

## PROGRAMAS DE CURSOS Y ASIGNATURAS

**TÍTULO DEL CURSO:** Diseño experimental y desarrollo de proyectos en ecología

**AÑO ACADÉMICO:** 2025

**CARRERA:** Doctorado en Biología - Plan de Estudios Ord. N° 556/86, Modif. 557/10 y 807/17

**FECHA DE DICTADO:** desde: 10/03/2025 - hasta: 30/06/2025

**DOCENTE/S RESPONSABLE/S:** Marcelo A. Aizen

**DOCENTE/S COLABORADORES/S:** Sabrina Gavini

**CARGA HORARIA TOTAL:** 80

**FUNDAMENTACIÓN:** En la mayoría de los programas de grado de biología el estudio de la estadística está desconectado de las preguntas que se plantean y de las hipótesis que se derivan de ellas. Este curso/ asignatura tiene como meta cubrir este bache, brindando a los alumnos un entrenamiento en el planteamiento de hipótesis y predicciones, puesta a prueba de las mismas a través de un diseño experimental o de muestreo apropiado, y uso de herramientas estadísticas para el análisis de datos resultantes de la implementación del diseño elegido. Las herramientas estadísticas con las que trabajaremos serán distintas variantes de los así llamados modelos lineales (ML). Este tipo de modelos estadísticos, que incluyen como casos particulares las regresiones lineales y el análisis de varianza (ANOVA), son los más comúnmente empleados en el análisis de datos derivados de la mayoría de los diseños experimentales y de muestreo implementados en el desarrollo de los proyectos en ecología, y en las ciencias biológicas en general. Estos modelos se implementarán utilizando R, un entorno/programa estadístico libre y de uso muy difundido en el mundo científico actual.

**PROGRAMA ANALÍTICO:** Unidad 1. La pregunta y la hipótesis

Distinto tipo de preguntas y sus implicancias. Diferencia entre hipótesis y predicciones.

Hipótesis biológicas y estadísticas.

Unidad 2. El ABC del buen diseño

Relación entre la pregunta, la hipótesis, y el diseño. Los conceptos de tratamiento, unidad experimental, y observación. La importancia del control, de la replicación, y la aleatorización. Réplicas verdaderas y falsas. Auto-correlación espacial y temporal.

Unidad 3. Repaso de conceptos básicos en estadística

Tipos de variables. La estadística descriptiva. Estadísticos de posición y dispersión. El concepto de los grados de libertad. El concepto del intervalo de confianza. Tipos de errores I y II.

Unidad 4. Introducción a los modelos lineales

Modelos lineales generales y generalizados. Factores fijos y aleatorios. Supuestos de los modelos lineales.

Unidad 5. Un universo dentro del universo: regresión lineal y ANOVA.

El concepto de cuadrados mínimos. Regresión simple y múltiple. Regresión de tipo I y II. Distintos tipos de ANOVA. Diseños balanceados y no-balanceados. Contrastes. Unidad 6: La probabilidad de los datos dada una hipótesis: máxima verosimilitud El concepto de “maxima verosimilitud” y de la devianza. Asomándose a Bayes. El criterio de información de Akaike (AIC) y la inferencia multimodelo. Unidad 7 Más allá del ANOVA: Modelos lineares generales Regresión lineal y ANOVA como casos particulares de los modelos lineares generales. El concepto de la variable “dummy”. Modelos lineares generales mixtos. Unidad 8. Más allá de los modelos lineares generales: modelos lineares generalizados El concepto de la función de enlace y de la distribución de los datos. Regresión logística y otras regresiones. Modelos lineares generalizados mixtos. Unidad 9. Después del análisis Interpretación y presentación de los resultados. La diferencia entre significancia estadística y significancia biológica.

**OBJETIVOS:** Contribuir a la formación científica de los estudiantes de grado y posgrado a través del entrenamiento en el (1) planteo de hipótesis y predicciones, (2) desarrollo del diseño experimental o de muestreo, y (3) análisis de datos a través del uso de modelos lineales.

**ACTIVIDAD PRÁCTICA:** La materia consta de 4 (cuatro) horas de teóricos, 4 (cuatro) horas de trabajos prácticos relacionados a cada una de nueve unidades del programa analítico, y 2 (dos) horas de consultas semanales durante 16 semanas.

**EVALUACIÓN Y CONDICIONES DE ACREDITACIÓN:** Para la acreditación de la cursada se deberá asistir al 80% de las clases y se deberá aprobar 2 seminarios y/o parciales con un puntaje mínimo de 7 (siete). Estos alumnos no rendirán examen final, pero sí deberán presentar un trabajo final de análisis de datos propios donde apliquen conceptos y métodos aprendidos durante el curso. Durante la cursada, así como previo a cada seminario/ parcial, el alumno dispondrá de los espacios para realizar consultas con el/los docente/s.

**MODALIDAD DE DICTADO:** PRESENCIALIDAD FÍSICA (presencialidad convencional): se desarrolla en edificios e instalaciones institucionales.

**BIBLIOGRAFÍA:** Libros estadísticos generales:

Burnham, K.P. & D.R. Anderson (1998) Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edition. Springer-Verlag.

Dobson, A.J. (2002) An Introduction to Generalised Linear Models. Chapman & Hall, New York.

Edwards, A.W.F. (1992) Likelihood. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Manly, B.F.J. (1991) Randomization and Monte Carlo methods in biology. Chapman and Hall, New York.

McCullagh, P. & J. A. Nelder. (1989) Generalized Linear Models. 2nd. edition. Chapman & Hall, New York.

Mead, R. (1988) The design of experiments. Cambridge University Press, Cambridge.

Quinn, G.P. & M.J. Keough (2002) Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, Cambridge.

Scheiner, S.M. & J. Gurevitch, eds. (2001) *Design and analysis of ecological experiments*, 2nd edition. Oxford University Press, Oxford.

Shipley, B. (2000) *Cause and correlation in biology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Sokal, R. R. & F J. Rohlf (1981) *Biometry*, 2nd ed. W. H. Freeman, New York, New York.

Zar, J.H. (1999) *Biostatistical analysis*. Pearson Education, India.

Libros estadísticos basados en R y de lenguaje R:

Bolker, B. M. (2008). *Ecological models and data in R*. Princeton University Press.

Dalgaard, P. (2008) *Introductory statistics with R*. Springer Science & Business Media.

Gelman, A., & Hill, J. (2006) *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge university press.

Paradis, E. (2002). *R para Principiantes*. Institut des Sciences de l'Évolution. Universit Montpellier.

Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology*. New York, NY: Spring Science and Business Media.

Artículos:

Bennington, C.C. & W.V. Thyne. 1994. Use and misuse of mixed model analysis of variance in ecological studies. *Ecology* 75: 717-722.

Betts, M. G., Hadley, A. S., Frey, D. W., Frey, S. J., Gannon, D., Harris, S. H., ... & Zárrate-Charry, D. (2021). When are hypotheses useful in ecology and evolution?. *Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1002/ece3.7365>

Cottingham, K. L., Lennon, J. T., & Brown, B. L. (2005). Knowing when to draw the line: designing more informative ecological experiments. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3: 145-152.

Farji-Brener, A. G. (2003). Uso correcto, parcial e incorrecto de los términos " hipótesis" y " predicciones" en ecología. *Ecología Austral* 13: 223-227.

Farji-Brener, A. G. (2004). ¿Son hipótesis las hipótesis estadísticas? *Ecología Austral* 14: 201-203.

Farji-Brener, A.G. (2006) La (significativa) importancia biológica de la no-significancia estadística. *Ecología Austral* 16: 79-84.

Feinsinger, P. (2013) Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica: ¿cuál estoy siguiendo, y por qué? *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 385-402.

Feinsinger, P. (2014) El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. *Bosque* 35: 449-457.

Fraser, H., Parker, T., Nakagawa, S., Barnett, A., & Fidler, F. (2018). Questionable research practices in ecology and evolution. *PloS one*, 13(7), e0200303.

Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54: 187-211.

Johnson, D.H. 1999. The insignificance of statistical significance testing. *Journal of Wildlife Management* 63: 763-772.

Lukacs, P. M., Thompson, W. L., Kendall, W. L., Gould, W. R., DOHERTY, P. F., Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2007) Concerns regarding a call for pluralism of information theory and hypothesis testing. *Journal of Applied Ecology* 44: 456-460.

Shaw, R.G. & T. Mitchell-Olds. 1995. ANOVA for unbalanced data: an overview. *Ecology*



## DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

Universidad Nacional del Comahue  
Centro Regional Universitario Bariloche

Quintral 1250 

Tel: 0294 – 4423374 / 4428505- Interno 454 

deptopostgradocrub@gmail.com 

74: 1638-1645.

Yoccoz, N.G. 1991. Use, overuse, and misuse of significance tests in evolutionary biology and ecology. *Bulletin of the Ecological Society of America* 72: 106-111.

Marcelo A. Aizen