



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO**  
**FACULTAD CIENCIAS FORESTALES**

**CARRERA: Licenciatura en Ecología y Conservación del Ambiente**

**PLAN DE ESTUDIOS: 2006**

**ASIGNATURA OPTATIVA: DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS MULTIVARIADO**

**AÑO ACADÉMICO: 2015**

**UBICACIÓN:** OPTATIVA Primer semestre

**CORRELATIVA ANTERIOR: MUESTREO Y TECNICAS DE VALUACIÓN EN ECOSISTEMAS**

**CORRELATIVA POSTERIOR:** No tiene

**CARGA HORARIA:** 4 horas teórico-prácticas por semana,  
durante 15 semanas. Total horas: 60 h

**EQUIPO DOCENTE:**

Prof. Adj. Ing. Ftal. Marcia Acosta  
Aydt. de 1ra. Ing. Ftal. Cecilia Zurita

**OBJETIVOS GENERALES**

**Objetivos**

Que el alumno:

- Aprenda a analizar el experimento como fuente de conocimiento.
- Desarrolle habilidad para el diseño de experimentos en laboratorios y a campo y su análisis estadístico
- Aprenda técnicas de análisis multivariado y su aplicación en el estudio ambiental
- Desarrolle habilidades para el uso de software estadístico específico

**Contenidos**

- El experimento en la ecología. Tipos de diseño experimental. Requerimientos para su análisis estadístico.
- Análisis estadístico multivariado: Su aplicación a los estudios ambientales. Procedimiento y análisis de resultados. Manejo de software aplicado.



## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Que el estudiante adquiera:

- Conocimiento para la diferenciación de los modelos básicos del diseño experimental.
- Capacidad para realizar las pruebas de cumplimiento de supuestos en los residuos, necesarios para la validez del análisis.
- Capacidad para formular contrastes adecuados.
- Conocimiento sobre los principios básicos del diseño experimental. Capacidad para seleccionar el modelo adecuado ante una situación problemática en el área ecológica
- Habilidad para el análisis de la variancia en el estudio de dos o más factores.
- Conocimientos para diferenciar los efectos fijos de los aleatorios
- Habilidad en el cálculo del análisis de la variancia de estos diseños.
- Conocimientos algunas técnicas de regresión aplicadas al estudio y estimación de relaciones funcionales de uso estudios ecológicos
- Capacidad para construir y seleccionar modelos.
- Conocimientos de las técnicas de regresión no lineal aplicadas al estudio y estimación de relaciones funcionales de uso en biología
- Conocimientos del uso de covariantes para mejorar la precisión de los experimentos.
- Conocimientos del uso de técnicas alternativas cuando no se cumplen los supuestos de las pruebas paramétricas.
- Conocimientos de la existencia de técnicas básicas para el análisis de datos multivariantes.
- Información sobre los métodos de clasificación y ordenación mas utilizados en Ecología.
- Habilidad en el uso de software estadístico para el análisis multivariado.

## **CONTENIDOS**

**Análisis de la variancia**

**Diseño experimental**

**Experimentos factoriales**

**Diseños en parcelas divididas y en bloques incompletos**

**Regresión lineal simple y lineal múltiple**

**Regresión no lineal.**

**Análisis de covariancia.**

**Estadística no paramétrica.**

**Nociones de análisis multivariado.**

**Tema I . ANÁLISIS DE LA VARIANCIA.** Revisión de los conceptos fundamentales del ANOVA: modelos de efectos fijos y aleatorios. Pruebas de cumplimiento de supuestos. Contrastes.

## **Tema II . DISEÑO EXPERIMENTAL**



Diseño experimental: Concepto de diseño experimental en Ecología. Principios de Gree. Análisis de los diseños más simples: Completamente aleatorizado con igual y diferente número de repeticiones. Determinación del número de repeticiones. Ventajas y desventajas. Análisis de la variancia con sub-muestras: número igual de sub-muestras. Modelo lineal para sub-muestreo.

Bloques al azar. Usos. Ventajas y limitaciones. Modelo lineal y el análisis de la variancia

Cuadrado latino. Características Generales. Usos. Ventajas y limitaciones. Modelo lineal y análisis de la variancia.

Posibles transformaciones de la variable en caso de no cumplimiento de los supuestos del modelo.

### **Tema III. EXPERIMENTOS FACTORIALES**

Principios y definiciones básicas. Ventajas y Desventajas. Efectos principales, Efectos simples e interacciones. Análisis de un diseño factorial con dos factores

Modelo lineal y análisis de la variancia

### **Tema IV. REGRESIÓN MÚLTIPLE Y MODELOS NO LINEALES**

Revisión de los principios básicos de la Regresión lineal simple y correlación y pruebas de significación. Modelo de la regresión lineal simple. Pruebas para testar el cumplimiento de los supuestos del modelo. Outliers, pruebas para su detección.

Regresión lineal múltiple. Concepto. Cálculo de los coeficientes de regresión. Significación de la regresión lineal múltiple

El uso de transformaciones para ajuste a modelos no lineales.

Correlación. Concepto. Correlación lineal simple. Variación explicada y no explicada o residual. Coeficiente de determinación. Coeficiente de correlación Prueba de significación (prueba de "t" y prueba de "r"). Uso de tablas. Correlación múltiple. Concepto. Coeficiente de correlación lineal múltiple y su significación estadística. Coeficientes de correlación parcial. Prueba de significación

Conceptos básicos. Modelos exponenciales. Ajuste a Curvas de crecimiento. Modelos alométricos

### **Tema V. ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA**

Pruebas No Paramétricas. Pruebas referidas a una sola muestra (pruebas de bondad de ajuste).

Pruebas referidas a dos muestras independientes (Wilcoxon) y muestras dependientes (Fisher y Wilcoxon del rango con signo).

Pruebas referidas a más de dos muestras : Kruskal-Wallis y Friedman.

### **Tema VI. ANÁLISIS MULTIVARIADO**

Métodos de análisis multivariado: su utilización en el ordenamiento y la clasificación de datos. Estudio de casos mediante la lectura y comentario de trabajos referidos a ecología y análisis medioambiental



## **Programa de prácticos**

**Trabajo Práctico 1:** Análisis de la variancia con una y dos causas conocidas de variación. Contrastes.

**Trabajo Práctico 2:** Diseño completamente aleatorizado y Diseño en bloques al azar. Diseño en cuadrado latino

**Trabajo Práctico 3:** Experimentos Factoriales

**Trabajo Práctico 4:** Regresión y correlación lineal múltiple. El uso de transformaciones para lograr modelos lineales. Curvas de crecimiento y alométricas

**Trabajo Práctico 5.** Estadística No Paramétrica.

**Trabajo Práctico 6:** Análisis multivariado. Métodos de clasificación y ordenamiento.

## **Programa de examen**

### **Bolilla 1**

Regresión Modelos. Pruebas para testar el cumplimiento de los supuestos que deben cumplir los residuos en el modelo de regresión lineal simple. Outliers, pruebas para su detección.

Prueba de significación de diferencias de medias de tratamientos. Contrastes ortogonales. Diferentes tipos de pruebas y sus aplicaciones: Prueba de "t" o DLS, test de Tukey, Duncan, Scheffé y Dunnett. Uso de tablas para los tests.

Pruebas No Paramétricas. Pruebas referidas a una sola muestra (pruebas de bondad de ajuste).

### **Bolilla 2**

Correlación Múltiple. Concepto. Variación explicada y no explicada o residual. Coeficiente de determinación.

Análisis de la variancia. El modelo lineal aditivo. Supuestos y pruebas de su cumplimiento. Modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios.

Pruebas referidas a dos muestras independientes (Wilcoxon) y dependientes (Fisher y Wilcoxon del rango con signo).

### **Bolilla 3**

Regresión lineal múltiple. Concepto. Cálculo de los coeficientes de regresión. Significación de la regresión lineal múltiple

Diseño experimental: Concepto. Análisis de los diseños más simples: Completamente aleatorizado con igual y diferente número de repeticiones. Determinación del número de repeticiones. Ventajas y desventajas. Análisis de la variancia con sub-muestras: número igual de sub-muestras. Modelo lineal para sub-muestreo.

Análisis Multivariado: Métodos de clasificación. Interpretación de salidas de software.



**Bolilla 4**

Correlación lineal múltiple. Variación explicada y no explicada o residual. Coeficiente de determinación. Coeficientes de correlación parcial.

Pruebas referidas a más de dos muestras: Kruskal-Wallis y Friedman.

Análisis Multivariado. Métodos de ordenación. Interpretación de salidas de software.

**Bolilla 5**

Experimentos Factoriales: Principios y definiciones básicas. Ventajas y Desventajas. Efectos principales, Efectos simples e interacciones. Análisis de un diseño factorial con dos factores. Modelo lineal y análisis de la variancia.

Pruebas No Paramétricas. Pruebas referidas a una sola muestra (pruebas de bondad de ajuste).

Regresión no lineal. Conceptos básicos. Modelos exponenciales. Ajuste a Curvas de crecimiento.

**Bibliografía Básica**

Cantatore de Frank, Norma. 1980 "Manual de Estadística Aplicada".. Editorial Hemisferio Sur.

Gaillard de Benítez, C.; Pece, M y Juárez de Galíndez, M. . 2002. "Conceptos básicos de Análisis de la Variancia y Diseño experimental" Serie didáctica N° FCF. Páginas: 56

INFOSTAT. INFOSTAT versión 2004. Manual del usuario Primera edición. Editorial Brujas, Argentina. Páginas: 314.

Johnson, Dallas E. 1998. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. International Thomson Editores. p 566.

Kuehl, Robert O. 2001. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación.

Montgomery Douglas. 1991. "Diseño y análisis de experimentos". Grupo Editorial Iberoamérica. Edit. Litográfica Igramex. México. DF. p 666.

Pimentel Gomes, Federico. 1978. "Curso de Estadística Experimental". Editorial Hemisferio Sur.

Robles C., Benítez, Celia de. 1985. "Apunte de cátedra de Estadística Experimental"

Scheiner S. y J. Gurevitch Editores. 1992. "Design and Analysis of Ecological Experiments". Chapman y Hill.

Sierra Bravo, R. 1994. "Análisis estadístico multivariable. Teoría y ejercicios. Edit. Paraninfo. Madrid. 257 p.

Steel / Torrie .1993."Bioestadística. Principios y procedimientos".Segunda edición. Mc Graw Hill.

**Bibliografía de consulta**

Cochran, William G. y Cox, Gertrude M. 1995."Diseños experimentales".. Editorial Trillas. Segunda reimpresión..

Hinkelman Klaus, Kempthorne Oscar."Desing and Analysis of Experiments". Vol I introduction to experimental desing. Jhon Wiley & Sons, INC.

Neter John; Wasserman William, Michael Kutner.1990 "Applied linear statistical models. Regression, Analysis of variance, and experimental designs".Tercera edición Editorial IRWIN.



## Programación y descripción de las actividades

Los contenidos presentados en el programa analítico se desarrollarán en clases teóricas - prácticas durante 15 semanas.

Las clases teóricas-prácticas serán expositivas buscando la participación de los alumnos mediante preguntas y ejercicios. Se utilizará como medio didáctico la proyección de transparencias y power point . Se mostrarán salidas de procesamiento de datos con el softwares estadísticos INFOSTAT, con el objeto de enseñar la interpretación de las mismas. El alumno realizará la práctica en el aula y en la sala de computación utilizando el software INFOSTAT.

## CONDICIONES PARA REGULARIZAR LA ASIGNATURA

- ✓ Asistencia al 80% como mínimo, de las clases.
- ✓ Aprobar con 5 (cinco) puntos como mínimo, los dos parciales previstos y oportunamente fijados (cada uno de ellos con un recuperatorio). La ausencia injustificada a parciales será considerada como aplazo a los fines de la recuperación de los mismos. La justificación de inasistencias a parciales deberá realizarse mediante certificado de autoridad competente.
- ✓ Presentar la carpeta de Trabajos Prácticos completa (condición necesaria), para regularizar la asignatura.

## EXAMEN FINAL ORAL

Para los alumnos regulares consistirá en un examen oral , con programa mosaico compuesto por bolillas, de las cuales se seleccionarán dos al azar con la ayuda de un bolilleroo máquina de calcular.

Para los alumnos libres consistirá en un examen escrito y (previa aprobación del mismo) un examen oral.

## CONDICIONES PARA PROMOCIONAR LA ASIGNATURA

- ✓ Asistencia a el 80% como mínimo de las clases
- ✓ .Aprobar con 7 (siete) puntos como mínimo, los dos parciales previstos y oportunamente fijados. Podrá recuperar un solo parcial siempre que haya obtenido una nota de 5 o más Presentar la carpeta de trabajos prácticos completa.
- ✓ Realizar el análisis de un conjunto de datos, con el software INFOSTAT, aplicando metodología enseñada durante el período lectivo.
- ✓ La inasistencia a parciales será considerado de la misma manera que para regularizar la asignatura.



**CRONOGRAMA DE DICTADO**

Temas	Horas	Semana	Docentes
Análisis de la variancia	4	1	Acosta-Zurita
Diseño experimental	12	2, 3 y 4	Acosta-Zurita
Experimentos factoriales	8	5 y 6	Acosta-Zurita
Parcial	4	7	Acosta-Zurita
Regresión lineal simple, múltiple y no lineal	8	8, y 9	Acosta-Zurita
Estadística no paramétrica	4	10	Acosta-Zurita
Análisis multivariado.	14	11, 12, 13, y 14	Acosta-Zurita
Taller integrador	2	14	Acosta-Zurita
Parcial	4	15	Acosta-Zurita