

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CICLO** |  | **CLAVE DE LA ASIGNATURA** |
| CICLO 1 |  | CA-102 |

# OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Los estudiantes dominarán la teoría y adquirirán las habilidades prácticas para describir, entender y analizar datos comunes en las Ciencias Ambientales. Los participantes se familiarizan con todos los pasos necesarios para convertir una pregunta de investigación en un análisis estadístico con base en una hipótesis, lo cual incluye el diseño experimental, confección y manejo de bases de datos, estadística descriptiva, modelaje estadístico y reportes de resultados. Al terminar este curso, los estudiantes serán capaces de detectar, analizar y visualizar patrones en bases de datos complejas y reportarlos en revistas indizadas internacionalmente. El temario inicia en un nivel básico con estadística descriptiva y termina en modelos multivariados usando tanto métodos analíticos (modelos) como visuales (gráficas multifacéticas). Se usará el software Excel para capturar datos y la plataforma de programación estadística R, el software estadístico líder actual.

**TEMAS Y SUBTEMAS**

**Unidad 1 Construcción y Manejo de bases de datos** (8 horas)

1. Diseño y Manejo de Bases de datos

2. Programación estadística con R

2.1. Introducción a la programación en R

2.2. Reportes dinámicos y reproducibles con Rstudio

2.3. Primeros pasos con datasets en R

2.4. Gráficas exploratorias en ggplot2

**Unidad 2 Principios de diseño experimental [[1]](#footnote-0)** (4 horas)

1. Población vs. Muestra

2. Todo varía: fuentes de errores y variaciones

3. Principio de aleatoriedad, replicación y control experimental

4. Diseño con bloques

5. Diseño con parcelas divididas

**Unidad 3 Conceptos básicos de estadística** (2 horas)

1. Estadística probabilística vs. matemática determinista

2. Diferentes categorías de variables

3. Indicadores de tendencia central

4. Indicadores de dispersión

5. Distribuciones de probabilidades teóricas

5.1. Distribución normal

5.2. Distribución binomial

5.3. Distribución Poisson

5.4. Gráficas que revelan la distribución

6. Proceso de inferencia y modelos estadísticos

**Unidad 4 Modelos básicos** (2 horas)

1. Estandarización con valores de Z

2. Prueba de T

2.1. De una variable

2.2. De dos variables

2.3. De dos variables emparejadas

3. Pruebas chi-cuadrado

**Unidad 5 Análisis de varianza** (8 horas)

1. Partición de la varianza

2. Suma de Cuadrados y valores de F

3. Supuestos del Análisis de Varianza (ANOVA)

4. Pruebas de comparación de medias de tratamientos (*post hoc*)

5. Aplicaciones del ANOVA

5.1. ANOVA con bloques

5.2. Parcelas divididas

5.3. Dos vías y sus interacciones

6. Anova en la práctica: paso a paso

**Unidad 6 Análisis de correlación y regresión** (10 horas)

1. Correlación

1.1. Coeficiente de correlación de Pearson

2. Regresión lineal sencilla

2.1. Coeficiente de determinación

2.2. La ecuación elegante

2.3. Ajustar con los cuadrados mínimos

2.4. Evaluación del ajuste

2.4.1. Error residual

2.4.2. R2

2.4.3. ANOVA de los residuales

2.5. Supuestos de la regresión lineal

2.6. Modelos lineales para predecir valores

2.7. Regresión en la práctica: paso a paso

3. Regresión lineal con transformaciones

3.1. Fenómenos naturales con relaciones no lineales

3.2. Diferentes transformaciones

3.3. Re-transformar

3.4. Estudio de caso

4. Regresión múltiple

5. Regresión logística

**Unidad 7 Análisis de covarianza** (4 horas)

1. Lo mejor de ambos mundos: ANOVA + Regresión

2. Evaluación del Análisis de Covarianza (ANCOVA)

2.2. Modelos anidados

3. ANCOVA en la práctica: paso a paso

**Unidad 8 Fundamentos básicos de modelos más completos** (2 horas)

1. Modelos con efectos mixtos

1.1. Diseños anidados

2.2. Diseños con medidas repetidas

2. Modelos Lineales Generalizados

Para las siguientes unidades, se separará el grupo en dos secciones y se profundizará cada una en las necesidades más comunes de cada área. Mientras que **9a** es recomendable para ecólogos, **9b** es de mayor utilidad para los ingenieros.

# Unidad 9a Fundamentos básicos de Modelos multivariados (22 horas)

# 1. Reducir dimensiones

# 2. PCA

# 3. NMDS

# 4. Análisis clúster

# 5. Estudios de caso

# Unidad 9b Métodos numéricos en Ciencias Ambientales (22 horas)

1. Ecuaciones no lineales

1.1. Solución de ecuaciones no lineales

1.1.1. Ecuaciones básicas de balance de masa

1.2. Sistemas de ecuaciones no lineales

1.2.1. Modelo de biomasa inactiva en estado estacionario

1.2.2. Solución de cinética y transporte en biopelícula

2. Ecuaciones diferenciales

2.1. Solución de ecuaciones diferenciales

2.2. Modelos de crecimiento poblacional (Exponencial, Logístico, Gompertz)

2.3. Sistema de ecuaciones diferenciales

2.3.1. Cinética de Monod

3. Soluciones de ecuaciones diferenciales de orden mayor

3.1. Cinética de consumo en biofilms

4. Ecuaciones parciales

4.1. Absorción en estado transitorio

# ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La asignatura será impartida alterando presentaciones teóricas didácticas con una constante interacción no-presencial entre los estudiantes y el equipo docente, incluyendo consultas por correo electrónico y la plataforma de aula virtual Moodle. El método de estudio consistirá en la lectura de material tutorial por parte de los estudiantes, el cual será provisto por los académicos, y la posterior resolución interactiva de ejercicios y problemas en clase y en casa en la plataforma digital. Los ejercicios deberán ser entregados en fechas designadas. Para los ejercicios y problemas en clases se utilizarán bases de datos reales de estudios publicados, los cuales se resolverán como parte de proyectos durante el curso de la asignatura. Para la última parte del curso, los participantes tendrán la opción de profundizar en matemática álgebra enfocada al área de ingeniería ambiental o métodos multivariados enfocados al área de ecología, por lo que en esta parte del curso el grupo se dividirá en dos secciones. En cuanto a los métodos matemáticos, se formarán grupos de trabajo y se asignará un proyecto a cada equipo, donde los estudiantes deberán resolver un problema utilizando las herramientas computacionales estudiadas en clases. Los interesados podrán voluntariamente tomar ambas partes, aunque únicamente una parte contribuye a la calificación final. El estudiante deberá dedicar un total de 192 hs a esta asignatura, de las cuales 64 serán presenciales y las restantes 128 hs estarán dedicadas a la lectura de textos y la resolución de tareas (créditos totales = 12).

# CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Los estudiantes serán evaluados en base a los siguientes criterios:

* Evaluaciones parciales tomadas al final de cada unidad (50%)
* Tareas a entregar según el cronograma que será compartido al inicio del curso (20%)
* Examen final (25%)
* Puntualidad, asistencia y participación activa durante la clase (5%)

Todas estas actividades serán calificadas en escala de 1.0 a 10.0 y la calificación estará constituida por el promedio ponderado de ellas. Para aprobar y acreditar la materia el estudiante deberá obtener una calificación final mínima de 7.0, considerando una escala de calificación de 1.0 a 10.0.

# LIBROS GUÍA

La materia cuenta con libros diseñados exclusivamente para este curso y múltiples libros serán facilitados por el docente para facilitar el aprendizaje autodidacto. Los principales cinco libros son:

Douterlungne, D. 2020. IntRoducción a R. IPICyT. 215 pp

Douterlungne, D. 2020. Modelos estadísticos. IPICyT. 327 pp

Crawley, M. J. 2013. The R book. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England. 1060 pp

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A., Smith, G.M., 2009. Mixed Eects Models
and Extensions in Ecology with R. Springer. 574 pp

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Meesters, E.H.W.G. 2009. A Beginner’s Guide to R. Springer. Dordrecht Heidelberg London New York. 228 pp

.

1. las unidades 2 a 4 forman parte del curso propedéutico y serán repasados en tiempos acotados. [↑](#footnote-ref-0)