

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE**



Curso de Postgrado

**APLICACIONES DE MODELOS MIXTOS**

**Docentes**

Dra. Ing. Dolores Del Brio

Mg. Ing. Valentín Tassile

Villa Regina

2024

# APLICACIONES DE MODELOS MIXTOS

## FUNDAMENTACIÓN

Los modelos lineales mixtos representan una herramienta estadística valiosa cuando los datos experimentales no se ajustan a los supuestos de los modelos lineales clásicos. Al incorporar efectos fijos y aleatorios, estos modelos pueden manejar la dependencia entre observaciones, así como la heterogeneidad en las varianzas. Esto es especialmente útil en estudios longitudinales, donde las mediciones repetidas en los mismos sujetos introducen correlaciones naturales. Además, los modelos mixtos ofrecen flexibilidad para modelar diferentes niveles de agrupación en los datos, como pueden ser pacientes dentro de hospitales o estudiantes dentro de escuelas. El uso de software como R, a través de interfaces como INFOSTAT y NAVURE, facilitan la implementación de estos modelos, permitiendo a los investigadores realizar análisis más robustos y obtener inferencias más precisas sobre sus datos experimentales.

## OBJETIVOS

**General:** Profundizar en la comprensión de modelos mixtos mediante el estudio de casos prácticos y el análisis con software estadístico especializado.

### Específicos:

- Conceptualizar la modelación estadística en modelos mixtos, detallando los diferentes tipos y sus aplicaciones prácticas.
- Ilustrar la versatilidad de los modelos mixtos a través del estudio de casos, promoviendo el debate sobre las distintas metodologías e interpretaciones.
- Crear un foro de discusión para que los participantes intercambien conocimientos y reconozcan cuándo es beneficioso aplicar análisis de modelos mixtos.
- Fomentar el desarrollo de habilidades comunicativas para presentar resultados científicos con precisión y claridad, utilizando la terminología adecuada.

## DURACIÓN

- La duración es de 60 hs en modalidad presencialidad virtual.

## PROGRAMA

### UNIDAD I: EJEMPLOS DE MOTIVACIÓN

Medidas repetidas. Curvas de Crecimiento. Experimentos Multi-ambientales. Correlación Espacial

### UNIDAD II: INTRODUCCIÓN

Modelos de Efectos Mixtos Lineal General. Modelos Marginales versus Modelos Sujetos Específicos. Modelos para la Estructura de Covarianza Residual. Estimación de Co-Varianzas en Poblaciones Normales. Estimación Máximo Verosímil. Método de Estimación de Máxima Verosimilitud Restringida. Test de la razón de verosimilitud. Inferencias para el modelo marginal. Inferencia sobre Efectos Aleatorios. Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP). Criterios de Bondad de Ajuste.

### UNIDAD III: MODELOS CON VARIABLES NORMALES

Modelos para Datos Longitudinales. Modelos Lineales para Curvas de Crecimiento. Modelos de Correlación Espacial. Interpretación en términos de Correlogramas. Aplicaciones.

## **REQUISITOS PREVIOS**

Se requieren conocimientos de estadística descriptiva, distribuciones de probabilidad, intervalos de confianza, docimasia de hipótesis, correlación, regresión lineal y análisis de la varianza. En los últimos dos temas descritos, el conocimiento de modelos lineales necesario comprende los supuestos distribucionales y la inferencia necesaria. Es necesario tener computadora con el software R e INFOSTAT o NAVURE instalado.

Es requisito indispensable para el cursado de la materia, contar con buen ancho de banda de internet, tener acceso con micrófono y cámara; y se deberán conectar identificándose con nombre y apellido. En caso de no contar con internet, la FACTA pone a disposición sus recursos informáticos en forma gratuita.

## **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE**

El curso tendrá una duración total de 60 hs. El dictado de la materia será en modalidad presencialidad virtual (sincrónica), permitiendo a los estudiantes acceder a una educación de calidad sin importar su ubicación geográfica. Esta modalidad está diseñada para proporcionar una experiencia educativa flexible, interactiva y altamente enriquecedora, manteniendo el rigor académico y la interacción cercana con el cuerpo docente.

Las clases se impartirán en tiempo real a través de la plataforma Zoom de la FACTA permitiendo la participación activa de los estudiantes. La duración máxima será de 2 hs con pausa a los 50 min. Las sesiones incluirán presentaciones, discusiones, y actividades con la posibilidad de interactuar directamente con los profesores y compañeros de clase. No serán meramente clases magistrales, sino que se utilizarán diferentes recursos didácticos tales como: estudios de caso, explicaciones del equipo docente de las propuestas de actividades prácticas y de evaluación, puestas en común por parte de los estudiantes de avances en actividades prácticas y de evaluación, entre otras.

Los alumnos dispondrán de una amplia variedad de recursos digitales, incluyendo presentaciones, lecturas, y casos de estudio los cuales estarán disponibles en una plataforma de aprendizaje PEDCO accesible 24/7, permitiendo a los estudiantes estudiar a su propio ritmo, ya que los encuentros serán grabados y quedarán a disposición. Los días y horarios establecidos para las diferentes actividades respetarán el cronograma aprobado por el Comité Académico y se mantendrán a lo largo de la cursada. A fin de facilitar la participación de estudiantes, los encuentros sincrónicos se podrán distribuir durante varias semanas en horarios vespertinos y/o utilizando los sábados.

Se registrará asistencia en las actividades mediante formulario online con acceso para los estudiantes.

## **PLAN DE ACTIVIDADES**

El curso se desarrollara durante 12 semanas. Se realizarán 2 encuentros sincrónicos quincenales de 2 h de duración, (2 encuentros por semana, intercalando una semana con clases y otra sin clases). Los encuentros en línea serán de carácter teórico en sala virtual. Al finalizar cada clase de teoría, los docentes permanecerán en línea durante una hora más para que los alumnos realicen las prácticas propuestas (36 hs). Después de cada propuesta sincrónica habrá material asíncrono adicional (Videos-Tutoriales-Actividades-Ejercitación) que los alumnos deberán ir realizando (14hs). Además, se considerarán 10 h destinadas al trabajo final.

## CRONOGRAMA:

Fecha	Tema
17 de octubre	Introducción y Ejemplos de Motivación
18 de octubre	Modelo Lineal
31 de octubre	Aplicaciones del Modelo Lineal
01 de noviembre	Modelo Lineal de Efectos Aleatorios
14 de noviembre	Modelos Lineal de Efectos Mixtos
15 de noviembre	Aplicaciones en Datos de Multinivel
28 de noviembre	Aplicación en Datos Longitudinales
29 de noviembre	Presentación Temas Trabajo Final
05 de diciembre	Inferencia de Modelos Mixtos
06 de diciembre	Resolución de Ejercicios
A determinar	Consultas Trabajo Final
A determinar	Trabajo Final

## ACREDITACIÓN

Para obtener la acreditación del curso se requerirá:

- Haber asistido a por lo menos el 80% de las clases programadas.
- Aprobar la presentación oral y escrita de un trabajo final grupal que utilice datos preferentemente de alguno de sus ámbitos de trabajo.
- Aprobar individualmente un cuestionario escrito final sobre aspectos teóricos- conceptuales.

La calificación final será un promedio ponderado de ambas actividades evaluadas.

## BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Los recursos bibliográficos físicos a utilizar en la asignatura estarán disponibles en la Biblioteca de FACTA. Los recursos bibliográficos digitales a utilizar en la asignatura estarán disponibles en PEDCO.

Agresti A. 2015. Foundations of Linear and Generalized Linear Models. Wiley

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzales, L.; Tablada, E.; Robledo, C. (2012). InfoStat, versión 2012. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Di Rienzo, J.A; Machiavelli, R. E; Casanoves, F. (2010). Mixed Models in InfoStat. Electronic edition. Pinheiro J.C., Bates D.M. 2004. Mixed-Effects Models in S and S-PLUS. Springer, New York. Zuur, A., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., Smith, G.M. 2009. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. Springer, New York.

Zuur AF, Hilbe JM and Ieno EN. 2013. Beginner's Guide to GLM and GLMM with R . Highland Statistics Ltd