

AÑO ACADÉMICO: 2020

DEPARTAMENTO Y/O DELEGACION: Ecología

PROGRAMA DE CATEDRA: DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESARROLLO CONCEPTUAL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Licenciatura en Cs. Biológicas y Doctorado en Biología

PLAN DE ESTUDIOS N°: Ord. 94/85, 883/93, 877/01 (Mod. 1249/13, 625/16, Rect. 608/20) (Lic. Cs. Biológicas). Ord. N° 556/86, MODIF. Ord. N° 557/10 (Doctorado en Biología)

CARGA HORARIA: 8 horas semanales x 16 semanas

REGIMEN: Cuatrimestral

CUATRIMESTRE: Primero (9 de marzo - 4 de julio)

HORARIO: Lunes de 15:30 a 18hs (Aula 3) -Viernes 8 a 13:30hs (Sala Verde)

EQUIPO DE CATEDRA: Dr. Marcelo A. Aizen (TIT) – Carolina Morales (JTP) y Guillermo Amico (JTP)

ASIGNATURA CORRELATIVA: Ecología General y Estadística 1

1. 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 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.

2. 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.

3. CONTENIDOS SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS:

La materia fue propuesta para su incorporación como materia optativa de la Licenciatura en Biología en el año 2012, siendo aprobada por el CD del CRUB. Se dictó por primera vez en modalidad cuatrimestral durante el año 2017.

4. CONTENIDO 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. El concepto del orden jerárquico de los tratamientos y/o factores. Medidas repetidas en el tiempo y el espacio. Los conceptos de 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 y la estadística inferencial. Tipos de errores I y II.

Unidad 4. Introducción a los modelos lineales

El mundo de los modelos lineales. Modelos lineales generales y generalizados. Factores fijos y aleatorios. Modelos lineales generales y generalizados mixtos. El concepto de la interacción. El quid de la cuestión: transformar o no transformar variables. Supuestos de los modelos lineales.

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

Regresión y el concepto de cuadrados mínimos. Regresión simple y múltiple. Regresión de tipo I y II. ANOVA de un factor. Regresión múltiple. El concepto de la interacción. ANOVA de dos o más factores (tipo I, II, y mixto). El concepto de la interacción. ANOVA anidado. Análisis de diseños en bloques simples y partidos por medio de ANOVA. Cuadrados latinos. Incluyendo covariables en un ANOVA (i.e. ANCOVA). Diseños balanceados y no-balanceados: tipos de cuadrados I, II, III, y IV. Contrastes.

Unidad 6: La probabilidad de los datos dada una hipótesis: máxima verosimilitud

El concepto de “maxima verosimilitud” y de la devianza. Razón entre devianzas (“likelihood-ratio test”). Asomándose a Bayes. El criterio de información de Akaike (AIC) y la inferencia multimodelo.

Unidad 7 Más allá del ANOVA: Modelos lineales generales

Regresión lineal y ANOVA como casos particulares de los modelos lineales generales. El concepto de la variable “dummy”. Modelos lineales generales mixtos y como una parte se beneficia del todo: los conceptos de “no pooling”, “complete pooling”, y “partial pooling”.

Unidad 8. Más allá de los modelos lineales generales: modelos lineales generalizados

El concepto de la función de enlace y de la distribución de los datos. Regresión logística y otras regresiones. El concepto de la sobre-dispersión. Modelos lineales generalizados mixtos.

Unidad 9. Después del análisis

Interpretación y presentación de los resultados. La diferencia entre significancia estadística y significancia biológica. Volviendo a la hipótesis.

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.
- Hilborn, R. & M. Mangel. (1997) The ecological detective. Princeton University Press, Princeton.
- 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.
- 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.
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54: 187-211.
- Gurevitch, J. & S.T. Chester. 1986. Analysis of repeated measures experiments. *Ecology* 67: 251-255.
- 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.
- Marone L y L Galetto. 2011. El doble papel de las hipótesis en la investigación ecológica y su relación con el método hipotético-deductivo. *Ecología Austral* 21: 201-216.
- Shaw, R.G. & T. Mitchell-Olds. 1995. ANOVA for unbalanced data: an overview. *Ecology* 74: 1638-1645.
- Stewart-Oaten, A. 1995. Rules and judgments in statistics: three examples. *Ecology* 76: 2001-2009.
- 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.

5. PROPUESTA METODOLÓGICA:

Modalidad: clases teóricas y de trabajos prácticos.

6. EVALUACIÓN Y CONDICIONES DE ACREDITACION:

Alumnos de grado Regulares: Para la acreditación de la cursada se deberá asistir al 70 % de las clases y aprobar 2 seminarios y/o parciales con un puntaje mínimo de 4 (cuatro) puntos. Deberá rendirse examen final. Durante la cursada, así como previo a cada seminario/ parcial, el alumno dispondrá de los espacios para realizar consultas con el/los docente/s.

Alumnos de grado Promocionales: Para la acreditación de la promoción se deberá asistir al 80% de las clases y se deberá aprobar 2 seminarios y/o parciales con un puntaje mínimo de 7 (siete) puntos. Durante toda la cursada así como previo a cada seminario/ parcial el alumno dispondrá del espacio necesario para realizar consultas con el/los docente/s.

Alumnos de grado Libres: Se considera en esta categoría aquellos alumnos que no han cursado la asignatura o que no poseen la acreditación de la cursada (ver alumno regular). Estos alumnos serán primero examinados con un examen escrito. En el caso de ser aprobado con un puntaje mínimo de 4 puntos podrán pasar a la instancia de examen oral, la cual también debe ser aprobada. La nota final es un promedio de ambas instancias evaluadas.

Alumnos de posgrado: 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 8 (ocho). 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.

7. DISTRIBUCIÓN HORARIA:

La materia consta de 3 (tres) horas de teóricos, 5 (cinco) horas de trabajos prácticos por semana durante 16 semanas. Todas las semanas se dispondrán de 2(dos) horas de consultas.

8. CRONOGRAMA:

Semana 1 (marzo 9-14): Unidad 1
 Semana 2 (marzo 16-20): Unidad 2
 Semana 3 (marzo 23-27): Unidad 3
 Semana 4 (marzo 30 – abril 3): Unidad 4 (1ª parte)
 Semana 5 (abril 6 –10): Unidad 4 (2ª parte)
 Semana 6 (abril 13-17): Unidad 5 (1ª parte)
 Semana 7 (abril 20-24): Unidad 5 (2ª parte)
 Semana 8 (abril 7 – mayo 1): Repaso y 1^{er} parcial
 Semana 9 (mayo 4-8): Unidad 6
 Semana 10 (mayo 11-15): Unidad 7 (1ª parte)
 Semana 11 (mayo 18-22): Unidad 7 (2ª parte)
 Semana 12 (junio 1-5): Unidad 8 (1ª parte)
 Semana 13 (junio 8-12): Unidad 8 (2ª parte)
 Semana 14 (junio 15-19): Unidad 9
 Semana 15 (junio 22-26): Repaso y 2^{do} parcial
 Semana 16 (junio 29-julio 3): Recuperatorios del 1^{er} y 2^{do} parcial

Dr. Marcelo A. Aizen
PROFESOR TITULAR
 (firma y aclaración)

CONFORMIDAD DEL DEPARTAMENTO
 (firma y aclaración)

Mg. ALFONSO AGUILAR
 Secretario Académico
 Centro Regional Univ. Bariloche
 Univ. Nacional del Comahue

CONFORMIDAD DEL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO BARILOCHE
 (firma y aclaración)