



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

***Planificación que responde la aprobada mediante Resolución CD FCF N° 158/06***

***Adherida al régimen promocional mediante Resol. CD FCF N° 159/06***

**CARRERA: Ingeniería Forestal.**

**PLAN DE ESTUDIOS: 2003**

**ASIGNATURA OPTATIVA: ESTADÍSTICA EXPERIMENTAL**

**AÑO ACADÉMICO: 2015**

**UBICACIÓN:** 4° año Segundo semestre

**CORRELATIVA ANTERIOR:** Estadística Forestal

**CORRELATIVA POSTERIOR:**

**CARGA HORARIA:** 6 horas teórico-prácticas por semana,  
durante 15 semanas. Total horas: 90 h

**EQUIPO DOCENTE:**

Prof. Adj. Ing.Ftal. Marcia M.Acosta

Ayde. de 1ra. Ing. Ftal. Cecilia Zurita

**OBJETIVOS GENERALES**

Que el estudiante:

- Conozca los procedimientos de la Estadística Inferencial que se aplican a la experimentación e investigación en las ciencias forestales.
- Adquiera habilidad en la utilización de software estadísticos y en la interpretación de sus salidas.



## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Que el estudiante adquiera:

Conocimiento para la diferenciación de los modelos básicos.

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 forestal

Conocimiento acerca del uso de los experimentos factoriales para el diseño de los tratamientos a estudiar.

Habilidad para el análisis de la variancia en el estudio de dos o más factores.

Conocimiento acerca del uso de los diseños en parcelas divididas, en bloques incompletos y su aplicación en la experimentación forestal.

Habilidad en el cálculo del análisis de la variancia de estos diseños.

Conocimientos de las técnicas de regresión aplicadas al estudio y estimación de relaciones funcionales de uso en la práctica forestal.

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 la práctica forestal.

Capacidad para ajustar a modelos no lineales como curvas de crecimiento y curvas de calidad de sitio.

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.



## **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**

Análisis de la variancia. Concepto. Medida y composición de la variabilidad total. Principios básicos del análisis de la variancia con uno o dos factores conocidos. Componentes de la suma de cuadrados total. Descomposición de los grados de libertad. Prueba de significación del análisis de la variancia: Prueba de "F". El modelo lineal aditivo. Supuestos y pruebas de su cumplimiento. Modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios

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.

### **Tema II . DISEÑO EXPERIMENTAL**

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.

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.

Transformaciones de la variable.

### **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. DISEÑO EN PARCELAS DIVIDIDAS**

Parcelas Divididas. Características Generales. Modelo lineal. Análisis de la variancia y contrastes de medias aritméticas

### **Tema V. DISEÑO EN BLOQUE INCOMPLETOS**

Características Generales. Bloque incompletos balanceados. Bloque incompletos parcialmente balanceados. Análisis del diseño. Ventajas y limitaciones.

### **Tema VI. REGRESIÓN y CORRELACIÓN**



Regresión lineal simple. Modelo de la regresión lineal simple. Revisión de conceptos. 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. 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

### **Tema VII. REGRESIÓN NO LINEAL**

Conceptos básicos. Modelos exponenciales. Ajuste a Curvas de crecimiento. Curvas de calidad de sitio.

### **Tema VIII. ANÁLISIS DE LA COVARIANCIA**

Conceptos generales. Usos. Modelos y supuestos para la covariancia. Ejemplos de aplicación. Consecuencias prácticas del análisis de la covariancia.

### **Tema IX. 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. Tablas de contingencia. Pruebas de independencia y homogeneidad de proporciones con  $\chi^2$ .

### **Tema X. NOCIONES DE 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.

**Trabajo Práctico 3:** Diseño en cuadrado latino

**Trabajo Práctico 4:** Experimentos Factoriales

**Trabajo Práctico 5:** Diseños con parcelas divididas

**Trabajo Práctico 6:** Regresión y correlación lineal simple

**Trabajo Práctico 7:** Regresión y correlación lineal múltiple.

**Trabajo Práctico 8:** El uso de transformaciones para lograr modelos lineales.

**Trabajo Práctico 9:** Análisis de la covariancia

**Trabajo Práctico 10:** Estadística No Paramétrica.

**Trabajo Práctico 11:** Análisis multivariado

## Programa de examen

### Bolilla 1

Regresión lineal simple. Modelo de la regresión lineal simple. 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. 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

Análisis de la variancia. Concepto. Medida y composición de la variabilidad total. Principios básicos del análisis de la variancia con uno o dos factores conocidos. Componentes de la suma de cuadrados total. Descomposición de los grados de libertad. Prueba de significación del análisis de la variancia: Prueba de "F". 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  
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.

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.

Tablas de contingencia. Pruebas de independencia y homogeneidad de proporciones con  $\chi^2$ .

### Bolilla 4

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

Parcelas Divididas. Características Generales. Modelo lineal. Análisis de la variancia y contrastes de medias aritméticas

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

### Bolilla 5

Correlación múltiple. Concepto. Coeficiente de correlación lineal múltiple y su significación estadística. Coeficientes de correlación parcial. Prueba de significación

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).

#### Bolilla 6

Análisis de la variancia en la regresión. Concepto. Descomposición de la suma de cuadrados y grados de libertad totales. Prueba de "F".

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

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.

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

#### Bolilla 7

Conceptos básicos. Modelos exponenciales. Ajuste a Curvas de crecimiento. Curvas de calidad de sitio.

Análisis de la covariancia. Conceptos generales. Usos. Modelos y supuestos para la covariancia. Ejemplos de aplicación. Consecuencias prácticas del análisis de la covariancia.

Tablas de contingencia. Pruebas de independencia y homogeneidad de proporciones con  $\chi^2$ .

#### Bolilla 8

Regresión. Concepto. Regresión lineal simple. Modelo de la regresión lineal simple. Cálculo de los estimadores de los coeficientes mediante el método de mínimos cuadrados. Prueba de significación del coeficiente de regresión lineal simple. Estimación de "y" en función de "x" por punto y por intervalo.

Diseño en bloques incompletos. Características Generales. Bloque incompletos balanceados. Bloque incompletos parcialmente balanceados. Análisis del diseño. Ventajas y limitaciones.

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



### **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.
- Montgomery Douglas. 1991. "Diseño y análisis de experimentos". Grupo Editorial Iberoamérica.
- Pimentel Gomes, Federico. 1978. "Curso de Estadística Experimental". Editorial Hemisferio Sur.
- Robles C., Benítez, Celia de. 1985."Apunte de cátedra de Estadística Experimental"
- 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	6	1	Acosta-Zurita
Diseño experimental	12	2 y 3	Acosta-Zurita
Experimentos factoriales	9	4 y 5	Acosta-Zurita
Diseños en parcelas divididas	6	5 y 6	Acosta-Zurita
Parcial	3	6	Acosta-Zurita
Bloques incompletos	6	7	Acosta-Zurita
Regresión lineal simple y lineal múltiple	12	9	Acosta-Zurita
Regresión no lineal.	6	10	Acosta-Zurita
Análisis de covariancia	9	11 y 12	Acosta-Zurita
Estadística no paramétrica	12	12,13 y 14	Acosta-Zurita
Parcial	3	14	Acosta-Zurita
Nociones de análisis multivariado.	6	15	Acosta-Zurita