

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**Curso de Posgrado**

**APLICACIONES DE MODELOS MIXTOS**

**Responsable: Dra. Mónica Balzarini<sup>1</sup>**

**Marzo de 2013**

---

<sup>1</sup> Prof. Ordinario Exclusiva de la Cátedra de Estadística y Biometría de la Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNC e investigadora del CONICET. Email: mbalzari@agro.uncor.edu



## **CURSO DE POSGRADO: APLICACIONES DE MODELOS MIXTOS**

**Profesora: Dra. Mónica Balzarini**

**Duración: 40 horas**

**Créditos: 4 (cuatro)**

**Costo:** \$ 300 para doctorandos en Ciencias Forestales (UNSE-FCF), y \$ 400 externos.

### **Fundamentación**

En este curso-taller se prevé generar espacios de trabajo y discusión relacionados a la modelación contemporánea de datos experimentales en el marco de los modelos mixtos lineales y no-lineales. La investigación comúnmente involucra situaciones donde es difícil utilizar los modelos lineales clásicos del análisis de varianza y regresión porque no se cumplen los supuestos de independencia, normalidad, igualdad de varianzas e incluso linealidad. La modelación de datos experimentales desde el marco teórico de los modelos lineales y generalizados mixtos brinda la posibilidad de analizar datos con estructuras de dependencia, desbalances y falta de normalidad. Estos permiten relajar los supuestos tradicionales y modelar, de manera flexible, complicadas estructuras de datos. Existen muchos beneficios que pueden ser obtenidos desde el uso de modelos mixtos. En algunas situaciones se incrementa la precisión de las estimaciones. En otras, se amplía el espacio de inferencia y se comprende mejor la estructura de los datos. El sistema de análisis estadístico SAS posee nuevos procedimientos para el uso de modelos mixtos de diversos tipos. En base a este recurso computacional se ofrece el presente taller de análisis avanzado de datos en el contexto de los Modelos Mixtos. Los ejemplos tratados están primariamente relacionados al área Forestal.

### **Objetivos**

- Capacitar estudiantes de posgrado en Ciencias Forestales en tecnologías para la modelación estadística contemporánea de datos experimentales.
- Ilustrar diversidad de aplicaciones de modelos mixtos lineales y no-lineales y desarrollar destrezas en la formulación y aplicación de los mismos mediante la modalidad de análisis de casos y el debate sobre diferentes enfoques e interpretaciones para cada uno.
- Desarrollar destrezas para comunicar resultados científicos con la terminología estadística apropiada.
- Capacitar en el empleo del software estadístico SAS versión 9, Procedimientos MIXED y NLMIXED.

### **Contenidos**

#### **1 Ejemplos de Motivación**

- 1.1 Medida Repetidas / Datos Longitudinales
- 1.2 Curvas de Crecimiento
- 1.3 Experimentos Multi-ambientales
- 1.4 Correlación Espacial

#### **2 Introducción**

- 2.1 Modelos de Efectos Mixtos Lineal General / Conceptos Generales
- 2.2 Modelos Marginales versus Modelos Sujetos Específicos
- 2.3 Modelos para la Estructura de Covarianza Residual
- 2.4 Estimación de Co-Varianzas en Poblaciones Normales



2.6 Inferencia sobre Efectos Aleatorios. Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP).

2.5 Criterios de Bondad de Ajuste

### **3 Modelación de Datos Normales**

3.1 Modelos para Datos Longitudinales. Aplicaciones en Ciencias Forestales.

3.2 Modelos Lineales para Curvas de Crecimiento. Aplicaciones en Ciencias Forestales.

3.3 Modelos de Correlación Espacial. Interpretación en términos de Correlogramas.

### **4 Modelación de Datos No-Normales y/o No-Lineales**

4.1 Modelo Lineal Generalizado Mixto. Ingredientes claves.

4.2 Aplicaciones a Casos de Respuestas Discretas: proporciones y conteos. Énfasis en epidemiología.

4.3 Modelo No Lineal de Curvas de Crecimiento con Coeficientes Aleatorios.

4.4. Modelo Lineal Generalizado Poisson con Efectos Aleatorios.

### **Modalidad de trabajo**

Presencial. Clases Teóricas alternadas con actividades tutoriales con computadora.

### **Evaluación**

Sumativa e Integradora. Aptitudinal por nivel de participación durante el curso más calificación de la exposición de la práctica.

### **Material Didáctico**

InfoStat (2008). InfoStat Profesional. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

### **Bibliografía relacionada**

- Balzarini, M., Macchiavelli, R. y Casanoves, F. (2005). Aplicaciones de Modelos Mixtos en Agricultura y Forestería. Notas de Clase Curso de Posgrado CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Brown, H., and Prescott, R. (2004). Applied Mixed Models in Medicine. New-York: John Wiley & Sons.
- Diggle, P.J., Heagerty, P.J., Liang, K.Y. and Zeger, S.L. (2002). Analysis of Longitudinal Data. (2nd edition). Oxford: Oxford University Press.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W. W., and Wolfinger, R.D. (1996). SAS System for Mixed Models. SAS Institute, Inc.
- McCullagh, P. and Nelder, J.A. (1989). Generalized Linear Models (second edition). London: Chapman and Hall.
- McCulloch, P. and Searle, S.R. (2001). Generalized Linear and Mixed Models. New-York: John Wiley & Sons.
- Searle, S.R., Casella, G., and McCulloch, C.E. (1992). Variance Components. New-York: John Wiley & Sons.
- Schabenberger, O. y Pierce, F. (2002). Contemporary Statistical Models for the Plant and Soil Sciences. Taylor and Francis. CRC Press, 738 pp.
- Verbeke, G. and Molenberghs, G. (2000). Linear Mixed Models for Longitudinal Data. Springer Series in Statistics. New-York: Springer-Verlag.

