

CARTA AL ESTUDIANTE
XS3150 Diseño de Experimentos
II semestre 2025

Características del curso

Horas:	2 teoría y 2 práctica
Créditos:	4
Requisitos:	MA1004 Álgebra Lineal, XS1130 Principios de Inferencia Estadística
Correquisitos:	XS0122 Modelos Probabilísticos I (Equiv. XS2310), XS0129 Programación para Estadística I (Equiv. XS2210)
Horario:	L: 10:00-11:50 am (442 AU); J: 10:00-11:50 am (108 AU)
Modalidad:	Presencial
Plataforma:	Mediación virtual (bajo virtual)
Docente:	Shirley Rojas Salazar (shirleyelena.rojas@ucr.ac.cr)
Consulta:	M: 9:00 -11:00 am virtual: https://udecr.zoom.us/j/88457455681

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.

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.

Objetivos específicos

Al finalizar el curso el/la estudiante estará en la capacidad de:

1. Identificar las diferentes maneras de agrupar las unidades experimentales y de asignar los tratamientos aleatoriamente para planear un experimento de forma válida.
2. 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.
3. Evaluar la utilidad de medir variables adicionales dentro de un diseño experimental para la reducción del error.
4. Establecer el cumplimiento de los supuestos de los modelos lineales para analizar adecuadamente los datos.
5. 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.

Habilidades y conocimientos (perfil de salida)

Habilidades	Conocimientos
HE01 - Identificar y aplicar modelos estadísticos apropiados según el problema de investigación	CE01 - Conocimientos avanzados de técnicas clásicas y modernas de análisis de datos univariados y multivariados para comprender los fenómenos en diferentes áreas del conocimiento CE02 - Aplicación de modelos estadísticos a problemas de diversas áreas del conocimiento
HE05 - Simular diversos fenómenos mediante modelos estadísticos usando escenarios asociados a condiciones experimentales u observacionales	CE09 - Conocimientos básicos en desarrollo de procesos de simulación de escenarios estadísticos
HT01 - Capturar, visualizar, procesar y analizar datos estructurados y no estructurados	CT05 - Conocimientos intermedios en herramientas informáticas de visualización (ej: Shiny, Power BI y Tableau)
HI01 - Identificar y aplicar metodologías y diseños de investigación adecuados	CI01 - Conocimientos avanzados en los diferentes tipos de diseños de estudios experimentales, cuasiexperimentales, por muestreo y otros observacionales
HI05 - Contextualizar el problema de investigación y los resultados al campo de aplicación HI06 - Aprender elementos del campo de aplicación de forma autónoma HI07 - Comprender artículos científicos tanto de estadística como de disciplinas sustantivas a las cuales aplica la estadística	CI07 - Conocimiento de estrategias de aprendizaje autodidacta CI08 - Conocimientos intermedios de técnicas de lectura (en español e inglés)
HI09 - Identificar fuentes bibliográficas confiables	CI12 - Conocimientos intermedios de citación CI13 - Conocimientos básicos de búsqueda de fuentes bibliográficas (SIBDI)
HC01 - Expresar y transmitir conocimientos técnicos mediante lenguaje adaptado al público meta HC02 - Comunicarse con profesionales de otros campos para entender sus necesidades de información	CC01 - Conocimientos básicos en técnicas para la comunicación oral efectiva
HC03 - Comunicar conceptos técnicos en la escritura formal de un documento académico	CC02 - Conocimientos avanzados de escritura matemática CC03 - Conocimientos avanzados en los aspectos teóricos de las técnicas y modelos estadísticos
HC05 - Comunicar adecuadamente de forma escrita diferentes elementos del quehacer estadístico	CC06 - Conocimientos intermedios de técnicas de escritura de artículos e informes técnicos

Contenidos

1. Diseños con un solo factor:
 - a) Principios del diseño experimental: unidad experimental, factor, tipos de factores, tratamientos, diseños experimentales y cuasiexperimentales, hipótesis del diseño de un factor, tipos de error.
 - b) Análisis: error experimental y medición de la variabilidad del error, un factor con 2 niveles (prueba t con varianzas iguales y diferentes), modelo lineal, análisis de varianza.
 - c) Consideraciones en el diseño: tipos de diseño, aleatorización y causalidad, medición, validez y confiabilidad.
 - d) Estimaciones de medias y efectos: contrastes, comparaciones múltiples, corrección de Bonferroni.
2. Arreglos factoriales:
 - a) Modelo con dos factores: inclusión de interacción, representación gráfica para analizar interacciones.
 - b) Análisis: efecto sobre la variabilidad del error al agregar o eliminar factores, análisis de varianza para verificación de interacciones y efectos principales, estimación de parámetros.
 - c) Diseño factorial general.
 - d) Confusión de factores.
3. Diseños de bloques:
 - a) Concepto de bloque: representación gráfica para analizar el efecto de bloques.
 - b) Análisis: un factor en bloques, combinación de bloques con un diseño factorial, modelos mixtos (mención).
 - c) Situaciones particulares: observaciones perdidas, bloques incompletos, parcelas divididas.
4. Supuestos y métodos alternativos:
 - a) Verificación de los supuestos del modelo: independencia de los errores, normalidad, homocedasticidad.
 - b) Soluciones ante violaciones de los supuestos: transformaciones, modelos lineales generalizados (mención), mínimos cuadrados ponderados, bootstrap, métodos no-paramétricos.

5. Potencia o poder de la prueba:
 - a) La importancia de la magnitud detectada por la prueba.
 - b) La potencia de una prueba realizada – control del error tipo II.
 - c) Determinación del tamaño de muestra.
 - d) Potencia con diferentes diseños (factoriales, bloques).
6. Análisis con variables continuas:
 - a) Factores nominales, variables explicativas continuas, covariables.
 - b) Análisis: modelo lineal, comparaciones, interacciones.

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 utiliza el lenguaje de programación 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.

Evaluación

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

Cronograma

Semana	Mes	Módulo	L	J	Actividad
1	AGO	I. Diseños con un solo factor	11		
				14	
2			18		
				21	
3			25		
				28	
4			1		
				4	
5	SET	II. Arreglos factoriales	8		
				11	
6			15		Feriado
				18	Examen No.1
7			22		
				25	
8			29		
				2	Anteproyecto
9	OCT	III. Diseños de bloques	6		
				9	
10			13		
				16	
11		IV. Supuestos y métodos alternativos	20		
				23	Examen No.2
12			27		
				30	
13	NOV	V. Potencia	3		
				6	
14			10		Idea para trabajo de simulación
				13	
15		VI. Análisis con variables continuas	17		Artículo de experimento
				20	
16			24		
				27	Artículo de simulación
17	DIC		1		
				4	Examen No.3
18			8		
				11	Ampliación

Bibliografía

- Alvarado-Barrantes, R. (2024). *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>

Reglamentación

- La reglamentación sobre sus deberes y derechos como estudiante se encuentra en el **Reglamento de Régimen Académico Estudiantil**
https://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/regimen_academico_estudiantil.pdf
- La reglamentación y sanciones ante fraudes en las evaluaciones o comportamientos anómalos por parte de los y las estudiantes, la pueden encontrar en **Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la Universidad de Costa Rica** https://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/orden_y_disciplina.pdf
- Con el fin de garantizar un espacio libre de violencia y sexismo en el desarrollo de este curso, les recomiendo que revisen **el Reglamento de la Universidad de Costa Rica contra el Hostigamiento Sexual**
https://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/hostigamiento_sexual.pdf