



El curso "Genética y Ecología Molecular I" se fundamenta en la necesidad de formar alumnos de Doctorado en Cs. Biológicas y afines en una disciplina joven y en constante crecimiento como lo es la ecología molecular, también llamada genética ecológica. Abarca dos módulos principales: Genética del paisaje y Genética del comportamiento. La teoría y práctica de esta temática se nutre de diversas disciplinas de la biología, principalmente la genética, la ecología y la biología evolutiva, y también de otras disciplinas tangenciales como lo son la bioinformática. En los últimos 20 años se han desarrollado metodologías cada vez más confiables y accesibles para caracterizar molecularmente individuos, poblaciones y especies, por lo que esta tarea se ha vuelto casi rutinaria. Consecuentemente, se ha generado una enorme cantidad de datos que ha permitido a biólogos evolutivos, genetistas y ecólogos, proponer nuevas hipótesis sobre ecología y evolución en plantas, animales, hongos, algas y bacterias. En paralelo a esto, el gran avance informático ha permitido implementar algoritmos desarrollados en relación a ésta, y otras disciplinas muy relacionadas como lo es el análisis filogenético, y poder así responder de una manera más rigurosa a las tantas preguntas que surgen como resultado de las investigaciones en este nuevo campo de la ciencia. Los marcadores moleculares nos permiten, cuantificar la diversidad genética, rastrear el movimiento de los individuos, medir endogamia, identificar restos de individuos, caracterizar nuevas especies y trazar patrones históricos de dispersión. Todas estas aplicaciones se usan frecuentemente para investigar cuestiones ecológicas prácticas, tales como cuáles son las poblaciones que están en mayor riesgo de extinción dado su nivel de endocria, o también cuánta hibridación ocurrió entre cultivos genéticamente modificados y sus parientes salvajes. Por todo lo expuesto, es fundamental que biólogos orientados hacia la genética evolutiva y la ecología, tengan la oportunidad de adquirir los conocimientos básicos y las herramientas fundamentales en relación a esta temática.


### **Objetivos:**

- 1) Destacar la importancia de los estudios sobre biodiversidad molecular en estudios ecológicos, en particular aquellos relacionados a la genética del paisaje y del comportamiento.
- 2) Comprender los principios genéticos y evolutivos que subyacen a la elaboración de los algoritmos utilizados en ecología molecular.
- 3) Aprender a utilizar las herramientas informáticas más comúnmente usadas para el análisis de caracteres moleculares aplicados a estudios de ecología molecular.

### **PROGRAMA**

#### **Modulo I: Genética del Paisaje**

1. Introducción: Definición de Genética del Paisaje. Introducción de conceptos básicos (población panmíctica, la población como unidad de evolución, herramientas de la genética de poblaciones, estructura genética de una población, equilibrio de Hardy Weinberg, Deriva Genética, estadísticos F de Wright). Marcadores moleculares utilizados en Genética del

  
Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA  
DPTO. ECOLOGÍA GENÉTICA Y EVOLUCIÓN



Paisaje. Metodologías utilizadas en genética del paisaje. Herramientas de análisis espacial: estadísticos espaciales y herramientas básicas de GIS.



2. Análisis Molecular de la Varianza: Partición del F por análisis de varianza. Análisis de la varianza molecular (AMOVA). Desarrollo metodológico. Distancias evolutivas entre haplotipos. Partición de la matriz de distancias en componentes jerárquicos. Estadísticos  $\Phi$ . Medidas de distancia utilizadas para cada marcador (AFLP, microsatélites, etc.). Modelos de evolución molecular y cálculo de distancias de sustitución nucleotídicas. Ejemplos de aplicación de AMOVA. Uso del programa ARLEQUIN.
3. Métodos de agrupamientos Bayesianos. Estadística Bayesiana vs. Estadística Clásica. Críticas al paradigma clásico. Teorema de Bayes. Probabilidades *a priori* y *a posteriori*. "Flat priors". Distribución de probabilidades. Probabilidades objetivas y subjetivas. Uso de Cadenas de Markov de Monte Carlo (MCMC). Definición de metapoblaciones. Métodos Bayesianos de asignación poblacional de individuos y del número de unidades panmicticas (K). Genotipos multilocus. Identificación de inmigrantes. Uso del programa STRUCTURE y modelos estadísticos subyacentes.
4. Métodos de Autocorrelación Espacial y de Interpolación Espacial. Correlación de distancias genéticas y variables ambientales. Determinación de gradientes. Climas. Interpolación espacial en especies de distribución uniforme: definición. Identificación de barreras del flujo génico asociadas a ambientes no utilizables: Algoritmo de Monmonier. Métodos de Autocorrelación espacial. Uso del programa Allele in Space (AIS) y DIVA GIS.
5. Métodos de regresión y Análisis Multivariado. Especies con distribución uniforme de poblaciones. Test de Mantel y cálculo del Tamaño del Vecindario. Capacidad de dispersión. Análisis Multivariado y Síntesis de Mapas. Análisis de Componentes Principales y de Correlación Canónica.
6. Genética del Paisaje de comunidades microbianas acuáticas. El papel de las comunidades microbianas en la naturaleza. Problemas de la microbiología molecular. Genes ribosomales como marcadores de utilidad en la identificación de microorganismos. Sondas genéticas para la identificación. Aplicación de la técnica de CARD-FISH para la cuantificación de grupos bacterianos y otros organismos de la trama microbiana. Análisis de la biodiversidad microbiana por técnicas de fingerprinting (ej. DGGE). Perfiles genéticos de comunidades microbianas. Aplicación de técnicas moleculares en estudios regionales de comparación de ambientes. Clonado de comunidades microbianas. Otras alternativas al ARN ribosomal para la identificación de comunidades microbianas.

## Modulo II: Genética del Comportamiento

7. Análisis de paternidad: Marcadores moleculares utilizados para investigar sistemas de apareamiento. Análisis de paternidad. Determinación de sistemas de apareamiento desconocidos. Análisis de paternidad aplicados a estudios de dimorfismo sexual, selección sexual y competencia de espermias. Uso del programa MLRelatedness.

Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA  
DPTO. ECOLOGÍA GENÉTICA Y EVOLUCIÓN

8. De la monogamia a la promiscuidad: estudios mediante marcadores moleculares. Elección del macho y el Complejo Mayor de histocompatibilidad. Sexado molecular. Determinación de desvíos en relaciones de sexos. Determinación de paternidad para poner a prueba modelos de comportamiento cooperativo. Marcadores mitocondriales aplicados al estudio del parasitismo de cría. Uso del programa COLONY.



### **Bibliografía citada y sugerida**

- Beebe, T. & Rowe, G. 2005. *An introduction to molecular ecology*. Oxford University Press. Great Britain.
- Corander, J., Waldmann, P., and Sillanpää, M. (2003). Bayesian analysis of genetic differentiation between populations. *Genetics* 163, 367-374.
- Dawson, K.J., and Belkhir, K. (2001). A Bayesian approach to the identification of panmictic populations and the assignment of individuals. *Genet. Res.* 78,59-77.
- Dolan, J. R. (2005). Biogeography of aquatic microbes. *Aquat Microb Ecol.* 41:39-48.
- Fenchel, T. and Finlay, B. J. (2004). The ubiquity of small species: patterns of local and global diversity. *BioScience.* 54:777-784.
- Finlay, B. F., Corliss, J. O., Esteban, G. F., and Fenchel, T. (1996). Biodiversity at the microbial level: the number of free-living ciliates in the biosphere. *Q Rev Biol.* 71:221-237
- Foissner, W. (1999) Protist diversity: estimates of the near-imponderable. *Protist.* 150. 363-368.
- Foissner, W. (2004) Ubiquity and cosmopolitanism of protists questioned. *SILnews.* 43. 6-7.
- Foissner, W. (2006) Biogeography and dispersal of micro-organisms: a review emphasizing protists. *Acta Protozool.* 45. 111-136.
- Ford M.J. 2002. Applications of selective neutrality tests to molecular ecology. *Mol. Ecol.* 11: 1245-1262.
- Freeland, J.R. 2005. *Molecular Ecology*. Ed.: John Wiley and Sons, Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England. 2005.
- Fu Y.-X. 1996. New statistical tests of neutrality for DNA samples from a population. *Genetics* 143: 557-570.
- Fu Y.-X. 1997. Statistical tests of neutrality against population growth, hitchhiking and background selection. *Genetics* 147: 915-925.
- Fu Y.-X. and Li W.-H. 1993. Statistical tests of neutrality of mutations. *Genetics* 133: 693-709.
- Guzman, N.V, Lia, V.V, Lanteri, A.A., Confalonieri, V.A. 2007. Population structure of the boll weevil in cotton fields and subtropical forests of South America: A bayesian approach. *Genetica* 131: 11-20.
- Hadly, Elizabeth A.; M. Van Tuinen M, Y.L.Chan, K. Heiman. 2003. "Ancient DNA evidence of prolonged population persistence with negligible genetic diversity in an endemic tuco-tuco (*Ctenomys sociabilis*)". *Journal of Mammalogy* 84: 403.
- Hamilton, M. 2009. *Population genetics*. Wiley-Blackwell Eds. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK
- Hanski, I. (1998b). Metapopulation dynamics. *Nature* 396, 41-49.

  
Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA  
DPTO. ECOLOGIA GENETICA Y EVOLUCION

- Hein, J., Schierup, M.H., y Carsten, W. (2006) *Gene Genealogies, Variation and Evolution: a primer in Coalescent Theory*. Oxford University Press.
- Komárek, J. (1999). Diversity of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) of King George Island, maritime Antarctica—a survey. *Archiv für Hydrobiologie Supplementband Algological Studies*. **94**:181-193.
- Kuhner M.K., Yamato J. and Felsestein J. 1995. Estimating effective population size and mutation rate from sequence data using Metropolis-Hastings sampling. *Genetics* **140**: 1421-1430.
- Kuhner M.K., Yamato J. and Felsestein J. 1998. Maximum likelihood estimates of population growth rates based on the coalescent. *Genetics* **149**: 429-434.
- Lacey, E. 2001. Microsatellite variation insolitary and soacial tuco-tucos: molecular properties and population dynamics. *Heredity*, **86**: 628-637
- Lacey, E., S. Braude, J. Wiczorek. 1997. Burrow sharing by colonial tuco-tucos (*Ctenomys sociabilis*). *Journal of Mammology*, **78**(2): 556-562
- Lia, V.V, Confalonieri, V.A., y Poggio, L. B. 2007. Chromosome polymorphism in maize landraces: adaptive vs. demographic hypothesis of clinal variation. *Genetics* **177**: 895-904
- Lindström, E. S. (2000). Bacterioplankton community composition in five lakes differing in trophic status and humic content. *Microb Ecol.* **40**:104-113.
- Lindström, E. S. (2001). Investigating influential factors on bacterioplankton community composition—results from a field study of five mesotrophic lakes. *Microb Ecol.* **42**:598-605.
- Lindström, E. S. (2002). Do neighbouring lakes share common taxa of bacterioplankton? Comparison of 16S rDNA fingerprints and sequences from three geographic regions. *Microb Ecol.* **44**:1-9.
- Muyzer, G., E. D. De Waal, and A.G. Uitterlinden 1993. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes for 16S rRNA. *Applied and Environmental Microbiology* **59**:695-700.
- Pearce DA (2005) The structure and stability of the bacterioplankton community in Antarctic freshwater lakes, subject to extremely rapid environmental change. *FEMS Microbiol Ecol* **53**:61-72.
- Pearce, D. A. (2000). A method to study bacterioplankton community structure in Antarctic lakes. *Polar Biol.* **23**:352-356.
- Pielou, E. C. (1979). *Biogeography*. Wiley-Interscience, New York.
- Pritchard, J., Stephens, M., and Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* **155**, 945-959.
- Ramette, A. (2007). Multivariate analyses in microbial ecology. *FEMS Microbiol Ecol.* **62**:142-160.
- Rannala, B., and Mountain, J.L. (1997). Detecting immigration by using multilocusgenotypes. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **94**, 9197-9201
- Tajima F. 1989. Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics* **123**: 585-595.
- Ter Braak, C. J. S. and Smilauer, P. (2002). *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination, version 4.5*. Microcomputer Power, Ithaca, N.Y.



Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA  
DPTO. ECOLOGIA GENETICA Y EVOLUCION

Vincent, W. F. (eds.) (2000). Cyanobacterial dominance in the polar regions. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht London Boston.



A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'Z' followed by a horizontal line and a small flourish.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'Z' followed by a horizontal line and a small flourish.

**Dra. IRINA IZAGUIRRE**  
**DIRECTORA**  
**DPTO. ECOLOGIA GENETICA Y EVOLUCION**



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ref. Expte. N° 500.589/11

Buenos Aires, 20 MAY 2013

**VISTO:**

la nota de la Dra. Irina Izaguirre, Directora del Departamento de Ecología Genética y Evolución, mediante la cual eleva la información y programa del curso de posgrado **Genética y ecología molecular I** que será dictado durante el primer cuatrimestre 2013 (desde el 19/03/2013 al 10/05/2013) por la Dra. Viviana Confalonieri y colaboradores.

**CONSIDERANDO:**

lo actuado por la Comisión de Doctorado de esta Facultad 05/03/2013,  
lo actuado por la Comisión de Enseñanza, Programas, Planes de Estudio y Posgrado;  
lo actuado por la Comisión de Presupuesto y Administración,  
lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,  
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
RESUELVE:**

**Artículo 1°:** Autorizar el dictado del curso de posgrado **Genética y ecología molecular I**, de 68 horas.

**Artículo 2°:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Genética y ecología molecular I** obrante a fs 23 a 27 del expediente de la referencia.

**Artículo 3°:** Aprobar un puntaje máximo de dos (2) puntos para la carrera del Doctorado.

**Artículo 4°:** Aprobar un arancel de 200 módulos, estableciendo que los montos recaudados serán utilizados conforme a lo dispuesto por Resolución CD N° 072/03.

**Artículo 5°:** Comuníquese a la Dirección del Departamento de Ecología, Genética y Evolución y a la Subsecretaría de Postgrado y a la Biblioteca FCEN (con fotocopia de programa incluida fs 23 a 27).

**Artículo 6°:** Comuníquese a la Dirección de alumnos sin fotocopia del programa. Cumplido; archívese.

RESOLUCION CD N°  
SP-ga 24/04/2013

1104

Dr. JAVIER LÓPEZ DE CARLAVE  
SECRETARIO GENERAL

Dr. JORGE ALIAGA  
DECANO