

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA		
1. Nombre de la actividad curricular		
<i>Métodos Estadísticos en Ciencias Ambientales</i>		
2. Nombre de la actividad curricular en inglés		
<i>Statistical Methods for Environmental Sciences</i>		
3. Unidad Académica: <i>Escuela de Ciencias Ambientales y Biotecnología</i>		
Profesor Coordinador: <i>Bárbara Castillo Villalobos</i>		
Profesores Colaboradores: <i>No aplica</i>		
4. Ámbito: <i>Ámbito Científico (AC), Ámbito de Especialización Disciplinar (AE), Competencias Sello (CS)</i>		
Nivel: <i>V Semestre</i>		
Carácter: <i>Obligatorio</i>		
Modalidad: <i>Presencial</i>		
Requisitos: <i>Matemáticas III</i>		
4. Horas de trabajo	<i>presencial (directas)</i> 6.0 h	<i>no presencial (indirectas)</i> 3.0 h
5. Tipo de créditos		
SCT		
6. Número de créditos SCT – Chile		
6 SCT		
7. Requisitos	<i>Matemáticas III</i>	
8. Propósito general del curso	<i>Curso de carácter teórico y práctico orientado a adquirir competencias en el análisis estadístico descriptivo e inferencial, con la finalidad de comprender fenómenos propios de las ciencias ambientales desde una perspectiva cuantitativa y contribuir a la toma de decisiones basadas en datos y evidencias científicas con certeza estadística. Este propósito, se logra a través de clases expositivas y laboratorios de análisis de datos, mediante el uso de software estadísticos actuales. El curso relaciona los aspectos teóricos,</i>	

	<i>descriptivos e inferenciales, con la práctica propia del uso de software estadísticos.</i>
9. Competencias a las que contribuye el curso	<p><i>AC1. Maneja los fundamentos y el lenguaje de las ciencias básicas para lograr la comprensión de las diversas áreas de las ciencias ambientales desde una perspectiva científica y holística.</i></p> <p><i>AC2. Aplica los conocimientos de las ciencias básicas para comprender problemáticas científicas considerando procedimientos de las disciplinas.</i></p> <p><i>AE3. Evalúa la sustentabilidad de los proyectos y los impactos ambientales de las especies químicas para establecer un diagnóstico de los efectos que puedan producir en una perspectiva científico-técnica y ética.</i></p> <p><i>CS2. Capacidad de pensamiento crítico y autocrítico.</i></p> <p><i>CS7. Compromiso con el desarrollo humano y sustentable.</i></p>
10. Subcompetencias	<p><i>AC1.1 Conoce los conceptos básicos de la química, la física, la matemática y la biología para comprender los problemas ambientales desde las ciencias.</i></p> <p><i>AC1.2 Conoce las diversas áreas de las ciencias ambientales para reconocer y analizar los problemas ambientales con una visión holista.</i></p> <p><i>AC2.1 Comprende los procedimientos teóricos y experimentales de las ciencias básicas para resolver problemas ambientales.</i></p> <p><i>AC2.2 Aplica los conocimientos de las ciencias básicas para comprender problemáticas científicas propias del medio ambiente.</i></p> <p><i>AC2.3 Selecciona conocimientos de las ciencias básicas para comprender problemáticas de la química ambiental considerando procedimientos de las disciplinas.</i></p> <p><i>AE3.2 Analiza las implicancias de las especies químicas en los sistemas naturales para establecer un diagnóstico del estado del ambiente y su contexto fisicoquímico.</i></p> <p><i>AE3.3 Evalúa los impactos ambientales de los contaminantes para establecer un diagnóstico desde una perspectiva científico-técnica y ética.</i></p>

10. Resultados de Aprendizaje

Conocer los fundamentos de la estadística y su importancia en el diagnóstico, descripción, análisis y evaluación de los problemas ambientales con el fin de contribuir a la toma de decisiones en base a datos y evidencias con certeza estadística.

Seleccionar y aplicar métodos estadísticos en conjuntos de datos ambientales para comparar grupos, identificar patrones y modelar tendencias para comprender fenómenos propios de las ciencias ambientales desde una perspectiva cuantitativa.

Evaluar críticamente los resultados de los análisis estadísticos en estudios ambientales para asegurar su validez y aplicabilidad, con el propósito de garantizar la integridad científica y la fiabilidad de las conclusiones derivadas. Esto implica una comprensión profunda de los principios estadísticos, así como la capacidad de identificar posibles sesgos o errores en la interpretación de los datos.

11. Saberes / contenidos

Tópico 1: Fundamentos de Estadística y Descripción de Datos

- **Sesión Teórica:** Introducción al curso, objetivos de aprendizaje, y fundamentos de estadísticas. Conceptos básicos como población, muestra, variables, y tipos de datos.
- **Sesión Práctica:** Uso de software estadístico (por ejemplo, R o Python) para introducir la entrada de datos y operaciones básicas.
- **Sesión Teórica:** Medidas de tendencia central y dispersión. Histogramas y gráficos de caja.
- **Sesión Práctica:** Análisis descriptivo de conjuntos de datos ambientales.

Tópico 2: Probabilidades y Distribuciones de Probabilidad

- **Sesión Teórica:** Conceptos de probabilidad, eventos, y distribuciones de probabilidad.
- **Sesión Práctica:** Cálculos de probabilidad y simulaciones.
- **Sesión Teórica:** Distribuciones normales, binomiales, y Poisson.
- **Sesión Práctica:** Aplicaciones de distribuciones de probabilidad en problemas ambientales.

Tópico 3: Inferencia Estadística y comparación de grupos

- **Sesión Teórica:** Estimación de parámetros, intervalos de confianza, y pruebas de hipótesis.
- **Sesión Práctica:** Realización de inferencias estadísticas con datos ambientales.
- **Sesión Teórica:** Pruebas t, ANOVA, y pruebas no paramétricas.
- **Sesión Práctica:** Comparación de grupos en estudios ambientales.

Tópico 4: Regresión Lineal, Regresión Múltiple y Modelos Lineales Generalizados

- **Sesión Teórica:** Fundamentos de la regresión lineal, interpretación de resultados.

- **Sesión Práctica:** Modelado de relaciones en datos ambientales.
- **Sesión Teórica:** Extensión de la regresión a múltiples predictores, introducción a los modelos lineales generalizados.
- **Sesión Práctica:** Aplicación de regresión múltiple en casos ambientales.

Tópico 5: Análisis de Series Temporales y Análisis Multivariado

- **Sesión Teórica:** Conceptos básicos de series temporales, modelos ARIMA.
- **Sesión Práctica:** Análisis de datos temporales en ciencias ambientales.
- **Sesión Teórica:** Introducción al análisis de componentes principales y análisis de conglomerados.
- **Sesión Práctica:** Aplicación de análisis multivariado a datos ambientales.

Tópico 06: Estudios de Caso y Aplicaciones Específicas

- **Sesión Teórica:** Discusión de estudios de caso relevantes en ciencias ambientales.
- **Sesión Práctica:** Análisis de estudios de caso utilizando software estadístico.
- **Sesión Teórica:** Revisión de los temas cubiertos durante el curso.
- **Sesión Práctica:** Presentación y discusión de proyectos finales.

12. Metodología

1. Aprendizaje Basado en Problemas:

- **Descripción:** Los estudiantes enfrentarán problemas reales y complejos relacionados con las ciencias ambientales, los cuales requerirán la aplicación de conceptos estadísticos para su resolución.
- **Objetivo:** Desarrollar habilidades analíticas, fomentar el pensamiento crítico y promover la capacidad de aplicar la teoría estadística a situaciones prácticas.

2. Estudios de Caso:

- **Descripción:** Análisis detallado de situaciones reales o hipotéticas relacionadas con las ciencias ambientales, donde los estudiantes deberán utilizar herramientas estadísticas para interpretar datos.
- **Objetivo:** Mejorar la comprensión de la aplicación de la estadística en contextos ambientales y desarrollar habilidades para la toma de decisiones basada en evidencia.

3. Proyectos de Investigación:

- **Descripción:** Los estudiantes llevarán a cabo proyectos de investigación durante el curso, aplicando los conocimientos adquiridos para investigar un tema específico de su interés en el ámbito de las ciencias ambientales.
- **Objetivo:** Fomentar la autonomía, la capacidad de gestión de proyectos y la aplicación práctica de las habilidades estadísticas en investigaciones reales.

4. Laboratorios y Prácticas con Software Estadístico:

- **Descripción:** Sesiones prácticas en laboratorio donde los estudiantes podrán analizar conjuntos de datos, realizar simulaciones y aplicar diferentes técnicas estadísticas con la ayuda de softwares.
- **Objetivo:** Desarrollar competencias en el manejo de herramientas estadísticas y software especializado, esencial para el análisis de datos en ciencias ambientales.

13. Evaluación

Resultado de Aprendizaje 1: Conocer los fundamentos de la estadística y su importancia en el diagnóstico, descripción, análisis y evaluación de los problemas ambientales con el fin de contribuir a la toma de decisiones en base a datos y evidencias con certeza estadística.

Indicadores de Logro:

Fundamentos de la estadística: El estudiante demuestra conocimiento de los fundamentos de estadística para el diagnóstico, descripción, análisis y evaluación de los problemas ambientales.

Herramientas y Situaciones de Evaluación:

- **Proyectos de Análisis de Datos:** Los estudiantes realizarán proyectos donde aplicarán técnicas estadísticas a conjuntos de datos reales, demostrando sus conocimientos adquiridos para analizar, interpretar y evaluar datos con fundamentos estadísticos.

Resultado de Aprendizaje 2: Seleccionar y aplicar métodos estadísticos en conjuntos de datos ambientales para comparar grupos, identificar patrones y modelar tendencias para comprender los fenómenos naturales desde una perspectiva cuantitativa.

Indicadores de Logro:

Análisis de Datos Complejos: El estudiante demuestra habilidad para aplicar técnicas estadísticas en la interpretación de conjuntos de datos ambientales complejos, identificando tendencias y patrones con precisión.

Modelos estadísticos: El estudiante utiliza modelos estadísticos para describir fenómenos de la naturaleza y relaciones complejas entre variables, realizar proyecciones y prever escenarios en contextos ambientales.

Aplicación de Software Estadístico: El estudiante demuestra competencia en el uso de software estadístico para analizar datos ambientales, aplicando las técnicas adecuadas e interpretando los resultados de manera correcta.

Herramientas y Situaciones de Evaluación:

- **Proyectos de Análisis de Datos:** Los estudiantes realizarán proyectos donde aplicarán técnicas estadísticas a conjuntos de datos reales, demostrando su capacidad para analizar, interpretar y prever tendencias y patrones.
- **Evaluaciones Prácticas en Software Estadístico:** Evaluaciones prácticas utilizando un software estadístico para resolver problemas y casos aplicados a las ciencias ambientales.

- **Informes de Laboratorio:** *Presentación de informes detallados de sesiones prácticas, demostrando la aplicación de técnicas estadísticas y la interpretación de resultados.*

Resultado de Aprendizaje 3: Evaluar críticamente los resultados de los análisis estadísticos en estudios ambientales para asegurar su validez y aplicabilidad,

Indicadores de Logro:

Crítica y Reflexión: *El estudiante demuestra habilidad para evaluar críticamente los resultados de los análisis estadísticos, identificando posibles sesgos y limitaciones en los estudios ambientales.*

Validación de Resultados: *El estudiante aplica técnicas de validación para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados estadísticos en contextos ambientales.*

Aplicabilidad y Relevancia: *El estudiante evalúa la aplicabilidad y relevancia de los resultados estadísticos en la toma de decisiones y propuestas de solución a problemas ambientales.*

Herramientas y Situaciones de Evaluación:

- **Ensayos Críticos:** *Redacción de ensayos donde los estudiantes analizan y critican estudios de caso ambientales, evaluando la validez y aplicabilidad de los resultados estadísticos presentados.*
- **Discusiones en Clase:** *Espacios de debate y reflexión sobre la interpretación y aplicabilidad de resultados estadísticos en estudios ambientales.*
- **Evaluaciones de Casos Prácticos:** *Análisis de casos reales donde los estudiantes deben evaluar la validez y relevancia de los resultados estadísticos proporcionados.*

14. Requisitos de aprobación

1. Evaluación Continua: Tareas y Ejercicios Prácticos (40% del total de la nota final): *Los y las estudiantes deberán completar un total de diez tareas y ejercicios prácticos asignados. Estas actividades están diseñadas para reforzar los conceptos aprendidos en clase y desarrollar habilidades prácticas. La retroalimentación será proporcionada para cada tarea y ejercicio práctico.*

2. Pruebas Parciales (45% del total de la nota final): *Primera Prueba Parcial (15%), evaluará los contenidos y habilidades desarrolladas en los Tópicos 1 y 2. Segunda Prueba Parcial (15%), evaluará los contenidos y habilidades desarrolladas en los Tópicos 3 y 4. Tercera Prueba Parcial (15%) evaluará contenidos y habilidades desarrolladas en los Tópicos 5 y 6. Las tres Pruebas Parciales incluirán preguntas teóricas y prácticas.*

3. Proyecto Final (15% del total de la nota final): *Los y las estudiantes deberán desarrollar un proyecto final que aplique los conocimientos y habilidades adquiridas durante el curso. El proyecto será evaluado en base a la calidad del análisis estadístico, la claridad en la presentación de los resultados y la aplicabilidad de las conclusiones en el contexto de las ciencias ambientales.*

Calificación Mínima y Escala de Evaluación: La calificación mínima para aprobar el curso es de 4,0. La escala de evaluación va del 1,0 al 7,0, con un decimal. Se espera que los y las estudiantes mantengan un rendimiento constante a lo largo del semestre para asegurar su éxito en el curso.

Asistencia: La asistencia mínima para aprobar el curso es de 75% de las clases. Se espera que los y las estudiantes mantengan una asistencia constante a lo largo del semestre para asegurar la adquisición de conocimientos mínimos.

Consideraciones Adicionales: Se fomentará el trabajo colaborativo, pero también se evaluará la capacidad del estudiante para trabajar de manera independiente, especialmente en el proyecto final. - Se espera que los estudiantes mantengan un comportamiento ético en todas las evaluaciones.

15. Palabras Clave

Estadísticas; Ciencias Ambientales; Análisis de Datos; Modelos Estadísticos; Técnicas de Predicción; Software Estadístico; Métodos Cuantitativos; Series Temporales.

16. Bibliografía Obligatoria

Peña, D. (2002). Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill.

Descripción: Este libro proporciona una introducción completa al análisis de datos multivariantes, cubriendo una amplia variedad de métodos y aplicaciones. Es una herramienta esencial para los estudiantes que buscan comprender las técnicas estadísticas avanzadas aplicadas en ciencias ambientales.

Zar, J.H. (2010). Biostatistical Analysis (5th ed.). Prentice Hall.

Descripción: Este texto es ampliamente reconocido por su cobertura exhaustiva de la bioestadística, con aplicaciones específicas en biología, medicina y ciencias ambientales. Proporciona ejemplos prácticos y ejercicios para fortalecer la comprensión de los conceptos estadísticos.

Montgomery, D.C. (2012). Diseño y análisis de experimentos (8va ed.). Limusa Wiley.

Descripción: Este libro es una referencia clave en diseño experimental, ofreciendo una guía clara y detallada para la planificación, ejecución y análisis de experimentos. Es particularmente útil para estudiantes que buscan aplicar métodos estadísticos en proyectos de investigación ambiental.

Clark, R.M. y Hakkinen, P.J. (1999). Estadísticas para Ciencias Ambientales y Gestión. John Wiley & Sons.

Descripción: Este texto está específicamente diseñado para estudiantes de ciencias ambientales, proporcionando una introducción a las estadísticas con ejemplos y aplicaciones directamente relevantes para la gestión ambiental.

Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data (Revised Edition)*. John Wiley & Sons.

Descripción: Este libro es una referencia fundamental en estadísticas espaciales, ofreciendo una cobertura completa de técnicas para el análisis de datos espaciales. Es esencial para estudiantes interesados en aplicar métodos estadísticos a problemas ambientales que involucran componentes espaciales.

15. Bibliografía Complementaria

Los siguientes textos complementarios proporcionan una visión más amplia y profunda de las estadísticas y la química ambiental, permitiendo a los estudiantes explorar temas específicos en mayor detalle y aplicar sus conocimientos a situaciones prácticas en el campo de las ciencias ambientales.

Cox, D.R., & Donnelly, C.A. (2011). *Principles of Applied Statistics*. Cambridge University Press.

Descripción: Este libro ofrece una visión integral de las estadísticas aplicadas, destacando la importancia de la interpretación y la toma de decisiones basada en datos. Aunque no se centra exclusivamente en ciencias ambientales, proporciona una base sólida en estadísticas que es aplicable a diversas disciplinas.

Miller, J.N., & Miller, J.C. (2010). *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry (6th ed.)*. Pearson.

Descripción: Este texto es una guía práctica para el uso de estadísticas y quimiometría en química analítica, proporcionando ejemplos y ejercicios específicos para la interpretación de datos químicos.

Manahan, S.E. (2017). *Environmental Chemistry (10th ed.)*. CRC Press.

Descripción: Este libro cubre una amplia gama de temas en química ambiental, proporcionando una visión completa de los procesos químicos que afectan el medio ambiente. Incluye aplicaciones prácticas y estudios de caso para ilustrar los conceptos discutidos.

Gilbert, R.O. (1987). *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. John Wiley & Sons.

Descripción: Este libro se centra en los métodos estadísticos específicos para el monitoreo de la contaminación ambiental, proporcionando herramientas y técnicas para analizar datos ambientales y evaluar la calidad del aire, agua y suelo.

Freedman, D., Pisani, R., & Purves, R. (2007). *Statistics (4th ed.)*. W.W. Norton & Company.

Descripción: Aunque este libro es un texto introductorio a las estadísticas en general, proporciona una base sólida en los principios estadísticos básicos, lo que es esencial para los estudiantes de química ambiental que buscan aplicar métodos estadísticos en su trabajo.

Harris, D.C. (2015). Quantitative Chemical Analysis (9th ed.). W.H. Freeman and Company.

Descripción: Este libro es un recurso clave en análisis químico cuantitativo, proporcionando técnicas y métodos para la medición precisa de sustancias químicas en diversas matrices ambientales.

Peng, R.D. & Dominici, F. (2008). Statistical Methods for Environmental Epidemiology with R: A Case Study in Air Pollution and Health. Springer.

Descripción: El material presentado en el libro se enfoca en los enfoques estadísticos para la estimación de riesgo de contaminación del aire en datos de serie de Incluye ejemplos de diversos estudios de caso con sus respectivas aplicaciones con el software R.

16. Recursos web

The Comprehensive R Archive Network <https://cran.r-project.org/>
R Studio: coding environment for R <https://posit.co/downloads/>
R Pubs by R Studio <https://rpubs.com/>