



**XS-3150: PRINCIPIOS DE DISEÑOS EXPERIMENTALES**  
**PROGRAMA**  
**I SEMESTRE 2023**

<b>Docente:</b>	<b>GRUPO 01</b> Ricardo Alvarado Barrantes.	<b>GRUPO 02</b> Shirley Rojas Salazar.
<b>Correo:</b>	<a href="mailto:estad.ucr@gmail.com">estad.ucr@gmail.com</a>	<a href="mailto:ucrsrs@gmail.com">ucrsrs@gmail.com</a>
<b>Teléfono:</b>	84021263	87737058
<b>Clases:</b>	L-J: 10:00-11:50 am	L-J: 10:00-11:50 am
<b>Consulta:</b>	M: 2:00-4:00 pm	M: 1:00-3:00 pm
<b>Zoom:</b>	<a href="https://udecr.zoom.us/j/86862167699">https://udecr.zoom.us/j/86862167699</a>	<a href="https://udecr.zoom.us/j/88457455681">https://udecr.zoom.us/j/88457455681</a>
<b>Materiales:</b>	<a href="https://www.dropbox.com/sh/xsi7h0vjld2miys/AADS7_5nnwgo_R58wYkjtCvza?dl=0">https://www.dropbox.com/sh/xsi7h0vjld2miys/AADS7_5nnwgo_R58wYkjtCvza?dl=0</a>	

### 1. Descripción

En este curso se estudian los principios, usos y análisis de los diseños experimentales básicos. Se estudian los diseños unifactoriales, multifactoriales y de bloques aleatorizados, con la adición de covariables, así como los supuestos que se deben cumplir para la correcta aplicación de los modelos lineales. Además de adquirir conocimientos teóricos, cada estudiante debe aplicar las técnicas, utilizando lenguajes de programación estadística, y también debe realizar un trabajo de investigación que se lleva a cabo con una situación real, al lado de una persona profesional experta del área de aplicación. También se hace un estudio con simulaciones para analizar la potencia de las pruebas bajo diferentes condiciones.

- **Requisitos:** **XS-2110 Métodos estadísticos y XS-2130 Modelos de Regresión Aplicados.**
- **Correquisitos:** Ninguno.
- **Horas:** 4 horas semanales (2 de teoría y 2 de práctica).
- **Créditos:** 4

### 2. Objetivo General

Aplicar los elementos requeridos para ejecutar adecuadamente el planeamiento, la conducción y el análisis de un diseño experimental que permita la obtención de conclusiones válidas

### 3. Objetivos Específicos

Al finalizar el curso el estudiante tendrá criterio y conocimiento básico para:

- Identificar las diferentes maneras de agrupar las unidades experimentales y de asignar los tratamientos aleatoriamente para planear un experimento de forma válida.
- Aplicar el concepto de interacción entre dos o tres factores y las restricciones que implica





la presencia de interacción para una interpretación adecuada de los resultados.

- Evaluar la utilidad de medir variables adicionales dentro de un diseño experimental para la reducción del error.
- Establecer el cumplimiento de los supuestos de los modelos lineales para analizar adecuadamente los datos.
- Aplicar el concepto de potencia de una prueba estadística en el contexto de un experimento para la determinación del número de réplicas necesarias en el diseño de un experimento o la evaluación de la potencia de un experimento ya realizado.

#### 4. Contenidos

##### I. Diseños con un solo factor.

- 1.1 Principios del diseño experimental:
  - a. Elementos: unidad experimental, factor, tratamiento.
  - b. Diseños experimentales y cuasi-experimentales.
  - c. Hipótesis del diseño de un factor.
  - d. Tipos de error.
- 1.2 Diseño irrestricto aleatorio:
  - a. Error experimental y medición de la variabilidad del error.
  - b. Modelo lineal.
  - c. Análisis de varianza.
- 1.3 Consideraciones en el diseño:
  - a. Tipos de diseño.
  - b. Aleatorización.
  - c. Medición.
- 1.4 Estimaciones de medias y efectos:
  - a. Contrastes.
  - b. Intervalos simultáneos: Bonferroni.
  - c. Comparaciones múltiples: Tukey y Dunnet.

##### II. Arreglos factoriales.

- 2.1 Factores nominales y variable explicativa continua.
- 2.2 El modelo de dos factores sin interacciones.
- 2.3 El modelo de dos factores con interacciones.
- 2.4 Representación gráfica para analizar interacciones.
- 2.5 El análisis de varianza en el diseño factorial.
- 2.6 Efecto sobre la variabilidad del error al agregar o eliminar factores.
- 2.7 Estimación de parámetros.
- 2.8 El diseño factorial general.
- 2.9 Confusión de factores.





**III: Diseños de bloques aleatorizados.**

- 3.1 Concepto de bloque: representación gráfica para analizar el efecto de bloques.
- 3.2 Análisis: un factor en bloques, combinación de bloques con un diseño factorial, modelos mixtos (mención).
- 3.3 Situaciones particulares: observaciones perdidas, bloques incompletos, parcelas divididas.

**IV: Supuestos y métodos alternativos.**

- 4.1 Verificación de los supuestos del modelo: independencia de los errores, normalidad, homocedasticidad.
- 4.2 Soluciones ante violaciones de los supuestos: transformaciones, modelos lineales generalizados (mención), mínimos cuadrados ponderados, bootstrap, métodos no-paramétricos.

**V: Potencia o poder de la prueba.**

- 5.1 La importancia de la magnitud detectada por la prueba.
- 5.2 La potencia de una prueba realizada – control del error tipo II.
- 5.3 Determinación del tamaño de muestra.
- 5.4 Potencia con diferentes diseños (factoriales, bloques).

**VI: Análisis con variables continuas.**

- 6.1 Factores nominales, variables explicativas continuas, covariables.
- 6.2 Análisis: modelo lineal, comparaciones, interacciones.





### 5. Metodología

El curso es teórico-práctico y exige el uso frecuente de la computadora. Se espera que el estudiante aprenda los fundamentos teóricos de los diseños experimentales y que aplique las técnicas a archivos de datos utilizando lenguajes de programación estadística. Se propone una combinación de actividades, tales como:

1. Presentaciones teóricas: lecciones por parte del docente donde se explican los conceptos y sus aplicaciones.
2. Ejercicios en clase para que las sesiones sean activas.
3. Laboratorios: sesiones estructuradas con ejercicios sobre los contenidos desarrollados en las clases teóricas con solución disponible. Durante las sesiones de laboratorio se utilizan lenguajes de programación (por ejemplo, R).
4. Prácticas: ejercicios fuera de clase que incluyen aplicaciones con datos para ser analizados, así como interpretaciones de los resultados.
5. Desarrollo de una investigación: incluye contactar a una persona experta en algún campo de interés, plantear objetivos y diseño, ejecución, escritura de artículo científico y presentación oral de resultados.
6. Estudio de simulación: en este trabajo se plantea un objetivo metodológico de la estadística relacionado con la potencia, supuestos u otros temas que puedan estudiarse mediante el planteamiento de escenarios simulados.
7. Taller de escritura de artículos: se organiza un taller impartido por una persona profesional en filología.

### 6. Evaluación

Evaluación formativa: es un proceso permanente y sistemático en el que se recoge y analiza información para conocer y valorar los procesos de aprendizaje y los niveles de avance en el desarrollo de las competencias.

- Se realizarán ejercicios de comprobación en cada clase, así como llamadas orales para comprender si el estudiantado está comprendiendo los contenidos del curso.

Evaluación sumativa: son herramientas que tienen como función determinar el grado de consecución que el estudiantado ha obtenido en relación con los objetivos fijados en el curso y conllevan una calificación que se otorga al final del curso.

- Se realizarán tres exámenes parciales que tendrán un valor total de 60%.
- Los estudiantes deberán presentar un artículo escrito en grupos, basado en simulaciones con situaciones hipotéticas que resulten de interés. El artículo deberá seguir los lineamientos establecidos por la Revista Serengeti, con un máximo de extensión de 8 páginas y una presentación de los resultados de la simulación.
- Los estudiantes deberán presentar un artículo del análisis de un diseño experimental más completo, con datos recolectados en grupos. El artículo deberá seguir los lineamientos establecidos por la Revista Serengeti, con un máximo de extensión de 12 páginas.
- Se asignarán trabajos cortos que se presentarán en forma de reportes o ensayos.

Examen I – Cap. I	20%
Examen II – Caps. II-III	20%
Examen II – Caps. IV-V	20%
Trabajo simulación	15%
Artículo experimento	20%
Trabajos adicionales	5%





## 7. Cronograma

	Módulo	L	J	Actividad
MAR	I. Diseños con un solo factor	13		
			16	
		20		Reporte de actividad 2
			23	
		27		
ABRIL	II. Diseños factoriales		3	SEMANA SANTA
			6	
			10	FERIADO
			13	
		17		Anteproyecto / Taller de escritura de artículos(*)
MAYO	III. Diseños de bloques	20		Examen No.1
		24		
			1	FERIADO
			4	
			8	
			11	
		15		
			18	
		22		
		25		
JUNIO	IV. Supuestos y métodos alternativos	29		
			1	
	V. Potencia	5		
			8	Examen No.2
	VI. Análisis con variables continuas	12		
		15		
JULIO		19		
		22		Idea para trabajo de simulación
		26		
			29	Artículo
		3		
			6	Examen No.3
		10		
			13	Simulación

(\*) El taller de escritura de artículos será fuera de horario de clases





## 8. Referencias bibliográficas

- Alvarado-Barrantes, R. (2020). *Guía para el análisis de experimentos estadísticos usando R*. Manuscrito no publicado.

**COPIA DIGITAL**

- Alvarado-Barrantes, R. (2019). XS-3170 *Aplicaciones de diseños experimentales: manual de laboratorio*.

**SIGNATURA SIBDI: 001.434 A444x**

- Box, G.E.P., W.G.Hunter y J.S.Hunter. (2008). *Estadística para investigadores. Diseño, Investigación y Descubrimiento (2da. ed)*. Barcelona, España: Reverté.

**SIGNATURA SIBDI: 001.422 B788es2**

- Dean, A. y Voss, D. (1999). *Design and Analysis of Experiments*. New York, EU: Springer-Verlag.

**COPIA DIGITAL**

- Huntington-Klein, N. (2021). *The Effect. An Introduction to Research Design and Causality*. (1st ed.). CRC Press. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/3051027/the-effect-pdf>.

- Lawson, J. (2014). *Design and Analysis of Experiments with R*. CRC Press.  
<https://books.google.co.cr/books?id=TOxMBgAAQBAJ>

- Montgomery, D.C. (2005). *Diseño y análisis de experimentos (2da. Ed)*. Cdad México, México: Limusa.

**SIGNATURA SIBDI: 001.434 M787d2 2005**

- Wu, C. F. J., & Hamada, M. S. (2021). *Experiments: Planning, Analysis, and Optimization*. Wiley. <https://books.google.co.cr/books?id=LZEOEAAAQBAJ>