



**CARTA AL ESTUDIANTE**  
**XS3150 Diseño de Experimentos**  
**I semestre 2026**

|                  | <b>GRUPO 01</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>GRUPO 02</b>                                                                       | <b>GRUPO 03</b>                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Docente:</b>  | Ricardo Alvarado Barrantes                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Shirley Rojas Salazar                                                                 | Ricardo Alvarado Barrantes                                                            |
| <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>                                | <a href="mailto:estad.ucr@gmail.com">estad.ucr@gmail.com</a>                          |
| <b>Teléfono:</b> | 84021263                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 87737058 / 25119172                                                                   | 84021263                                                                              |
| <b>Clases:</b>   | L: 8:00-9:50 am (216 CE)<br>J: 8:00-9:50 am (140 CE)                                                                                                                                                                                                                                                            | L: 10:00-11:50 am (216 CE)<br>J: 10:00-11:50 am (140 CE)                              | L: 1:00-2:50 pm (216 CE)<br>J: 1:00-2:50 pm (140 CE)                                  |
| <b>Consulta:</b> | M: 10:00-11:00 am<br>M: 1:00-2:00 pm                                                                                                                                                                                                                                                                            | M: 9:00 -11:00 am                                                                     | M: 10:00-11:00 am<br>M: 1:00-2:00 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> | <a href="https://udecr.zoom.us/j/86862167699">https://udecr.zoom.us/j/86862167699</a> |
| <b>Material</b>  | <a href="https://6f33fa7f78ea46e2aaca-my.sharepoint.com/:f/g/personal/ricardo_alvarado_ucr_ac_cr/IgDVip6_KyemTJgfPadZxIU8AYIPXnrYWQ8U7SYwz6QfOEE?e=NG2taJ">https://6f33fa7f78ea46e2aaca-my.sharepoint.com/:f/g/personal/ricardo_alvarado_ucr_ac_cr/IgDVip6_KyemTJgfPadZxIU8AYIPXnrYWQ8U7SYwz6QfOEE?e=NG2taJ</a> |                                                                                       |                                                                                       |

### 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),<br>XS0129 Programación para Estadística I (Equiv. XS2210) |
| Ciclo:         | V (Plan 1), III (Plan 2)                                                                                    |
| Clasificación: | propio                                                                                                      |

### 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<br>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<br>HI06 - Aprender elementos del campo de aplicación de forma autónoma<br>HI07 - Comprender artículos científicos tanto de estadística como de disciplinas sustantivas a las cuales aplica la estadística | CI07 - Conocimiento de estrategias de aprendizaje autodidacta<br>CI08 - Conocimientos intermedios de técnicas de lectura (en español e inglés)                                                                                                                                 |
| HI09 - Identificar fuentes bibliográficas confiables                                                                                                                                                                                                                                                 | CI12 - Conocimientos intermedios de citación<br>CI13 - Conocimientos básicos de búsqueda de fuentes bibliográficas (SIBDI)                                                                                                                                                     |
| HC01 - Expresar y transmitir conocimientos técnicos mediante lenguaje adaptado al público meta<br>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<br>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.
7. Taller de escritura de artículos: se organiza un taller impartido por una persona profesional en filología.

## Evaluación

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| Examen I – Cap. I         | 20% |
| Examen II – Caps. II-III  | 25% |
| Examen II – Caps. IV-V-VI | 25% |
| Trabajo simulación        | 10% |
| Artículo experimento      | 20% |

## Cronograma

| Semana | Mes | Módulo                               | L  | J  | Actividad                    |
|--------|-----|--------------------------------------|----|----|------------------------------|
| 1      | MAR | I. Diseños con un solo factor        | 9  | 12 |                              |
| 2      |     |                                      | 16 | 19 |                              |
| 3      |     |                                      | 23 | 26 |                              |
| -      |     |                                      | 30 | 2  | SEMANA SANTA<br>SEMANA SANTA |
| 4      | ABR | II. Arreglos factoriales             | 6  | 9  |                              |
| 5      |     |                                      | 13 | 16 | Sábado 18 - Examen No.1      |
| 6      |     |                                      | 20 | 23 | Semana U<br>Semana U         |
| 7      |     |                                      | 27 | 30 | Anteproyecto experimento     |
| 8      | MAY | III. Diseños de bloques              | 4  | 7  |                              |
| 9      |     |                                      | 11 | 14 |                              |
| 10     |     |                                      | 18 | 21 |                              |
| 11     |     |                                      | 25 | 28 |                              |
| 12     | JUN | IV. Supuestos y métodos alternativos | 1  | 4  | Sábado 6 - Examen No.2       |
| 13     |     | V. Potencia                          | 8  | 11 | Idea para simulación         |
| 14     |     | VI. Análisis con variables continuas | 15 | 18 |                              |
| 15     |     |                                      | 22 | 25 | Artículo de experimento      |
| 16     | JUL |                                      | 29 | 2  | Sábado 4 – Examen No.3       |
| 17     |     |                                      | 6  | 9  | Trabajo de simulación        |

## Bibliografía

- Alvarado-Barrantes, R. (2025). *Análisis de experimentos estadísticos usando R*. San José, Costa Rica: Editorial UCR.
- 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](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](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](https://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/hostigamiento_sexual.pdf)