



**Disciplina:** NT - 256 Tópicos Especiais em Biologia Vegetal I – turma H  
**(Métodos en Ecología Evolutiva con Énfasis en Selección Fenotípica)**

**Responsável pela disciplina:** **Profa. Dra. Marlies Sazima**

**Docente que ministrará a disciplina:** **Dr. Santiago Benitez-Vieyra**

**Condensada** – período de 06 a 10 de agosto de 2012, das 09:00 às 12:00 e das 14:00 às 17:00 h

**Créditos:** 03

## PROGRAMA

### Objetivos

- Desenvolver uma ampla visão de los métodos utilizados en el ámbito de la ecología evolutiva, con especial énfasis en las técnicas estadísticas y en el diseño de experimentos utilizadas para la estimación de la selección natural.
- Preparar a los alumnos para el planteamiento y solución de problemas en ecología evolutiva.

### Temario

#### *1. Conceptos generales.*

1.1. Historia de los análisis en ecología y evolución. De Darwin a la síntesis evolutiva. Principales escuelas de pensamiento. Enfoques actuales.

1.2. Conceptos básicos en ecología evolutiva. Selección natural y adaptación. Selección sexual. Agentes y blancos de la selección. Unidades de selección. Heredabilidad y respuesta a la selección.

#### *2. Estimación de la selección.*

2.1. Selección fenotípica sobre caracteres multivariados. La escuela de Chicago y el enfoque de Lande y Arnold.

2.2. Medidas de desempeño reproductivo. Selección de estimadores de desempeño reproductivo en plantas y animales. Componentes multiplicativos del éxito reproductivo.

2.3. Limitaciones y propuestas complementarias al modelo de Lande y Arnold. Regresiones no paramétricas cubic splines y thin-plate splines.



### *3. Heredabilidad y respuesta a la selección*

3.2. Heredabilidad. Definiciones. Diseño de experimentos de cruce. Métodos estadísticos para estimar la heredabilidad: nested ANOVA, mixed models. El modelo animal y su estimación.

3.3. Respuesta a la selección. La matriz G. La ecuación de los criadores y la selección artificial.

### *4. Pruebas de hipótesis adaptativas.*

4.1. Causalidad en ecología evolutiva. Path analysis y structural equation modelling como enfoques alternativos para probar hipótesis adaptativas.

4.2 Diseño de estudios para la estimación de selección natural.

### *5. Restricciones a la selección natural y perspectivas en ecología evolutiva*

5.1. Concepto de restricción y evolucionabilidad (evolvability).

5.2. La matriz G como origen de restricciones a la selección. Comparación de matrices mediante random skewers y common principal components.

5.2. Perspectivas evo-devo y críticas al programa de investigación en ecología evolutiva.

### **Destinatarios de la actividad**

El curso está destinado a alumnos de doctorado, maestría o investigadores en biología y ciencias afines. Se requiere de los alumnos conocimiento de inglés y tendrán preferencia aquellos que posean conocimientos de estadística. Se recomienda (pero no es excluyente) alguna familiaridad con el software R. El cupo máximo de alumnos es 25.

### **Metodología de dictado**

El curso comprende clases teóricas, práctica en el aula y práctica de campo. Las clases prácticas incluirán el uso de programas de cómputo, discusión de trabajos científicos y resolución de problemas. Se proveerá al alumno de lecturas y guía de ejercicios para realizar fuera del horario de clases. Para la evaluación final se desarrollará un trabajo que utilice las metodologías aprendidas.

Se espera que al final del curso el alumno sea capaz de reconocer, desarrollar e interpretar los principales métodos utilizados en la estimación de selección natural y adaptación en estudios de ecología evolutiva con una perspectiva microevolutiva.

### **Bibliografía**



Se marca con (!) los de lectura obligatoria y con (\*) los de lectura sugerida

- Arnold S, Wade M. 1984. On the measurement of natural and sexual selection: Theory. *Evolution* 38: 709-719.
- Arnold S, Wade M. 1984. On the measurement of natural and sexual selection: Applications. *Evolution* 38: 720-734.
- Avise JC, Ayala FJ Eds. 2007. In the light of evolution: Volume 1. Adaptation and complex design. National Academy of Sciences, USA.
- Avise JC, Ayala FJ Eds. 2009. In the light of evolution: Volume 3. Two centuries of Darwin. National Academy of Sciences, USA.
- (\*) Benitez-Vieyra S, Medina AM, Cocucci AA. 2009. Variable selection patterns on the labellum shape of *Geoblasta pennicillata*, a sexually deceptive orchid. *Journal of Evolutionary Biology* 22: 2354-2362.
- (!) Breuker CJ, Debat V, Klingenberg CP. 2006. Functional evo-devo. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 488.
- (!) Brodie III E, Moore A, Janzen F. 1995. Visualizing and quantifying natural selection. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 313-318.
- Campbell D. 2009. Using phenotypic manipulations to study multivariate selection of floral trait associations. *Annals of Botany* 103: 1557-1566.
- Cheverud JM, Marroig G. 2007. Comparing covariance matrices: Random skewers method compared to the common principal components model. *Genetics and Molecular Biology* 30: 461-469.
- Conner JK. 2001. How strong is natural selection? *Trends in Ecology and Evolution* 16: 215-217.
- Conner JK, Hartl DL. 2004. A primer of ecological genetics. Sinauer Associates, USA.
- Futuyma DJ. 2009. Evolutionary biology. Sinauer Associates, USA.
- (\*) Gómez JM. 2000. Phenotypic selection and response to selection in *Lobularia maritima*: importance of direct and correlational components of natural selection. *Journal of Evolutionary Biology* 13: 689-699.
- (\*) Gómez JM, Abdelaziz M, Muñoz-Pajares J, Perfectti F. 2009. Heritability and genetic correlations of corolla shape and size in *Erysimum mediohispanicum*. *Evolution* 63: 1820-1831.
- Gould SJ. 2002. The structure of evolutionary theory. Harvard University Press, USA.



- Kingsolver JG, Hoekstra HE, Hoekstra JM, Berrigan D, Vignieri SN, Hill CE, Hoang A, Gibert P, Beerli P. 2001. The strength of phenotypic selection in natural populations. *American Naturalist* 157: 245-261.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. (1997) Behavioural ecology: An evolutionary approach. Fourth Edition. Blackwell Science.
- (!) Lande R, Arnold S. 1983. The measurement of selection on correlated characteres. *Evolution* 37: 1210-1226.
- (!) Mayr E. 2006. Typological versus population thinking. In Sober: Conceptual issues in evolutionary biology, 3<sup>rd</sup> edition. Cambridge, MASS, USA: MITT Press.
- Mayr E, Provine WB Eds. 1998. The evolutionary synthesis: Perspectives on the unification of biology. Harvard University Press, USA.
- (!) Mitchell-Olds T, Shaw R. 1987. Regression analysis of natural selection: statistical inference and biological interpretations. *Evolution* 41: 1149-1161.
- (!) Pigliucci M. 2007. Finding the way in phenotypic space: The origin and maintenance of constraints on organismal form. *Annals of Botany* 100: 433-438.
- Pigliucci M, Kaplan J. 2006. Making sense of evolution: the conceptual foundations of evolutionary biology. University of Chicago Press, USA.
- Pugesek BH, Tomer A, von Eye A. 2003. Structural Equation Modeling: Applications in Ecological and Evolutionary Biology Research. Cambridge University Press, UK.
- Schluter D. 1988. Estimating the form of natural selection on a quantitative trait. *Evolution*, 42, 849-861.
- Schluter D, Nychka D. 1994. Exploring fitness surfaces. *The American Naturalist* 143: 597-616.
- (!) Shipley B. 2000. Chapter 1 in: Cause & correlation in biology: A user's guide to path analysis, structural equations & causal inference. Cambridge University Press, UK.
- (\*) Sletvold N, Grindeland JM, Ågren J. 2010. Pollinator-mediated selection on floral display, spur length and flowering phenology in the deceptive orchid *Dactylorhiza lapponica*. *New Phytologist* 188: 385-392.
- Soler M Ed. 2002. Evolución. La base de la biología. Proyecto Sur de Ediciones, España.
- (!) Stepan SJ, Phillips PC, Houle D. 2002. Comparative quantitative genetics: evolution of the G matrix. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 320-327.
- (!) Visscher PM, Hill WG, Wray NR. 2008. Heritability in the genomics era - concepts and misconceptions. *Nature Reviews Genetics* 9, 255-266.



- Walsh B, Blows M. 2009. Abundant genetic variation + strong selection = multivariate genetic constraints: A geometric view of adaptation. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 40: 41-59.
- Williams GC. 1992. Natural selection: Domains, levels, and challenges. Oxford University Press, UK.
- (\*) Wilson AJ, Réale D, Clements MN, Morrissey MM, Postma E, Walling CA, Kruuk LEB, Nussey DH. 2010. An ecologist's guide to the animal model. *Journal of Animal Ecology* 79: 13–26.