

## IB-0049 ESTADÍSTICA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Carta al estudiante (I Ciclo 2023)

### 1. Información general

Ciclo en programa de estudios: V en programa de Ingeniería de Biosistemas

Número de créditos: 3

Requisitos: CI-0202, LM-1030

Correquisitos: No tiene

Tiempo de dedicación semanal:

Horario de clase	Grupo 1 – K 8 a 9:50 en 407IN y M 8 a 9:5 en 513IN	
Horas en clase	teoría 4 h	práctica 0 h
Horas fuera de clase	teoría 0 h	práctica 5 h

Modalidad: Presencial

Profesores:

Profesor: *Dr. Carlos Rojas Alvarado, carlos.rojasalvarado@ucr.ac.cr, 83774740. Oficina en segundo piso del Instituto de Investigaciones en Ingeniería, Unidad de Recursos Forestales. Horario de atención presencial a estudiantes: M de 7:00 a 8:00 am y de 12 a 1 pm. Consultas virtuales por medio de WhatsApp o Zoom previa coordinación.*

Atributos de egreso evaluados en el curso

Atributo	Indicador	Nivel	Código
Investigación (IN)	1- Plantea problemas pertinentes de la profesión para el desarrollo de investigaciones.	Introdutorio	IN01I
Utilización de herramientas modernas de ingeniería (UH)	2-Utiliza nuevas técnicas, herramientas o aplicaciones según las necesidades y oportunidades que presenta el desarrollo de un proyecto.	Introdutorio	UH02I

Unidades de acreditación del curso

Rubro	UA declaradas
Ciencias de la Ingeniería	
Diseño en Ingeniería	

---

Matemáticas	X
Ciencias naturales	
Estudios complementarios	

---

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030:

ODS-4: Educación de calidad

ODS-10: Reducción de las desigualdades

Fecha de última revisión: 8 de marzo de 2023.

## 2. Justificación del curso

Este curso introductorio sobre análisis estadístico y diseño de experimentos se presenta como una estrategia para lograr que las y los futuros profesionales en ingeniería de biosistemas se apropien de herramientas básicas de análisis. En el curso se introducen elementos básicos de distribuciones de datos, medidas de tendencia central y estimadora de desviación, así como de normalización de datos y de pruebas básicas para análisis estadístico rutinario. De la misma forma, en este curso se integra lo anterior en un marco de diseño de experimentos como una forma de fortalecer la conceptualización del diseño y análisis en la investigación y quehacer profesional ingenieril.

## 3. Objetivos

**Objetivo general:** *Introducir a la persona estudiante al uso de herramientas estadísticas para análisis de biosistemas de forma que se fortalezca la capacidad de trabajo profesional.*

**Objetivos específicos:** Se espera que, con el desarrollo del contenido temático del curso, se puedan lograr los siguientes objetivos secundarios:

1. Utilizar conceptos estadísticos y de diseño experimental dentro de su desempeño como profesional para incrementar la calidad científica del trabajo ingenieril.
2. Integrar la información del curso en el proceso de análisis de problemas ingenieriles de forma que se vea fortalecida la integralidad académica.
3. Encontrar de forma personal la mejor técnica estadística para resolver un problema simple para incrementar la capacidad individual de toma de decisiones.

La idea general de este curso es que se facilite un proceso de construcción del conocimiento a partir de la experiencia del docente y los múltiples usos de las herramientas estadísticas que los otros participantes puedan aportar. De esta forma, se espera que los

objetivos sean alcanzados y que cada una de las personas participantes pueda incorporar en sus bases profesionales, aspectos directos de este curso introductorio.

#### 4. Contenido del curso y cronograma

El curso se centrará en tres temas primarios del quehacer estadístico, el detalle de cada uno se ofrece a continuación:

##### Tema 1. Probabilidad, distribuciones de datos y contexto

- 1.1 Introducción a la estadística y diseño de experimentos
  - a. ¿Qué es la estadística? ¿Para qué se usa? ¿Cómo se usa?
  - b. Breve historia del uso de estadísticas e importancia en desarrollo mundial
- 1.2 Tipos de datos y técnicas para resumirlos
  - a. Datos cuantitativos y cualitativos
  - b. ¿Por qué no todos los datos se deben tratar de igual forma?
  - c. Cuadros y gráficos
- 1.3 Utilización de la estadística en el quehacer de la ingeniería
  - a. La optimización y la estadística
  - b. El modelaje, prueba de modelos y toma de decisiones
  - c. La tercera revolución de la ingeniería
- 1.4 Distribuciones de datos
  - a. Distribuciones de probabilidad
  - b. Tipos de distribuciones
  - c. ¿Por qué es importante conocer algunas distribuciones básicas?
- 1.5 Momentos y medidas de dispersión
  - a. Promedios, modas, medias, medianas
  - b. Desviación estándar, error estándar, varianza
  - c. Curtosis, coeficiente de variación
  - d. ¿Por qué este tipo de datos importan?
- 1.6 La probabilidad en estadística
  - a. Conceptos básicos de probabilidad
  - b. Ejemplos de diferentes tipos de probabilidad
  - c. La importancia de la probabilidad en ingeniería

##### Tema 2. La práctica estadística

- 2.1 Pruebas de hipótesis
  - a. Base conceptual de las pruebas estadísticas
  - b. ¿Qué es una hipótesis estadística y qué es una hipótesis científica?
  - c. Hipótesis nula e hipótesis alternativa
- 2.2 Tablas de contingencia
  - a. ¿Cómo se analizan datos de diferentes tipos?
  - b. Pros, contras, limitaciones y espacio de trabajo
- 2.3 Regresión y correlación

- a. La linealidad y su interpretación.
- b. Análisis de residuos
- 2.4 Análisis de varianza
  - a. ¿Cuándo, ¿cómo y por qué se usa?
  - b. Limitaciones al uso de la técnica
  - c. Sobreuso y errores asociados
- 2.5 Análisis no paramétrico
  - a. Equivalentes no paramétricos
  - b. Limitaciones, usos y recomendaciones
  - c. Toma de decisiones

### Tema 3. Diseño Experimental

- 3.1 Elementos conceptuales
  - a. Aleatoriedad, factorialización, representatividad
  - b. Importancia de diseño en la calidad de los datos
- 3.2 Metodología sistemática para el diseño de experimentos
  - a. Modelos de trabajo
  - b. Contexto, ejemplos y práctica

Se tratará de seguir el siguiente cronograma base durante el semestre. Sin embargo, una serie de modificaciones temáticas podrán realizarse durante el semestre según sea necesario.

Semana	Fecha	Temas	Actividades
1	14/15 MAR	1.1, 1.2	Gráficas y análisis básico
2	21/22 MAR	1.3, 1.4	Fórmulas y resúmenes
3	28/29 MAR	1.5, 1.6	Probabilidad
4	11/12 ABR	1.1 – 1.7	Actividad en exteriores*
5	18/19 ABR	Indicaciones examen	I Examen Parcial
6	25/26 ABR	2.1, 2.2	Tablas de contingencia en R
7	2/3 MAY	2.3, 2.4	Regresión y ANOVA en R
8	9/10 MAY	2.5	Rutas de análisis en R
9	16/17 MAY	2.1 – 2.5	Recapitulación y contexto
10	23/24 MAY	Indicaciones examen	II Examen Parcial
11	30/31 MAY	3.1	Modelos de diseño
12	6/7 JUN	3.2	Adecuaciones de diseño
13	13/14 JUN	3.1 – 3.2	Estudios de caso
14	20/21 JUN	Indicaciones examen	III Examen Parcial
15	27/28 JUN	Trabajos finales	Presentaciones de proyectos 1
16	4/5 JUL	Trabajos finales	Presentaciones de proyectos 2

\* Esta semana haremos una actividad fuera del aula.

## 5. Metodología del curso

El curso tendrá un estilo presencial de instrucción con un enfoque didáctico de tutoría. Para ello se ofrecerán una serie de lecciones presenciales con elementos teóricos contextuales, que en conjunto con actividades de trabajo en aula y otras de tipo taller (colocadas en Mediación Virtual) y con las pruebas cortas permitirán a las y los estudiantes avanzar de forma discrecional a lo largo del curso. Se espera que, con esta combinación, los y las estudiantes puedan desarrollar su capacidad de análisis alrededor de los diferentes temas teóricos y prácticos del curso.

Por la modalidad del curso, se requiere que las y los estudiantes tengan acceso a algún equipo de computación (computadora, tablet, etc.) y acceso a internet. Además, se requiere que en este equipo se tenga instalado algún programa de hoja de cálculo (Excel, OpenOffice, LibreOffice). Eventualmente se necesitará la instalación del ambiente R y de RStudio para el desarrollo del tema 2.

Se puede utilizar correo electrónico o la plataforma de Mediación Virtual para informar sobre el desarrollo del curso, así como un medio de comunicación sobre temas de interés, siendo responsabilidad de los estudiantes su revisión. Para efectos de dudas, las y los estudiantes podrán contactar al profesor por correo electrónico que es el medio oficial de comunicación de la universidad, o eventualmente por medio de un grupo de WhatsApp.

Las tres evaluaciones se basarán en el material cubierto durante cada semana independientemente de su tipo.

Al final del semestre las y los estudiantes tendrán que entregar un trabajo que represente un proyecto final del curso.

Las ausencias justificadas (p.e. eventos deportivos, culturales o similares a nombre de la universidad, enfermedad o muerte de familiares, etc.) podrán ser comunicadas al profesor y serán reguladas conforme a lo estipulado en el artículo 24 del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil de la Universidad de Costa Rica.

## 6. Evaluación

El curso será evaluado con base en tres exámenes, pruebas cortas y un trabajo final de investigación. Un resumen de la evaluación se da a continuación.

Prueba	Porcentaje
I Examen parcial	20%
II Examen parcial	20%
III Examen parcial	20%
4 Pruebas cortas	20%
Trabajo de investigación	20%

---

TOTAL	100%
-------	------

---

Las y los estudiantes que finalicen con una nota superior a 67,5 aprobarán el curso. Aquellos que finalicen con una nota entre 60 y 67,5 (inclusive) tendrán derecho a presentar una prueba de ampliación (examen, trabajo, práctica o prueba especial), sobre conocimientos generales del semestre completo que será llevado a cabo en un lugar y hora determinados por acuerdo con el docente. Éste último examen deberá ser calificado con una nota superior a 70 para ser aprobado, en cuyo caso, al estudiante se le asignará una nota final de 70 en el curso (independientemente de la nota del examen de ampliación). En caso contrario, mantendrá 60 o 65, según corresponda.

A continuación, se detalla una explicación de los criterios de evaluación:

### 6.1 Exámenes parciales

Los tres exámenes parciales evaluarán los contenidos vistos y discutidos semanalmente con los estudiantes hasta una semana antes de la fecha de la evaluación. Estos exámenes se enfocarán en la integración de conceptos e información analizada. Son pruebas de carácter individual. En el segundo examen se evaluará el atributo de egreso correspondiente al “uso de herramientas modernas de ingeniería” que para este curso al nivel introductorio, como parte de las actividades para el proceso de Evaluabilidad, Autoevaluación y Acreditación para la carrera de Ingeniería de Biosistemas.

### 6.2 Pruebas cortas

Las cuatro pruebas serán diseñadas para evaluar conocimientos puntuales vistos en el curso. Son de carácter individual y serán realizadas en el aula de clases, durante las sesiones de trabajo.

### 6.3 Trabajo de investigación

El trabajo de investigación será un trabajo final llevado a cabo en grupos de 2 o 3 personas en el cual los estudiantes deberán demostrar de forma práctica, a través de un trabajo escrito y una presentación oral, que dominan los conocimientos vistos en el curso. La temática de este trabajo será dada por el profesor y corresponderá a ejes de estudio de la Ingeniería de Biosistemas. El trabajo se entregará por medio del correo electrónico o por mediación virtual, según establezca el profesor.

En el trabajo escrito del proyecto se evaluará el atributo de egreso correspondiente a investigación, a nivel introductorio, como parte de las actividades para el proceso de Evaluabilidad, Autoevaluación y Acreditación para la carrera de Ingeniería de Biosistemas.

## 7. Bibliografía

### 7.1 Obligatoria

Ninguna

### 7.2 Recomendada

Berthouex PM, Brown LC. 2002. Statistics for Environmental Engineers. 2 ed. CRC Press, Florida.

Dean A, Morris M, Stufken J, Bingham D. 2015. Handbook of Design and Analysis of Experiments. CRC Press, Florida.

Lineback JA, Tesch BP, Kovacsiss LM. 2014. Nonparametric Statistics for Applied Research. Springer. Nueva York.

Shumacker R, Tomek S. 2013. Understanding Statistics using R. Springer, Nueva York.

Quirk TJ. 2014. Excel 2010 for Engineering Statistics. Springer. Nueva York.

## 8. Información adicional:

- a. Recuerde las medidas sanitarias que prevalecen durante la presencialidad debido a la pandemia.
- b. Conforme con el reglamento, el estudiante tendrá derecho a prueba de ampliación si la nota final del curso es mayor o igual a 6.0, sin excepciones.
- c. El plagio es totalmente inadmisibles, y cualquier similitud de forma o fondo del material evaluado anulará la calificación y se considerará como no entregado sin derecho a reposición. Copiar de un compañero o plagiar cualquier trabajo de forma total o parcial implicará la pérdida automática del curso. Además, se aplicarán las sanciones y procedimientos del REGLAMENTO DE ORDEN Y DISCIPLINA DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.
- d. La ausencia a cualquier evaluación ya sea exámenes parciales, finales, o comprobaciones de lectura o pruebas cortas, deberá ser debidamente justificada de acuerdo a lo estipulado en el artículo 24 del REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO ESTUDIANTIL.
- e. El cronograma es tentativo, por lo que estará sujeto a cambios con previo aviso, los cuales responderán al desarrollo del curso.



- f. El correo electrónico institucional funcionará como medio de comunicación, mediante el cual el profesor podrá dar anuncios a los estudiantes y proporcionar material de interés para el curso.

**ANEXO**  
**IB-0049 ESTADÍSTICA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**1. Fecha de Entrega**

Durante el periodo entre el 27 y el 28 de junio de 2023.

Se debe entregar el documento escrito vía correo electrónico al profesor respectivo y se realizará una presentación oral para la clase, que tiene un tiempo máximo de 15 minutos más 5 minutos de discusión, en una fecha indicada durante el periodo correspondiente.

**2. Descripción del Trabajo de Investigación**

El trabajo de investigación será un trabajo final en grupos con un máximo de tres personas con carácter semestral en el que las personas estudiantes deberán demostrar de forma práctica, que dominan los conocimientos vistos en el curso. La temática de este trabajo de investigación será dada por el profesor.

Los contenidos desarrollados en el trabajo final van a permitir que las personas estudiantes realicen una planificación en el que puede demostrar su capacidad para plantear un diseño de experimentos que permita cumplir con la evaluación de objetivos. Asimismo, podrán aplicar las técnicas estadísticas adecuadas y las herramientas tecnológicas estudiadas para la resolución de problemas, con el fin de realizar un análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

**3. Objetivo**

El objetivo principal de este trabajo final de investigación es demostrar que se es capaz de aplicar el análisis estadístico y el diseño de experimentos, con base en los temas estudiados durante el curso. De tal modo, se espera incrementar la calidad científica de los trabajos de investigación para futuros profesionales de Ingeniería de Biosistemas.

**4. Contenidos**

El trabajo escrito no debe sobrepasar las 20 páginas. A continuación se detalla los apartados que se deben desarrollar:

4.1 Introducción

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo General

4.2.2 Objetivos Específicos

4.3 Metodología



- 4.3.1 Materiales y Métodos
- 4.3.2 Análisis Estadístico
- 4.4 Resultados y Discusión
- 4.5 Conclusiones y Recomendaciones
- 4.6 Bibliografía
- Anexos
- Datos experimentales

## 5. Evaluación

El proyecto de investigación que se debe presentar tiene un valor de 20% para la nota final del curso, como se indica en la carta al estudiante. La evaluación de este proyecto se realizará de la siguiente manera:

<b>Prueba</b>	<b>Porcentaje</b>
Presentación oral	30%
Presentación escrita	70%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>