



**XS-3150: PRINCIPIOS DE DISEÑOS EXPERIMENTALES**  
**PROGRAMA**  
**I SEMESTRE 2022**

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| <b>Docente:</b>    | <b>GRUPO 01</b><br>Ricardo Alvarado Barrantes.  | <b>GRUPO 02</b><br>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: 9:00-10:50 am  | L-J: 9:00-10:50 am  |
| <b>Consulta:</b>   | M: 9:00-11:00 am  | M: 1:00-3:00 pm   |
| <b>Zoom:</b>       | <a href="https://udecr.zoom.us/j/85724458222">https://udecr.zoom.us/j/85724458222</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/2qy4sqg2i4qkc4q/AAA7yJoOwJVy98_OrRhclUZQa?dl=0">https://www.dropbox.com/sh/2qy4sqg2i4qkc4q/AAA7yJoOwJVy98_OrRhclUZQa?dl=0</a> |   |

### 1. Descripción

Este es un curso aplicado de diseños experimentales para la carrera de Estadística. En este curso el estudiante se familiariza con los diseños experimentales básicos en sus principios, usos y análisis. Además de los conocimientos teóricos se brinda al estudiante la posibilidad de aplicar los métodos mediante el uso de paquetes estadísticos (principalmente R) en un trabajo de investigación que se lleva a cabo con una situación real y al lado de una persona profesional que funciona como experto del área de aplicación.

- **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

Aprender los pasos requeridos en el planeamiento y conducción adecuados de un experimento para la facilitación del análisis y la obtención de conclusiones válidas.

### 3. Objetivos Específicos

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

- Reconocer los propósitos y alcance de las técnicas y métodos del diseño experimental para su correcta aplicación en la resolución de problemas.
- Identificar las diferentes formas de agrupar las unidades experimentales y de asignarles los tratamientos en forma aleatoria para planear un experimento de forma válida.





- Expresar estadísticamente la variación explicada y no explicada de las respuestas, incluyendo, cuando procede, una descripción del diseño experimental.
- 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 aplicar el análisis adecuado a 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 que ya ha sido realizado.

#### 4. Contenidos

| <b>I. Diseños con un solo factor.</b> |  |
|---------------------------------------|--|
| 1.1                                   | Principios del diseño experimental: <ul style="list-style-type: none"><li>a. Elementos: unidad experimental, factor, tratamiento.</li><li>b. Diseños experimentales y cuasi-experimentales.</li><li>c. Hipótesis del diseño de un factor.</li><li>d. Tipos de error.</li></ul> |
| 1.2                                   | Diseño irrestricto aleatorio: <ul style="list-style-type: none"><li>a. Error experimental y medición de la variabilidad del error.</li><li>b. Modelo teórico del diseño de un factor.</li><li>c. Análisis de variancias.</li></ul>   |
| 1.3                                   | Consideraciones en el diseño: <ul style="list-style-type: none"><li>a. Tipos de diseño.</li><li>b. Aleatorización.</li><li>c. Medición.</li></ul>  |
| 1.4                                   | Estimaciones de medias y efectos: <ul style="list-style-type: none"><li>a. Contrastes.</li><li>b. Intervalos simultáneos: Bonferroni.</li><li>c. Comparaciones múltiples: Tukey y Dunnet.</li></ul>  |
| <b>II. Arreglos factoriales.</b>      |  |
| 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 El concepto de bloques.
- 3.2 Representación gráfica para analizar el efecto de bloques.
- 3.3 El análisis de varianza en el diseño de bloques.
- 3.4 Prueba de la relevancia del uso de los bloques – eficiencia relativa.
- 3.5 Tratamiento de observaciones perdidas.
- 3.6 Verificación de los supuestos en el diseño de bloques.
- 3.7 Combinación de bloques con un diseño factorial.
- 3.8 Bloques incompletos. Análisis de variancia. Estimación de parámetros.

### IV: Predictores continuos y análisis de covariancia.

- 4.1 Predictores nominales y predictores continuos. Necesidad de inclusión de interacciones entre factor nominal y variable explicativa continua.
- 4.2 El análisis de covariancia. Introducción de covariables para controlar el error. Diferencia entre una covariable y un factor continuo a evaluar.

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

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

### VI: Supuestos y métodos alternativos.

- 6.1 Verificación de los supuestos del modelo:
  - a. Independencia de los errores.
  - b. Normalidad.
  - c. Homocedasticidad.
- 6.2 Soluciones ante violaciones de los supuestos:
  - a. Transformaciones.
  - b. Modelos lineales generalizados (mención).
  - c. Mínimos cuadrados ponderados.
  - d. Métodos no-paramétricos
  - e. Otros métodos



### 5. Metodología

- El curso seguirá la modalidad bimodal usando la plataforma Zoom para las lecciones, las cuales serán grabadas, mientras que los exámenes serán presenciales (aula por definir).
- Presentaciones teóricas: se impartirán lecciones magistrales por parte del profesor donde se explicarán los conceptos y sus aplicaciones.
- Laboratorios: se realizarán laboratorios de práctica en R y se darán las soluciones.
- Prácticas: se asignarán ejercicios para asegurar la “puesta en práctica” de los conceptos estudiados. Las tareas incluirán aplicaciones con datos para ser analizados con R así como interpretaciones de los resultados. Estas tareas no serán evaluadas.
- Trabajo de investigación:
  - Los estudiantes presentarán un trabajo de análisis de datos basado en un diseño experimental realizado en alguna de las siguientes áreas de aplicación (Biología, Tecnología de alimentos, Ciencias del movimiento humano, Medicina, etc.). Primero deberán presentar un anteproyecto donde expondrán los objetivos del estudio, el cual será revisado por el profesor. Al final de curso los estudiantes escribirán un artículo donde se describa detalladamente el procedimiento de análisis de los datos recolectados.
- Simulaciones: se realizarán varias simulaciones sobre las cuales deberán presentar reportes y al final del semestre los estudiantes escribirán un artículo sobre un estudio de simulación que permita verificar propiedades estadísticas.

### 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 en Shiny 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        | 28 |         |                                     |
|       |                                      |    | 31      |                                     |
| ABRIL |                                      | 4  |         | Reporte de actividad 2              |
|       |                                      |    | 7       |                                     |
|       |                                      | 11 |         | SEMANA SANTA                        |
|       |                                      |    | 14      |                                     |
|       |                                      | 18 |         |                                     |
|       |                                      |    | 21      |                                     |
|       |                                      | 25 |         |                                     |
|       |                                      | 28 |         | Taller de escritura de artículos(*) |
| MAYO  | II. Diseños factoriales              | 2  |         |                                     |
|       |                                      |    | 5       | Anteproyecto                        |
|       |                                      | 9  |         |                                     |
|       |                                      |    | 12      | Examen No.1                         |
|       |                                      | 16 |         |                                     |
|       |                                      |    | 19      |                                     |
|       |                                      | 23 |         |                                     |
| JUNIO | III. Diseños de bloques              | 26 |         |                                     |
|       |                                      | 30 |         |                                     |
|       |                                      |    | 2       |                                     |
| JUNIO |                                      | 6  |         |                                     |
|       | IV. Covariancia                      | 9  |         |                                     |
|       |                                      | 13 |         |                                     |
|       |                                      |    | 16      | Examen No.2                         |
|       |                                      | 20 |         |                                     |
|       | V. Potencia                          | 23 |         | Taller de Shiny (*)                 |
|       |                                      | 27 |         |                                     |
| JULIO |                                      | 30 |         |                                     |
|       | VI. Supuestos y métodos alternativos | 4  |         |                                     |
|       |                                      | 7  |         | Idea para trabajo de Shiny          |
|       |                                      | 11 |         |                                     |
|       |                                      |    | 14      | Examen No.3                         |
|       |                                      | 18 |         |                                     |
|       |                                      | 21 |         | Artículo                            |
|       | 25                                   |    | FERIADO |                                     |
|       |                                      | 28 | Shiny   |                                     |

(\*) Los talleres de Shiny y escritura de artículos serán 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*.

**BIBLIOTECA CARLOS MONGE ALFARO**

**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.

**BIBLIOTECA CARLOS MONGE ALFARO**

**001.422 B788es2**

Campbell D. y Stanley J. (1973). *Diseños experimentales y cuasi-experimentales en la investigación social*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.

**BIBLIOTECA CARLOS MONGE ALFARO**

**300.182 C187d**

Cochran W.G, G.M.Cox. (1973). *Diseños Experimentales*. Cdad México, México: Trillas.

**BIBLIOTECA LUIS DEMETRIO TINOCO**

**311.2 C668d c.3**

Davies (editor). (1977). *The Design and Analysis of Industrial Experiments*. Longman Group Ltd., London.

**BIBLIOTECA LUIS DEMETRIO TINOCO**

**311.2 D457d2**

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

**COPIA DIGITAL**

Fernández-García, P., Vallejo-Seco, G., Livacic-Rojas, P.E y Tuero Herrero, E. (2014). *Validez estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales*. Anales de Psicología, 30 (2), 756-771.

Kuehl, R.O. (2001). *Diseño de Experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación (2da. ed)*. Cdad México: México: Thomson Learning.

**BIBLIOTECA LUIS DEMETRIO TINOCO**

**001.422 K95d2**

Kutner, M, Nachtsheim, C, Neter, J, Li, William (2005). *Applied Linear Statistical Models*. 5a. ed. WCB, McGraw-Hill.

**BIBLIOTECA LUIS DEMETRIO TINOCO**

**519.536 K97a5**

Meneses, J. (2019). *Introducción al análisis multivariante*. Barcelona, FUOC.

**COPIA DIGITAL**

Milliken, G.A. & Jonson D.E. (1998). *Analysis of Messy Data. Volume I: Designed Experiments (1a. ed. 1a. Reimpresión)*. Boca Raton, EU: Chapman & Hall.

**BIBLIOTECA LUIS DEMETRIO TINOCO**

**519.538 M658a**





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

**BIBLIOTECA CARLOS MONGE ALFARO**

**001.434 M787d2 2005**

Neter et al. (1996). *Applied Linear Statistical Models*. 3ª ed. WCB McGraw-Hill.

**COPIA DIGITAL**

Ramsey, F.L. y D.W. Schafer (2002). *The Statistical Sleuth: A Course in Methods of Data Analysis*. Duxbury, Australia: Thomson Learning.

**COPIA DIGITAL**

Trochim, W.M.K. (2001). *The Research Methods Knowledge Base (2da. ed)*. Cincinnati, EU: Atomic Dog Publishing.

**BIBLIOTECA CARLOS MONGE ALFARO**

**300.72 T843r2**