



1. DATOS DEL PROGRAMA Y LA ASIGNATURA	
NOMBRE DEL PROGRAMA	MAESTRÍA EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	Genética para la Conservación
CLAVE	9420

TIPO DE ASIGNATURA	OBLIGATORIA		OPTATIVA	X
--------------------	-------------	--	----------	---

TIPO DE ASIGNATURA	TEÓRICA		PRACTICA		TEÓRICA-PRACTICA	X
--------------------	---------	--	----------	--	------------------	---

NÚMERO DE HORAS	63
NÚMERO DE CREDITOS	7
FECHA DE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN	29 abril 2020

I. DATOS DEL PERSONAL ACADÉMICO			
RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA	Dr. Francisco Javier García-De León	CLAVE	
PROFESORES PARTICIPANTES	Dr. Gopal Murugan		

A) OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA:
El curso tiene como finalidad preparar al alumno conceptual y metodológicamente en las disciplinas de genética de poblaciones, genética del paisaje, filogeografía y reconstrucción filogenética para generar conocimientos transformadores e innovadores; permitir el manejo sustentable y promover la conservación de los recursos bióticos en un mundo dominado por el

pragmatismo y globalización.

B) DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROGRAMA DEL CURSO O ASIGNATURA:	
El curso de Genética para la Conservación va dirigido a estudiantes de maestría y doctorado, principalmente pero no exclusivamente de la Academia de Zonas Áridas del posgrado del CIBNOR. El curso pretende dar un panorama general de conceptos y procedimientos en cuatro disciplinas que tienen amplias aplicaciones en la biología de la conservación de especies. Estas disciplinas son la genética de poblaciones, la genética del paisaje, la filogeografía y reconstrucción filogenética, todas ellas se han beneficiado de los avances en biología molecular y procedimientos bio-informáticos para alcanzar sus objetivos y han mostrado su potencial en biología de la conservación de especies.	
TEMAS Y SUBTEMAS	(Horas)
TEMA 1. INTRODUCCIÓN Profesor: Dr. Francisco Javier García-De León	Horas: 8 teóricas
1.1 Aspectos históricos en Genética Moderna.	
1.2 ¿Por qué conservar la biodiversidad?	
1.3.1 Significado e importancia de la diversidad genética.	
1.3.2 Distinción entre muestreo genético y estadístico.	
1.3.3 Estimación de la variabilidad genética.	
1.3.4 Frecuencias alélicas y genotípicas.	
1.3.4 Equilibrio de Hardy-Weinberg y sus aplicaciones.	
TEMA 2. MARCADORES GENÉTICOS Profesor: Dr. Francisco J. García de León y Dr. Gopal Murugan	Horas: 11 6 teórica 5 práctica
2.1 Marcador molecular, concepto y tipos; diseño del muestreo; colecta y almacenamiento de tejidos.	

2.2 Alosimas, Isoenzima. Definición, fundamentos y aplicaciones.	
2.3 Citogenética molecular. Definición, fundamentos y aplicaciones.	
2.4 Marcadores obtenidos por PCR. RFLPs, RAPDs, AFLPs, SNPs, genes simple copia, RNA ribosómico y Microsatélites. Definición, fundamentos y aplicaciones.	
2.5. Secuenciación. Maxam y Gilbert, Sanger y de última generación. Definición, fundamentos y aplicaciones.	
TEMA 3. GENÉTICA DE POBLACIONES. Profesor: Dr. Francisco Javier García-De León	Horas: 14 7 teóricas 7 práctica
3.1 Sistemas de reproducción.	
3.2 La deriva genética.	
3.3 Las mutaciones.	
3.4 Estructura geográfica de las poblaciones y flujo genético.	
3.5 La selección natural.	
TEMA 4. GENÉTICA DEL PAISAJE. Profesor: Dr. Francisco Javier García-De León	Horas: 10 teóricas
4.1 Definición	
4.2 El desafío de la interdisciplinaridad en estudios de genética del paisaje	
4.3 Pasos analíticos para un estudio de la genética del Paisaje	
4.3.1 Variación genética neutral y adaptativa para estudios de Paisaje Genético	
4.3.1.1 Métodos de agrupamiento y de asignación; aislamiento por distancia; autocorrelación espacial; análisis de detección de borde	
4.3.2 Estructura del Paisaje (Conectividad estructural y funcional)	

4.3.2.1 Modelos de Costo mínimo; modelos de aislamiento por resistencia	
4.3.3 Correlación entre patrones de variación genética y la estructura del paisaje	
4.3.3.1 Análisis de correspondencia canónica; prueba parcial de Mantel; modelos causales; modelos generalizados de disimilitud	
4.4 La genómica en el paisaje genético	
4.5 Paisaje genético en animales terrestres, ríos y mares	
TEMA 5. FILOGEOGRAFÍA. Profesor: Dr. Francisco Javier García-De León	Horas: 10 teóricas
5.1 Definición y conceptos básicos (hipótesis filogeográficas, vicarianza vs dispersión)	
5.2 Historia y alcances	
5.3 Métodos filogeográficos (coalescencia, redes mínimas de haplotipos, mismatch, demografía histórica)	
5.4 Filogeografía interespecífica (patrones filogeográficos)	
5.5 Filogeografía comparada (Concordancias y discordancias genealógicas)	
5.6 Genómica y Filogeografía	
TEMA 6. RECONSTRUCCIÓN FILOGENÉTICA. Profesores: Dr. Gopal Murugan y Dr. Francisco Javier García-De León	Horas: 10 5 teóricas 5 práctica
6.1 Tipos de árboles filogenéticos (enraizados contra no enraizados, de genes contra especie, etc.) y diferentes escuelas.	
6.2 Procedimientos para la reconstrucción de filogenias.	
6.2.1 Métodos de distancia (Neighbour Joining).	
6.2.2 Métodos de Máxima parsimonia.	

6.2.3 Métodos de Máxima verosimilitud (Maximum Likelihood).	
6.2.4 Inferencia Bayesiana.	
6.3 Determinación del mejor método de substitución de nucleótidos.	
6.4 Reloj molecular. Conceptos generales. Calibración y controversias.	

2. BIBLIOGRAFÍA:
<p>1. Libros:</p> <p>Allendorf, F. W. and G. Luikart. (2007). Conservation and the genetics of populations. Blackwell Publishing. 642.</p> <p>Avise, J.C. (2000). Phylogeography. The history and formation of species. Harvard University Press. 447.</p> <p>Avise, J.C. (2004). Molecular markers, natural history and evolution. Second edition. Chapman & Hall. New York. 511 p.</p> <p>Avise, J.C. and J.L. Hamrick (1996). Conservation genetics. Case histories from nature. Chapman and Hall. 512 p.</p> <p>Balkenhol, N., S. Cushman, A. Storfer, and L. Waits. (2015). Landscape genetics: Concepts, methods, applications. Wiley Blackwell.</p> <p>Carton, J. C., G. Ceballos and R. S. Felger. (2005). Biodiversity, ecosystems, and conservation in Northern Mexico. Oxford University Press. 496.</p> <p>Carvalho, G.R. and T.J. Pitcher Eds. (1995). Molecular genetics in fisheries. Chapman & Hall. London 141 p.</p> <p>Crisci, J. V., L. Katinas, and P. Posadas. (2003). Historical biogeography. An introduction. Harvard University Press. 250.</p> <p>Felsenstein, J. (2004). Inferring Phylogenies. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 664.</p> <p>Ferraris, J.D. and S.T. Palumbi Eds. (1996). Molecular Zoology. Advances, strategies, and protocols. Wiley Liss. New York. 580 p.</p> <p>Frankham, R., J.D. Balou y D.A. Briscoe. (2010). Introduction to conservation genetics. Second edition. Cambridge University Press, UK. 617.</p> <p>Freeland, J.R. (2011). Molecular ecology. Second edition. J. Wiley & Sons, Ltd. 388.</p> <p>Futuyama, D.J. (1986). Evolutionary biology. Second edition. Sinauer. Sunderland, Massachusetts, USA. 600 p.</p> <p>García de León, F.J. (2003). Apuntes de genética de poblaciones. Inédito. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria</p> <p>Garte, S.J. Ed. (1994). Molecular environmental Biology. Lewis Publishers. Boca Raton. 256 p.</p> <p>Gillespie, J.H. (1991). The causes of molecular evolution. Oxford University Press. 336.</p> <p>Gillespie, J.H. (2004). Population genetics. A concise guide. Second edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 174 p.</p> <p>Goldstein, D. B. and C. Schlotterer. (1999). Microsatellites. Evolution and applications. Oxford University Press. 652.</p>

- Hall, B. G. (2011). *Phylogenetic trees made easy. A how-to manual*. Fourth edition. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 221
- Hallerman, E.M. (2003). *Population genetics: Principles and applications for Fisheries Scientists*. Amerifan Fisheries Society. Betesda, Maryland, USA. 458.
- Hallgrímsson, B. and B. K. Hall. (2011). *Epigenetics. Linking genotype and phenotype in development and evolution*. University of California Press. 459.
- Hanski, I. and M. E. Gilpin. (1997). *Metapopulation biology. Ecology, genetics and evolution*. Academic Press. 512.
- Hanski, I. and O. E. Gaggiotti (2004). *Ecology, genetics, and evolution of metapopulations*. Elsevier Academic Press. 696.
- Hartl, D.L. and A.G. Clark (2006). *Principles of population genetics*. Fourth edition. Sinauer. Sunderland, Massachusetts. 682 p.
- Harvey, P.H. y M.D. Pagel. (1991). *The comparative method in evolutionary biology*. Oxford University Press, N.Y. 239.
- Heads, M. (2012). *Molecular panbiogeography of the tropics*. University of California Press. 562.
- Hillis D.M. C. Moritz and B.K. Mable. Eds. (1996). *Molecular systematics*. Second Edition Sinauer. Sunderland, Massachusetts, USA. 655 p.
- Howard, D. and S. H. Berlocher. (1998). *Endless forms. Species and speciation*. Oxford University Press. 470.
- Kowles, R. (2001). *Solving problems in genetics*. Springer-Verlag, N.Y. 479.
- Landey, C. R. y N. Aubin-Horth. (2014). *Ecological genomics. Ecology and the evolution of genes and genomes*. Springer. 359.
- Lemey, P., Salemi, M. y A. Vandamme. (2009). *The phylogenetic hand book: A practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing*. Second edition. Cambridge University Press. 750 p.
- MacLeod, N. and P. L. Forey. (1999). *Morphology, shape and phylogeny*. CRC Press. 304
- Maynard-Smith, J. (1989). *Evolutionary genetics*. Oxford University Press. 325 p.
- Mitton, J. B. (1997). *Selection in natural populations*. Oxford University Press. 240.
- Mousseau, T. A., B. Sinervo and J. Endler. (2000). *Adaptative genetic variation in the wild*. Oxford University Press. 265.
- Norse, E. A. and L. B. Crowder. (2005). *Marine conservation biology. The science of maintaining the sea' biodiversity*. Island Press. 470.
- Nei, M., y S. Kumar (2000). *Molecular evolution and phylogenetics*. Oxford University Press. 333 p.
- Page, R. D., y E. C. Holmes. (1998). *Molecular evolution: A phylogenetic approach*. Blackwell Science Ltd. 352 p.
- Purvis, A., J. L. Gittleman and T. Brooks. (2005). *Phylogeny and Conservation*. Cambridge University Press. 431.
- Rutgers, D. S. (2010). *Phylogeography. Concepts, intraspecific patterns and speciation processes*. Nova Science Publishers, Inc. 209.
- Reynolds J.D., G.M. Mace, K. H. Redford and J. G. Robinson. (2001). *Conservation of exploited species*. Cambridge University Press. 524.
- Salemi, M. y A. Vandamme. (2003). *The phylogenetic handbook: A practical approach to DNA and protein phylogeny*. Cambridge University Press. 430 p.
- Solignac, M., G. Periquet, D. Anxolabéhere, y C. Petit. 1995. *Génétique et evolution*. Tome 1 (La variation, les genes dans les populations); Tome II (L'espece, l'évolution moléculaire. Hermann. Editeurs des Sciences et des Arts. 295.
- Weir, B.S. (1990). *Genetic data analysis*. Sinauer. Sunderland, Massachusetts, USA. 377.
- Wen-Hsiung, L. (1997). *Molecular evolution*. Sinauer. Sunderland, Massachusetts, USA. 487.

Los libros señalados en verde están en la biblioteca

El resto pertenecen a la biblioteca personal de García-De León

2. Artículos

- Allendorf, F. W., P. A. Hohenlohe, y G. Luikart. (2010). Genomics and the future of conservation genetics. *Nature Reviews. Genetics*. 11: 697-709.
- Avise, J.C., B.W. Bowen, and F.J. Ayala (2016). In the light of evolution X: Comparative phylogeography. *PNAS*. 113(29): 7957–7961.
- Balloux, F., and N. Lugon-Moulin. (2002). The estimation of population differentiation with microsatellite markers. *Molecular Ecology*. 11: 155–165
- Blum, M.G.B, C. Damerval, S. Manel, and O. Francois. (2004). Brownian models and coalescent structures. *Theoretical Population Biology*. 65:249-261.
- Cabrero J y J. P. Camacho. (2002). Fundamentos de genética de poblaciones. In: Soler M. (ed). *Evolución. La base de la Biología*. Proyecto Sur de ediciones, S.L. pp 83-126. (http://sesbe.org/sites/sesbe.org/files/recursos-sesbe/fundamentos_GdeP.pdf)
- Cutter, A. 2013. Integrating phylogenetics, phylogeography and population genetics through genomes and evolutionary theory. *Molecular Phylogenetics & Evolution*. 69(3): 1172–1185.
- De Luna, E., J.A. Guerreiro, y T. Chew-Taracena. (2005). Sistemática biológica: avances y direcciones en la teoría y los métodos de la reconstrucción filogenética. *Hidrobiológica*, 15(3):351-370.
- Frankham, R. (2010). Where are we in conservation genetics and where do we need to go? *Conservation Genetics*. 11:661–663.
- García-De León, F.J. (2001). Los marcadores genéticos en el conocimiento y manejo de los recursos bióticos. *Revisión. BIOTAM n.s.* 12(3):57-80.
- Garroway, C.J., J. Bowman, D. Carr, and P. J. Wilson (2008). Applications of graph theory to landscape genetics. *Evolutionary Applications*. 1(4):620-630.
- Gutiérrez-García, T.A, and E. Vázquez-Domínguez. (2011). Comparative Phylogeography: Designing Studies while Surviving the Process. *BioScience* 61: 857–868.
- Harrison, C. J. and A. Langdale. 2006. A step by step guide to phylogeny reconstruction. *The Plant Journal* 45: 561-572.
- Hedrick, P.W. (2001). Conservation genetics: where are we now? *TRENDS in Ecology & Evolution*. 16(11):629-636.
- Holsinger, K. (2010). Next generation population genetics and phylogeography. *Molecular Ecology*. 19, 2361–2363
- Hughes, R. A., B. D. Inouye, M. T. J. Johnson, N. Underwood, and M. Vellend. (2008). Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*. 11: 609–623
- Karl, S.A., R.J. Toonen, W.S Grant, and B.W. Bowen. (2012) Common misconceptions in molecular ecology: echoes of the modern synthesis. *Molecular Ecology*. 21:4171-89.
- Kumar, P., V.K. Gupta, A.K. Misra, D. R. Modi, and B. K. Pandey. (2009). Potential of Molecular Markers in Plant Biotechnology. *Plant Omics Journal*. 2(4):141-162.
- Liu, Z.J., and J.F. Cordes. (2004). DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture* 238: 1 –37.
- Manel, S., and G. Segelbacher. (2009). Perspectives and challenges in landscape genetics. *Molecular Ecology*. 18:1421-1822.
- Michael Macbeth, G., D. Broderick, R. C. Buckworth, and J. R. Ovenden. (2013). Linkage Disequilibrium Estimation of Effective Population Size with Immigrants from divergent Populations: A Case Study on Spanish Mackerel (*Scomberomorus commerson*). *G3 Genes, Genomes, Genetics*. 3:709-717.
- Morin P.A., G. Luikart, R. K. Wayne, and the SNP workshop group. (2004). SNPs in ecology, evolution and conservation. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 19(4):208-216.
- Puritz, J.B., J.A. Addison, R.J. Toonen. (2012). Next-Generation Phylogeography: A Targeted Approach for Multilocus Sequencing of Non-Model Organisms. *PlosOne*. 7. E342241.
- Riddle, B.R. (2016). Comparative phylogeography clarifies the complexity and problems of

continental distribution that drove A. R. Wallace to favor islands. PNAS. 113(29): 7970-7977.

Shafe, B.A. et al. (2015). Genomics and the challenging translation into conservation practice. Trends in Ecology & Evolution. 30(2):78-87.

Selkoe, K.A., and R.J. Toonen. (2006). Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. Ecology Letters. 9: 615–629

Stofer, A., M.A. Murphy, S.F. Spear, R. Holderegger, and L.P. Wait. (2010). Landscape genetics: where are we now? Molecular Ecology. 19, 3496–3514

Sullivan, J. y P. Joyce. 2005. Model selection in phylogenetics. Annual Review of Ecology and Evolution 36: 445-466.

Tine M. et al. (2014). European sea bass genome and its variation provide insights into adaptation to euryhalinity and speciation. Nature Communications. 5:5770

Vignal, A., D. Milan, M. SanCristobal, and A. Eggen. (2002). A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. Genet. Sel. Evol. 34: 275305

Weir, B.S. and C.C. Cockerham. (1984). Estimating F-statistics for the analysis of population structure. Evolution 38:1358-1370.

Yang, Z., and B. Rannala. Molecular phylogenetics: principles and practice. Nature Review. Genetics. 13:303-314.

3. Revistas

Molecular Ecology ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-294X](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-294X))

Conservation Genetics (<http://link.springer.com/journal/10592>)

Conservation Biology ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1523-1739](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1523-1739))

Journal of Biogeography ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-2699](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-2699))

Evolution ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1558-5646](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1558-5646))

Molecular Phylogenetic and Evolution (<http://www.journals.elsevier.com/molecular-phylogenetics-and-evolution/>)

Journal of Heredity (<http://jhered.oxfordjournals.org/>)

Ecology and Evolution ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)2045-7758](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)2045-7758))

PlosOne (<http://journals.plos.org/plosone/>)

BMC Evolutionary Biology (<https://bmcevolbiol.biomedcentral.com/>)

4. Páginas web

La selección Natural: Cómo funciona la evolución; Una entrevista con Douglas Futuyma (<http://www.actionbioscience.org/esp/evolucion/futuyma.html>)

Programas para Filogenias

(<http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/software.html>)

La Genética de poblaciones, por Antonio Barbadilla, Universidad Autónoma de Barcelona (<http://bioinformatica.uab.es/divulgacio/genpob.html>)

Understanding Evolution (http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/happyface_01)

Genomes OnLine Database Base de datos genómico. (<https://gold.jgi.doe.gov/index>).

Convenio sobre biodiversidad (<https://www.cbd.int/>)

Conferencia sobre Genética para la Conservación por M. Bruford

(<https://www.youtube.com/watch?v=vkE3xAZ9TJQ>)

Programas en genética de poblaciones. Compilación hecha por la Universidad de Washington (<https://courses.washington.edu/popgen/Software.htm>)

Evolutionary Genetics: Biblioteca científica y herramienta de aprendizaje personal de acceso libre - creada por el Nature Publishing Group.

(<http://www.nature.com/scitable/topic/Evolutionary-Genetics-13>)

La evaluación se sustentará en la participación del estudiante en las diferentes actividades requeridas para completar el curso. Habrá cuatro exámenes parciales, el promedio de esos exámenes representa el 70 por ciento de la evaluación final. Cada estudiante entregará un trabajo final relacionado con un tema en genética para la conservación, el cual se expondrá a manera de seminario al final del curso y que representará el 15 por ciento de la evaluación final. Los reportes de laboratorio (en el caso de que existan) se harán por escrito de cada práctica realizada y el promedio de todos estos reportes más la regularidad en la asistencia dará el 15 por ciento restante de la calificación final.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:

Consulta de libros, artículos científicos de actualidad en revistas científicas tales como Conservation Genetics, Molecular Ecology, Evolution, Journal of Biogeography, etc. Consultas y acceso a recursos en Internet. Uso de equipo de cómputo y software especializado. Uso del área de laboratorio de Genética para la Conservación.