

ECO-221 | TÓPICO ESPECIAL EN ECOLOGÍA
Análisis Multivariado Aplicado a Ciencias Ambientales usando R
por el profesor invitado,

Dr. Edlin José Guerra Castro
Profesor Titular A Definitivo
Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida
Universidad Nacional Autónoma de México
Yucatán, México, C. P. 97357
+52 1 999 455 9238; edlin.guerra@enesmerida.unam.mx

Sala de Usos Múltiples, Centro de Ecología - IVIC, del 17/6/2024 al 21/6/2024, 9:00 am - 4:00 pm

Dada la complejidad de los fenómenos biológicos y las múltiples respuestas de los organismos a su entorno, los métodos multidimensionales son centrales en la investigación ecológica y ambiental. Con el avance tecnológico, estos métodos se han vuelto accesibles y su uso se ha generalizado en la literatura científica. Esto ha llevado a que se exija una mayor comprensión de los modelos multidimensionales en el análisis cuantitativo de datos en programas de posgrado. Sin embargo, los alumnos a menudo encuentran estos contenidos difíciles, lo que provoca frustración y desinterés.

Para mejorar la comprensión, se propone acompañar a los alumnos en la transición de un contexto unidimensional a uno multidimensional mediante estrategias didácticas. Estas incluyen revisar el álgebra matricial, usar visualización gráfica, comparar resultados de distintos métodos, y explicar técnicas de remuestreo como permutaciones y bootstrap. El uso de R, un programa gratuito y un lenguaje de programación, facilita el análisis de datos y la interpretación de salidas numéricas y gráficas, diversificando las competencias de los alumnos y mejorando su capacidad analítica.

Objetivo general:

Aplicar diferentes técnicas de estadística multivariada para dar respuesta a preguntas y problemas ecológicos usando el programa R.

Objetivos específicos:

1. Utilizar los conceptos fundamentales del análisis multivariado.
2. Obtener conclusiones mediante pruebas de hipótesis a través de técnicas de estadística multivariada.
3. Diferenciar atributos y propiedades de diferentes grupos a través del procesamiento de datos.
4. Determinar los alcances de las diferentes técnicas de análisis utilizando estadística multivariada.

Descripción

- **Código CEA-IVIC:** ECO-221.
- **Duración:** 30 horas académicas (18 horas de teoría / 12 horas de práctica).
- **Fecha:** lunes 17/6/2024 al viernes 21/6/2024.
- **Horario:** 9:00 am - 4:00 pm (ver [programa](#)).
- **Unidad de Crédito:** 1.
- **Lugar:** Sala de Usos Múltiples, Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Altos de Pipe, Caracas, Venezuela.
- **Modalidad:** curso presencial.
- **No. Participantes (máximo):** 20 personas.
- **Facilitador:** Dr. Edlin José Guerra Castro. Profesor Titular A Definitivo. Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida. Universidad Nacional Autónoma de México. Yucatán, México.
- **Objetivo:** Aplicar diferentes técnicas de estadística multivariada para dar respuesta a preguntas y problemas ecológicos usando el programa R.
- **Perfil del participante:** estudiantes regulares del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), profesionales y técnicos del Instituto y de otras instituciones, vinculados a las áreas de biología, ecología, oceanografía o ciencias ambientales, que trabajan con variables compuestas por múltiples indicadores (biodiversidad, fisiología, morfometría, contaminación, etc.).
- **Postulación:** Por la limitación en el número de cupos disponibles, los interesados deberán postularse, completando un formulario en línea (<https://forms.gle/2VrdNWfFKH53in8d6>), indicando adicionalmente a sus datos de identificación, contacto y académicos, lo siguiente: 1) las razones por las que desea participar en el curso; 2) su área de investigación; 3) su experiencia y conocimientos en diseño experimental y análisis de datos; y 4) su experiencia y conocimientos básicos en R.
- Cada participante debe disponer de una computadora portátil con la última versión de [R \(>4.4\)](#) y [RStudio \(>2024\)](#) instalados.
- Los resultados de la selección se notificarán oportunamente mediante un correo electrónico a cada postulado.
- **Evaluación:** se otorgará un certificado de asistencia a todos los participantes.
El [CEA-IVIC](#) otorgará una constancia a los participantes graduados, que requieran la unidad de crédito correspondiente.
Certificado de asistencia:
 Elaboración y entrega de 4 prácticas.
Para los que requieren calificación:
 Elaboración y entrega de 4 prácticas (70%)
 Examen final para resolver en casa (30%)
- **Información / contacto:** Haidy Rojas. Centro de Ecología, IVIC (rojas.haidy@gmail.com; +58 416 6336178).

ECO-221 | TÓPICO ESPECIAL EN ECOLOGÍA
Análisis Multivariado Aplicado a Ciencias Ambientales usando R
 Centro de Ecología - IVIC, del 17/6/2024 al 21/6/2024, 9:00 am - 4:00 pm

Índice Temático			
No.	Tema	Horas Semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción al análisis multivariado	4	2
2	Análisis de clasificación	4	2
3	Métodos de ordenación	4	2
4	Pruebas de hipótesis multivariadas	6	6
Subtotal		18	12
Total		30	

Contenido Temático	
Tema	Subtemas
1	Introducción al análisis multivariado <ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos básicos de análisis: poblaciones estadísticas, variables e indicadores 2. Estructura multidimensional de datos ecológicos 3. Notación de matrices y parámetros multivariados 4. Medidas de disimilitud y distancias usadas en Ecología 5. Análisis tipo Q y tipo R 6. Pretratamientos matemáticos para variables ambientales y variables biológicas 7. Clasificación de métodos paramétricos, semi paramétricos y no paramétricos 8. Interpretación de análisis
2	Análisis de clasificación <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción al análisis de clasificación 2. Tipos de análisis: Jerárquico, divisivo, k-cluster, kr-cluster 3. Construcción e interpretación de dendogramas 4. Prueba de hipótesis usando el perfil de similitud y permutaciones 5. Dendogramas y tablas como estrategia de visualización (<i>heatmap o shade-plot</i>) 6. Aplicaciones en ecología: casos de estudio
3	Análisis de Ordenamiento <ol style="list-style-type: none"> 1. Lógica y métodos para la reducción de dimensiones 2. Tipos de análisis: restringidos y no restringidos 3. Análisis de Componentes Principales 4. Análisis de Coordenadas Principales 5. Escalamiento multidimensional métrico y no métrico 6. Ventajas y desventajas

Contenido Temático	
Tema	Subtemas
4	<p>Pruebas de hipótesis multivariadas</p> <ol style="list-style-type: none"> Análisis de varianza multivariado (MANOVA): <ol style="list-style-type: none"> Hipótesis estadística Aproximación matemática Supuestos Alcance inferencial, aplicabilidad e interpretación Complemento gráfico Análisis de varianza multivariado basado en distancias y permutaciones (PERMANOVA) <ol style="list-style-type: none"> Hipótesis estadística Aproximación matemática Supuestos Alcance inferencial, aplicabilidad e interpretación Complemento gráfico Análisis de dispersión multivariada (PERMDISP): <ol style="list-style-type: none"> Hipótesis estadística Aproximación matemática Supuestos Alcance inferencial, aplicabilidad e interpretación Complemento gráfico Análisis de Similitudes (ANOSIM) <ol style="list-style-type: none"> Hipótesis estadística Aproximación matemática Supuestos Alcance inferencial, aplicabilidad e interpretación Complemento gráfico Similitudes y diferencias entre las pruebas

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Anderson, M.J. (2017). Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). In Wiley StatsRef: Statistics Reference Online (eds N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri and J. L. Teugels). doi:[10.1002/9781118445112.stat07841](https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841)
- Borcard, D., Gillet F., Legendre, P. (2012). Numerical ecology with R (Use R!). New York: Springer.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N., Somerfield, P.J. & Warwick, R.M. (2014). Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation (3rd edition). Plymouth: PRIMER-E, Ltd.
- Guerra-Castro, E., Mascaró Miquelajauregui, M. & Cruz-Motta, J. (2024). Estadística Multivariada Aplicada para Biología, Ecología y Ciencias Ambientales. Libro interactivo: <https://edlinguerra.quarto.pub/ema/>
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). Numerical ecology (3th edition). Amsterdam: Elsevier.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Quinn, G. & Keough, M. (2002). Experimental design and data analysis for biologists Cambridge: Cambridge University Press.
- Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant graphics for data analysis. New York: Springer International Publishing.
- Wickham, H. & Grolemund, G. (2017). R for data science: import, tidy, transform, visualize, and model Data. California: O'Reilly Media.

Análisis Multivariado Aplicado a Ciencias Ambientales usando R

Sala de Usos Múltiples, Centro de Ecología - IVIC, del 17/6/2024 al 21/6/2024, 9:00 am - 4:00 pm

PROGRAMA

HORA	ACTIVIDAD	CONTENIDO
LUNES 17/6/2024		
9:00 - 10:00	Clase Tema 1	Estructura multidimensional de datos ecológicos
10:00 - 11:00	Clase Tema 1	Medidas de disimilitud y distancias usadas en Ecología
11:00 - 12:00	Clase Tema 1	Pretratamientos matemáticos para variables ambientales y variables biológicas
12:00 - 13:00	Almuerzo	
13:00 - 14:00	Clase Tema 1	Análisis tipo Q y tipo R
14:00 - 15:00	Práctica 1	Trabajo ordenado en R y Rstudio
15:00 - 16:00	Práctica 1	Paquetes en R para análisis multivariado
MARTES 18/6/2024		
9:00 - 10:00	Clase Tema 2	Introducción al análisis de clasificación
10:00 - 11:00	Clase Tema 2	Construcción e interpretación de dendogramas
11:00 - 12:00	Clase Tema 2	Prueba de hipótesis usando el perfil de similitud y permutaciones
12:00 - 13:00	Almuerzo	
13:00 - 14:00	Clase Tema 2	Dendogramas y tablas como estrategia de visualización (heatmap o shade-plot)
14:00 - 15:00	Práctica 2	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
15:00 - 16:00	Práctica 2	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
MIÉRCOLES 19/6/2024		
9:00 - 10:00	Clase Tema 3	Lógica y métodos para la reducción de dimensiones
10:00 - 11:00	Clase Tema 3	Análisis de Componentes Principales
11:00 - 12:00	Clase Tema 3	Análisis de Coordenadas Principales
12:00 - 13:00	Almuerzo	
13:00 - 14:00	Clase Tema 3	Escalamiento multidimensional métrico y no métrico
14:00 - 15:00	Práctica 3	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
15:00 - 16:00	Práctica 3	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
JUEVES 20/6/2024		
9:00 - 10:00	Clase Tema 4	MANOVA
10:00 - 11:00	Clase Tema 4	ANOSIM
11:00 - 12:00	Clase Tema 4	ANOSIM
12:00 - 13:00	Almuerzo	
13:00 - 14:00	Clase Tema 4	PERMANOVA
14:00 - 15:00	Clase Tema 4	PERMANOVA
15:00 - 16:00	Clase Tema 4	PERMDISP
VIERNES 21/6/2024		
9:00 - 10:00	Práctica 4	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
10:00 - 11:00	Práctica 4	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
11:00 - 12:00	Práctica 4	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
12:00 - 13:00	Almuerzo	
13:00 - 14:00	Práctica 4	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
14:00 - 15:00	Práctica 4	Aplicaciones en ecología: casos de estudio
15:00 - 16:00	Práctica 4	Aplicaciones en ecología: casos de estudio