales  $k^n$  y  $n \times m$ . Diferenciación del análisis de los efectos principales según exista o no interacción entre los factores. Modelos que incluyen factores aleatorios. Bloques incompletos. Parcelas divididas, (modelos puramente aleatorios y modelos mixtos).

### **UNIDAD 2: Análisis de Regresión y de Correlación Múltiple**

Regresión y correlación lineal simple. Verificación de supuestos mediante el estudio de los residuos. Inferencia en análisis de regresión. Modelos linealizables por transformaciones. Modelos lineales en dos variables independientes. Notación matricial. Generalización a modelos lineales múltiples con k variables independientes. Ajuste de polinomio completos de grado k. Correlación entre dos variables controlada la influencia de una o más variables concomitantes. Pruebas de la F parcial. Métodos de selección de variables independientes: método de todos los modelos, método de selección paso a paso (stepwise) incorporando variables (forward) o eliminando variables (backward). Modelos intrínsecamente no lineales: métodos iterativos de ajuste.

### **UNIDAD 3: Técnicas Multivariadas de Agrupamiento y Ordenación**

Problemas de interpretación de muchas variables con gran volumen de datos. Principales estrategias descriptivas del análisis multivariado de datos. Medidas de similaridad (asociación) y de disimilaridad (distancias). Criterios de reducción de la dimensión original del problema. Métodos de ordenación: análisis de componentes principales y análisis de coordenadas principales. Criterios de agrupamiento de datos: análisis de conglomerados jerárquicos (análisis de cluster - dendogramas). Estrategias de ligamiento (linkage).

## **OBJETIVOS**

Son objetivos del curso completar la formación básica iniciada con la asignatura Cálculo Estadístico y Biometría, incorporando los métodos estadísticos necesarios para sustentar los resultados de la experimentación agronómica, utilizando como material de trabajo datos y problemas que presentan las materias de producción del plan de estudios de la carrera. El desarrollo de la práctica se lleva a cabo con el software INFOSAT

Al finalizar el curso los alumnos estarán capacitados para:

- interpretar las justificaciones estadísticas que avalan los resultados agronómicos expuestos en las publicaciones de la especialidad
- diseñar y analizar las experiencias necesarias para confirmar propuestas de mejoramiento productivo, así como para obtener sus propios avances tecnológicos
- integrar grupos de investigación participando activamente en la planificación y ejecución de actividades experimentales
- manejar con suficiente independencia un programa estadístico de computación que procese la información y realice los cálculos que requieren los métodos propuestos
- confeccionar informes con resultados experimentales que se ajusten a las normas exigidas para las comunicaciones científicas

## **REGIMEN DE CURSADO, SISTEMA DE EVALUACION**

El proceso de evaluación de la materia se realizará a través de tres exámenes parciales correspondientes a cada uno de los módulos, los que tendrán sus respectivos recuperatorios al término del cuatrimestre. Todos serán a libro abierto y con disponibilidad para usar software. La aprobación de cada examen se alcanza obteniendo 4 puntos que corresponde a responder satisfactoriamente el 60 % de los temas solicitados en la evaluación.

Para obtener el cursado de la materia se deberán aprobar los tres exámenes parciales y/o sus respectivos recuperatorios.

Para la acreditar la materia como promocionada además de probar los tres parciales la suma de puntos en los mismos deberá acumular como mínimo 21 puntos con no menos de 6 puntos en cada evaluación, pudiéndose recuperar sólo uno de ellos, el de menor calificación, ya sea por no haber alcanzado el piso de los 6 puntos o bien solo para subir nota.

Además de este requisito para acceder a la promoción se deberá:

- entregar y aprobar tres trabajos prácticos los cuales se calificarán como no satisfactorio y satisfactorio bien, muy bien o excelente. En caso de que un trabajo práctico sea calificado como satisfactorio excelente se adicionarán 6 puntos sobre 100 a la calificación obtenida en el examen parcial correspondiente. La entrega límite para la presentación de cada trabajo práctico será la fecha del examen parcial de su módulo y podrá realizarse en grupos de hasta tres integrantes.
- entregar en forma individual y aprobar una serie de ejercicios teóricos calificados de igual

manera que los trabajos prácticos. En caso de aprobarlo con excelente el puntaje que se sumará al parcial correspondiente será de 4 puntos sobre 100. El plazo de entrega de estos ejercicios será de una semana para aspirar a la suma de puntos y hasta dos semanas para la aprobación.

## **BIBLIOGRAFIA**

COCHRAN y COX (1965). *Diseño de Experimentos*. México: Ed. Trillas.

CUADRAS, C. M. (1996). *Métodos de análisis multivariante*. Barcelona: EUB, S.L.

CANAVOS, G. (2003). *Probabilidad y estadística*. Madrid: M<sup>o</sup>Graw Hill. Ed. C.E.C.S.A

DI RIENZO, J. y OTROS (2000) *Estadística para las Ciencias Agropecuarias* . Ed. Triunfar. Cordoba.Arg.

DRAPER, N.; SMITH, H. (1966). *Applied Regression Analysis*. New York: Ed. Wiley & Sons.

HINES W.C.; BORROR C. M.; GOLDSMAN D. M.; MONTGOMERY D. C. (2006). *Probabilidad y estadística para ingeniería*.

KUEHL, R. (2001). *Diseño de Experimentos*. México: Ed. Thomson Learning.

JHONSSON, D.E. (2000). *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. México: International Thomson Editores.

MENDENHALL, W.; SCHEAFFER, R.; WACKERLY, D. (1986). *Estadística Matemática con aplicaciones*. Ed. Iberoamérica.Mexico

MONTGOMERY D. (1991). *Diseño y Análisis de experimentos*. México: Grupo Ed. Iberoamérica.

MONTGOMERY D.; RUNGER, G. (1996). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. México: M<sup>o</sup> Graw Hill.

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

NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. (1990). *Applied Linear Statistical Models*. Boston: IRWIN.

PEÑA, D. (1989). *Estadística: Modelos y Métodos -Tomo II: Modelos Lineales*. Madrid: Alianza Universidad Textos.

PEÑA, D. (2002). *Análisis de Datos Multivariantes*. Madrid: McGraw Hills/Interamericana de España.

PIMENTEL GOMES, F. (1978). *Curso de Estadística Experimental*. Bs.As.: Ed.

PIMENTEL GOMES F. (1990). *Curso de Estadística Experimental*. Librería Nobel S.A. Piracicaba Brasil.

STEEL, R.; TORRIE, J. (1985). *Bioestadística Principios y Procedimientos* . Ed. MacGraw Hill. Mexico

**CARGA HORARIA: 60 horas****CRONOGRAMA TENTATIVO:**

CLASE	FECHA	TEMA	DOCENTES
1	Lunes 22 Sep	Repaso. Concepto de muestra y población. Estimadores. Pruebas de hipótesis. Concepto de factor y de niveles de un factor. Modelo ANOVA de un solo factor. Comparación de medias. Contrastes ortogonales. Conceptos generales del diseño de experimentos. Conducción de ensayos. Diseño completamente aleatorizado (DCA).	M.Inés URRUTIA
2	Miérc 24 Sep	Modelos de clasificación según dos factores con una única observación por casilla. Diseño en bloques completos aleatorizados (DBCA). Medidas de eficiencia relativa entre cada diseño. Estimación de parcelas faltantes. Técnicas experimentales	M.Inés URRUTIA Rafael BOGGIO
3	Lunes 29 Sep	Verificación de los supuestos del modelo. Transformación de variables. Efectos fijos, aleatorios y mixtos.	Martín DELUCCI Laura MALY
4	Miérc 01 Oct	Modelos de dos o más factores fijos con repeticiones en las casillas. Concepto de interacción entre factores. Experimentos factoriales $k^n$ y $n \times m$ . Diferenciación del análisis de los efectos principales según exista o no interacción entre los factores.	Martín DELUCCI Laura MALY
5	Lunes 06 Oct	Parcelas divididas.	Martín DELUCCI Laura MALY
6	Miérc 08 Oct	Bloques incompletos. Finalización práctica.	Rafael BOGGIO
7	Miérc 15 Oct	Análisis de Regresión Lineal Simple. Verificación de supuestos. Pruebas de hipótesis. Inferencia.	Rodrigo ALTAMIRANO Sarah BURNS
8	Lunes 20 Oct	Modelos linealizables por transformaciones.	Rodrigo ALTAMIRANO Sarah BURNS
9	Martes 21 Oct	PARCIAL 1: ANOVA	
10	Miérc 22 Oct	Modelos lineales en dos variables independientes. Notación matricial. Generalización a modelos lineales múltiples con $k$ variables independientes. Ajuste de polinomio completos de grado $k$ .	Luis CASTRO Rodrigo ALTAMIRANO
11	Lunes 27 Oct	Correlación parcial. Pruebas de la F parcial. Métodos de selección de variables independientes: método de todos los modelos, método de selección paso a paso (stepwise) incorporando variables (forward) o	Luis CASTRO Rodrigo ALTAMIRANO

		eliminando variables (backward).	
12	Miérc 29 Oct	Finalización Práctica. Modelos intrínsecamente no lineales: métodos iterativos de ajuste. Curvas de crecimiento	Luis CASTRO Rodrigo ALTAMIRANO
13	Lunes 03 Nov	Introducción al Análisis Multivariado. Medidas de similitud (asociación) y de disimilitud (distancias). Propiedades.	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
14	Miérc 05 Nov	Análisis de conglomerados jerárquicos: clusters. Estrategias de ligamiento (linkage).	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
15	Lunes 10 Nov	PARCIAL 2: REGRESION	
16	Miérc 12 Nov	Métodos para la reducción de la dimensión de los datos o de ordenación. Análisis de Componentes Principales. Representación de individuos y variables en el plano factorial. Interpretación de gradientes.	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
17	Lunes 17 Nov	Análisis de Coordenadas principales. Finalización práctica	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
18	Miérc 27 Nov	PARCIAL 3: MULTIVARIADO	

		eliminando variables (backward).	
12	Miérc 29 Oct	Finalización Práctica. Modelos intrínsecamente no lineales: métodos iterativos de ajuste. Curvas de crecimiento	Luis CASTRO Rodrigo ALTAMIRANO
13	Lunes 03 Nov	Introducción al Análisis Multivariado. Medidas de similitud (asociación) y de disimilitud (distancias). Propiedades.	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
14	Miérc 05 Nov	Análisis de conglomerados jerárquicos: clusters. Estrategias de ligamiento (linkage).	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
15	Lunes 10 Nov	PARCIAL 2: REGRESION	
16	Miérc 12 Nov	Métodos para la reducción de la dimensión de los datos o de ordenación. Análisis de Componentes Principales. Representación de individuos y variables en el plano factorial. Interpretación de gradientes.	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
17	Lunes 17 Nov	Análisis de Coordenadas principales. Finalización práctica	Sergio BRAMARDI Sarah BURNS
18	Miérc 27 Nov	PARCIAL 3: MULTIVARIADO	

**CARGA HORARIA: 60 horas**

**CRONOGRAMA TENTATIVO:**

CLASE	FECHA	TEMA	DOCENTES
1	Lunes 22 Sep	Repaso. Concepto de muestra y población. Estimadores. Pruebas de hipótesis. Concepto de factor y de niveles de un factor. Modelo ANOVA de un solo factor. Comparación de medias. Contrastes ortogonales. Conceptos generales del diseño de experimentos. Conducción de ensayos. Diseño completamente aleatorizado (DCA).	M.Inés URRUTIA
2	Miérc 24 Sep	Modelos de clasificación según dos factores con una única observación por casilla. Diseño en bloques completos aleatorizados (DBCA). Medidas de eficiencia relativa entre cada diseño. Estimación de parcelas faltantes. Técnicas experimentales	M.Inés URRUTIA Rafael BOGGIO
3	Lunes 29 Sep	Verificación de los supuestos del modelo. Transformación de variables. Efectos fijos, aleatorios y mixtos.	Martín DELUCCI Laura MALY
4	Miérc 01 Oct	Modelos de dos o más factores fijos con repeticiones en las casillas. Concepto de interacción entre factores. Experimentos factoriales $k^n$ y $n \times m$ . Diferenciación del análisis de los efectos principales según exista o no interacción entre los factores.	Martín DELUCCI Laura MALY
5	Lunes 06 Oct	Parcelas divididas.	Martín DELUCCI Laura MALY
6	Miérc 08 Oct	Bloques incompletos. Finalización práctica.	Rafael BOGGIO
7	Miérc 15 Oct	Análisis de Regresión Lineal Simple. Verificación de supuestos. Pruebas de hipótesis. Inferencia.	Rodrigo ALTAMIRANO Sarah BURNS
8	Lunes 20 Oct	Modelos linealizables por transformaciones.	Rodrigo ALTAMIRANO Sarah BURNS
9	Martes 21 Oct	PARCIAL 1: ANOVA	
10	Miérc 22 Oct	Modelos lineales en dos variables independientes. Notación matricial. Generalización a modelos lineales múltiples con $k$ variables independientes. Ajuste de polinomio completos de grado $k$ .	Luis CASTRO Rodrigo ALTAMIRANO
11	Lunes 27 Oct	Correlación parcial. Pruebas de la F parcial. Métodos de selección de variables independientes: método de todos los modelos, método de selección paso a paso (stepwise) incorporando variables (forward) o	Luis CASTRO Rodrigo ALTAMIRANO