

## **Curso de postgrado:**

### **Introducción a los métodos estadísticos bayesianos en Ecología**

**Depto. de Ecología, Genética y Evolución - FCEN - UBA**

Profesor: Pablo Inchausti (Profesor Titular, Universidad de la República, Uruguay)

Coordinadores: Adriana Pérez y Gerardo Cueto (Grupo de Bioestadística Aplicada)

Fechas de dictado: Lunes 30 Septiembre a Viernes 4 Octubre 2024, de 9 a 17 hs

Puntaje para el doctorado: 2 puntos

Modalidad: PRESENCIAL. Curso a desarrollarse mediante el uso del software R. Se requiere computadora personal. Con evaluación final.

Requisitos: conocimientos básicos sobre el concepto de probabilidad, de las principales funciones de distribución de probabilidades (binomial, Poisson y normal), de nociones de estimación puntual y por intervalo (i.e. intervalos de confianza) de parámetros, test de hipótesis estadísticas y su relación con los intervalos de confianza, test t para diferencias de medias, regresión simple y Análisis de Varianza. Estos temas NO serán cubiertos en este curso. Conocimientos básicos de R (i.e. importación de datos, generación de gráficos simples, etc.)

Arancel: \$44000. Exentos: alumnos inscriptos en doctorado de la UBA, docentes de la FCEyN

Cupos y destinatarios: este curso está principalmente destinado a estudiantes de Postgrado en Ciencias Biológicas, Ciencias Ambientales, Agronomía y afines. Cupo máximo de 35 estudiantes. La selección será en base a un CV y a una carta de motivación detallada donde se indique claramente su formación o experiencia previa en Estadística y análisis de datos. Tendrán prioridad los estudiantes de doctorado de la FCEyN admitidos.

Pre-inscripción: los interesados deberán preinscribirse [aquí](#).

Cierre de preinscripción: 13 Septiembre de 2024 a las 12h

Confirmación de la vacante: tercera semana de Septiembre

Consultas: [biometria2exactas@gmail.com](mailto:biometria2exactas@gmail.com)

### **Programa del curso:**

**Objetivo:** Proporcionar una adecuada comprensión de los principios fundamentales de los métodos de análisis bayesianos y adquirir la capacidad de utilizarlos en forma crítica y razonada estos métodos en sus actividades de investigación.

### **Programa analítico:**

1. Introducción general. Origen y desarrollo histórico de los marcos conceptuales para la inferencia frecuentista y bayesiana. Diferencias en la interpretación de la probabilidad, variabilidad de los parámetros, interpretación y evaluación de precisión de estimación, uso

de información previa y adicional. Conceptos de Probabilidad condicional y marginal. Teorema de Bayes y noción de causalidad inversa.

2. Elementos básicos del análisis bayesiano. Componentes del método bayesiano de estimación: función de verosimilitud, funciones de probabilidades previas y posteriores. Dificultades y polémica histórica acerca de la distribución previa. Principales tipos de distribuciones previas: vagas, informativas y no informativas. Principales distribuciones de probabilidad empleadas para las distribuciones previas.

3. Análisis bayesiano I: Métodos analíticos para obtener la distribución posterior empleando probabilidades previas conjugadas. Métodos de simulación de las funciones de probabilidades posteriores basados en la optimización estocástica global (cadenas Markovianas Monte Carlo; MCMC). Principales métodos de simulación: muestreo de Gibbs, algoritmo de Metropolis-Hastings (JAGS) y enfoque Hamiltoniano (Stan) en R. Visualización e interpretación de las distribuciones posteriores de los parámetros. Ejemplos con el Modelo Lineal General. Diagnósticos de convergencia de los algoritmos. Criterios de información (DIC y WAIC) y su uso en la selección de modelos estadísticos.

4. Análisis bayesiano II: Los Modelos Lineales Generalizados (GLM) como marco teórico general para el análisis de datos univariados en escalas binaria (Binomial), de conteos (Poisson y Binomial Negativa) y continua (Beta, Normal, Gama, Lognormal). Componentes de los GLM: predictor lineal de las variables explicativas, función de conexión y errores aleatorios. Ajuste de GLM con métodos bayesianos e interpretación de parámetros. Validación de modelos estadísticos a través del análisis de residuos y la simulación de las distribuciones predictivas posteriores.

5. Modelos bayesianos jerárquicos. Estructuras jerárquicas en la naturaleza y en los datos. Definición de efectos fijos y efectos aleatorios y su interpretación biológica. Los modelos jerárquicos bayesianos como generalización de los modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) frecuentistas. Formulación y estimación de GLMM con métodos bayesianos e interpretación de sus parámetros. Uso de redes bayesianas (gráficos acíclicos dirigidos; DAG) para representar dependencias entre variables aleatorias y parámetros. Uso de variables latentes para modelar la incertidumbre de observación y errores de medición en los modelos jerárquicos.

**Modalidad de dictado:** el curso se dictará en su totalidad en laboratorio. Cada clase responderá a la modalidad teórico-práctica. A partir de la presentación de casos de estudio, se introducirán y discutirán los distintos modelos estadísticos. Las actividades prácticas consistirán en el análisis de casos provenientes de las ciencias biológicas aplicando los modelos propuestos. Se empleará el programa de análisis estadístico gratuito R así como de la interfase R-Studio. Se espera que los estudiantes utilicen sus laptops durante los prácticos de este curso. Todos materiales (clases, datos, scripts, libros y artículos) se pondrán a disposición de los estudiantes antes del comienzo del curso.

**Evaluación:** los alumnos serán evaluados en una única instancia de evaluación a través de un proyecto final de análisis de datos, sobre el cual entregarán un informe con la interpretación detallada de los resultados. Se aprobará el curso de acuerdo a los

requerimientos académicos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Este informe será enviado por e-mail dos semanas después del final del curso. Además de la nota del curso, los estudiantes recibirán por e-mail la corrección comentada de su informe final. Cada estudiante admitido en el curso se compromete formalmente a realizar la evaluación final del mismo.

### **Bibliografía:**

Bolker, B. 2008. *Ecological Models and Data in R*. Princeton University Press. Princeton.

Fletcher D. 2018. *Model Averaging*. Springer-Verlag. New York.

Gelman A. et al. 2014. *Bayesian data analysis*, 3rd edition. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, USA.

Gelman A. & J. Hill. 2007. *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical models*. Cambridge University Press.

Inchausti, P. 2023. *Statistical Modeling With R: a dual frequentist and Bayesian approach for life scientists*. Oxford University Press.

Hoobs N. & Hooten M. 2015. *Bayesian Models: a statistical primer for ecologists*. Princeton University Press.

Kery M. 2010. *Introduction to WinBUGS for Ecologists*. Academic Press. New York.

Kery M. & Schaub M. 2012. *Bayesian Population Analysis using WinBUGS*. Elsevier, New York.

Kruschke J. 2010. *Doing Bayesian Data Analysis. A Tutorial with R and BUGS*. Academic Press. New York.

Lambert J. 2018. *A Student's Guide to Bayesian Statistics*. Sage Publishers. London.

McGrayne S. 2010. *The Theory That Would Not Die*. Yale University Press. New Haven.

McCarthy M. 2007. *Bayesian Methods for Ecology*. Oxford University Press. Oxford.

McElreath R. 2020. *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. 2<sup>nd</sup> Edition. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, USA.

Royle J. & Dorazio R. 2008. *Hierarchical Modelling and Inference in Ecology: the Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities*. Academic Press. New York

Wang S. et al. 2018. *Bayesian Regression Modeling with INLA*. Chapman & Hall/CRC Boca Raton, USA.