



## PROGRAMA PARA CURSOS

**DENOMINACIÓN DEL CURSO:** Modelos Lineales Mixtos usando R

**AÑO ACADÉMICO:** 2025

**CARRERA:** DOCTORADO EN BIOLOGÍA

Plan de Estudios Ord. N° 556/86, Modif. 557/10 y 807/17

**DOCENTE/S A CARGO:** Gilda Garibotti, Alejandra Arroyo

**DOCENTE/S AUXILIAR/ES:**

**MODALIDAD:** Presencialidad virtual (mediada por tecnologías): se desarrolla en entornos virtuales institucionales a través de encuentros sincrónicos.

**FECHA PROPUESTA:** 19/08/2025 al 18/09/2025

**DESTINATARIOS:** Estudiantes de doctorados e investigadores que requieran aplicar inferencia estadística a partir de modelos lineales.

**FUNDAMENTACIÓN:** Los modelos lineales son unas de las técnicas más utilizadas para hacer inferencia estadística. Para que la inferencia sea válida el conjunto de datos debe cumplir ciertas condiciones, que en la práctica pueden no satisfacerse. Los modelos lineales de efectos mixtos permiten flexibilizar dichas condiciones modelando correlaciones y/o varianzas heterogéneas ampliando la posibilidad de aplicación a un mayor número de conjuntos de datos como por ejemplo los generados por mediciones repetidas en el tiempo o varias mediciones sobre un mismo individuo. El paquete estadístico R es un paquete de distribución gratuita que permite ajustar, entre muchos otros, modelos lineales de efectos mixtos. R está ampliamente difundido en diversas áreas de investigación siendo uno de los programas de análisis estadístico de datos de referencia. En general, las tesis de postgrado requieren análisis estadísticos específicos, que pueden no estar abordados durante los cursos de Estadística de grado, este curso brinda una herramienta más para abordar el análisis de datos generados en investigaciones de diversas áreas.

**OBJETIVOS:** El objetivo general del curso es que los estudiantes conozcan los modelos lineales mixtos y aprendan a identificar el modelo apropiado para un determinado contexto, a ajustarlos utilizando el paquete estadístico R y a interpretar el ajuste en términos de situaciones específicas.

**PROGRAMA ANALÍTICO:** Modelo Lineal General de Efectos Fijos: Regresión lineal, Análisis de la Varianza y Análisis de la Covarianza. Condiciones para la inferencia. Aplicaciones con R



Modelo Lineal General de Efectos Mixtos: Definición. Estructura. Tipos de Modelos. Matrices de varianza y covarianza G y R.

Modelo Lineal Mixto con efectos aleatorios: Modelación. Verificación de condiciones.

Ejemplo de aplicación con R.

Modelo Lineal Mixto con varianzas heterogéneas: Modelación. Verificación de condiciones.

Ejemplo de aplicación con R.

Modelo Lineal Mixto con coeficientes aleatorios: Modelación. Verificación de condiciones.

Ejemplo de aplicación con R.

Modelo Lineal Mixto para datos Longitudinales: Modelación. Verificación de condiciones.

Ejemplo de aplicación con R.

**ACTIVIDAD PRÁCTICA / SALIDA DE CAMPO:** No hay salidas de campo. Los ejercicios (actividades prácticas) se realizan durante cada clase de manera individual con puesta en común.

Las clases serán Teórico-Prácticas. Horario: martes y jueves de 8:00 a 12:00 hs.

Presentación de los trabajos de evaluación: jueves 18 de septiembre de 8:00 a 12:00 hs

**EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:** Al finalizar el curso los estudiantes deberán presentar en el análisis de un conjunto de datos de interés de los alumnos utilizando métodos estadísticos aprendidos durante el curso. El trabajo lo realizarán de manera grupal y deberán presentarlo oralmente durante el último encuentro.

Los criterios de evaluación son: Presentación, Explicación del conjunto de datos, Explicitación del objetivo de investigación, Apropia aplicación de los modelos vistos en clase, Adecuada interpretación de resultados.

Se aprueba con un mínimo de 7 puntos.

Acreditación: Asistencia del 90% de las clases y trabajo final aprobado.

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:** Correa Morales, J. C. Salazar Uribe, J.C. 2016. Introducción a los modelos mixtos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela de Estadística.

Galecki, A., & Burzykowski, T. (2013). Linear Mixed-Effects Models Using R. Springer Texts in Statistics. doi:10.1007/978-1-4614-3900-4

Pinheiro, J.C. and Bates, D.M. (2000) Mixed-effects models in S and Splus. Springer.

Verbeke, G. y G. Molenberghs (2000). Linear Mixed Models for Longitudinal Data. New York: Springer.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA U OPTATIVA:**

**APOYO TÉCNICO REQUERIDO:**

**SOPORTE:** PEDCO

**CARGA HORARIA TOTAL:** 40

Horas Asincrónicas:

**SEGUIMIENTO:** El seguimiento del proceso se realiza mediante una planilla de excel a la que tienen acceso las dos docentes a través de Drive. Se anota la asistencia y comentarios de

cada estudiante según el desempeño. Cada ejercicio, luego de un tiempo de trabajo individual, es compartido con el grupo. Las docentes van designando quien muestra la resolución dando el permiso de compartir pantalla. Se toma nota de cada participación. Para la evaluación final se dispone un tiempo de trabajo en grupos (en salas individuales) donde las docentes vamos ingresando para evaluar dudas.

**REQUERIMIENTOS TÉCNICOS:** Se requiere una computadora con el programa R instalado y micrófono.

**METODOLOGÍA:** Las clases son virtuales sincrónicas, con una duración total de 4 hs con un intervalo de 15 minutos en la mitad del tiempo. El abordaje metodológico está diseñado de manera que haya una introducción teórica al tema, seguida de una actividad práctica, en la que los estudiantes deben aplicar lo tratado. Siguiendo un cierto orden, se va solicitando a cada estudiante que responda alguna consigna o muestre su pantalla con el ajuste del ejercicio en R. Todas las consignas y datos están cargadas en el aula PEDCO. De esta manera, se logran clases dinámicas y con alta participación del grupo, haciendo preguntas y mostrando sus propias producciones. Durante todas las clases estamos las dos profesoras participando.

## **CRONOGRAMA:**

### Día 1:

**CONTENIDOS:** Introducción a R

**TIPO DE ACTIVIDAD:** Presentación de ejercicios básicos en R que cada estudiante va realizando individualmente y mostrándolo según se le requiera

### Día 2:

**CONTENIDOS:** Modelo Lineal General: Regresión simple y múltiple

**TIPO DE ACTIVIDAD:** Presentación teórica del tema seguida de ejercicios de aplicación usando R que cada estudiante va realizando individualmente y mostrándolo según se le requiera

### Día 3:

**CONTENIDOS:** Modelo Lineal General: Análisis de la Varianza a un factor y a dos factores de clasificación

**TIPO DE ACTIVIDAD:** Presentación teórica del tema seguida de ejercicios de aplicación usando R que cada estudiante va realizando individualmente y mostrándolo según se le requiera

### Día 4:

**CONTENIDOS:** Modelo Lineal General: Análisis de covarianza /Modelos Lineales Mixtos: Conceptos Generales.

**TIPO DE ACTIVIDAD:** Presentación teórica del tema seguida de ejercicios de aplicación usando R que cada estudiante va realizando individualmente y mostrándolo según se le requiera

Día 5:

**CONTENIDOS:** Modelo Lineal Mixto con efectos aleatorios

**TIPO DE ACTIVIDAD:** Presentación teórica del tema seguida de ejercicios de aplicación usando R que cada estudiante va realizando individualmente y mostrándolo según se le requiera