

I. 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 aplicada en acuicultura
CLAVE	9107

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

TIPO DE ASIGNATURA	TEÓRICA		PRÁCTICA		TEÓRICA-PRÁCTICA	X
--------------------	---------	--	----------	--	------------------	---

NÚMERO DE HORAS	68
NÚMERO DE CRÉDITOS*	6
TRIMESTRE EN EL QUE SE IMPARTIRÁ	mayo-agosto
FECHA DE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN	21/08/25

\*Cada crédito equivale a ocho horas de clases teóricas, 16 horas de clases prácticas o 30 horas de trabajo de investigación.

RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA	Dr. PEDRO CRUZ HERNÁNDEZ	CLAVE SNI 120756
SUPLENTE DE LA ASIGNATURA	Dr. PEREZ ENRIQUEZ RICARDO	21403
PROFESORES PARTICIPANTES	Dra. ROSA MARÍA MORELOS CASTRO	265384
	Dr. RAFAEL CAMPOS RAMOS	19373
	M.C. JOSÉ LUIS RAMÍREZ ARCE	217908
	Dr. PAVEL EDUARDO GALINDO TORRES	413062

I. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROGRAMA DEL CURSO O ASIGNATURA
A) OBJETIVO GENERAL
<p>El alumno conocerá y comprenderá las bases de la herencia a nivel del individuo, y comprenderá cuales pueden ser las causas de la variación genética dentro y entre poblaciones naturales, lo cual le enseñará como manejar y conservar esa variación al mismo tiempo que utiliza los recursos genéticos disponibles para la producción acuícola.</p> <p>El alumno comprenderá que los caracteres productivos en la acuicultura, como por ejemplo el crecimiento (longitud, ancho, peso, etc), la resistencia a algunas enfermedades, la eficiencia de uso de alimento (conversión alimenticia), y otros están determinados genéticamente, y que el fenotipo observable puede ser descompuesto en las proporciones genéticas y ambientales que lo determinan.</p> <p>Al entender las relaciones de parentesco de los individuos en una población, y al comprender que las poblaciones</p>



en cautiverio son poblaciones cerradas sin nuevos individuos siendo introducidos a la misma, será capaz de proponer metodologías de desove y apareamientos que promuevan el desarrollo de una acuicultura con mínima acumulación generacional de endogamia.

B) DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	
TEMAS Y SUBTEMAS	TIEMPO (Horas)
UNIDAD I. Genética Mendeliana.	
1.1 Introducción y Orientación. Historia de la Genética	2
1.2 Vida y obra de Mendel. Leyes de la Herencia. 1.3 Conceptos básicos: Alelo, gen, loci.	2
1.4 Relación Fenotipo, genotipo y efecto ambiental. 1.5 Marcadores moleculares nucleares: Microsatélites, AFLPs, SNPs.	2
1.6 Tipos de apareamientos en análisis genético. Cruza monohíbrida, cruce dihíbrida. Cruza de prueba o retrocruza.	2
1.7 Modificaciones a las Leyes de Mendel. Dominancia incompleta, codominancia, alelos letales, epistasia, herencia ligada al sexo.	2
1.8 Aplicaciones de la Genética Mendeliana en la Acuicultura. 1.9 Establecimiento de Parentesco. 1.10 Contribución efectiva de reproductores.	2
1.11 Frecuencias de recombinación y mapeo genético. 1.12 Selección de fenotipos únicos. Certificación de especies e híbridos.	2
1.13 Práctica de herencia mendeliana a través de softwares en línea gratuitos	4
UNIDAD II. Genética de poblaciones	
2.1 Conceptos introductorios: Marcadores genéticos; Frecuencias alélicas y haplotípicas de poblaciones; Equilibrio de Hardy-Weinberg; Estimadores de diversidad genética	2
2.2 Caracterización de poblaciones múltiples. Distancia genética; Diferenciación y estructura genética de poblaciones.	2
2.3 Análisis de paternidad y parentesco.	2
2.4 Factores que modifican el equilibrio de Hardy-Weinberg: Mutación, Migración, Selección natural, Deriva genética aleatoria, Endogamia, Tamaño efectivo poblacional.	2
2.5 Uso de programas especializados (GenA1Ex, Vitassign, Cervus, etc.), lecturas asociadas y ejemplos prácticos en acuicultura.	2
2.6 Práctica de laboratorio de aplicación de marcadores genéticos	4
UNIDAD III. Genética cuantitativa	



3.1 Objetivos de la selección genética en acuicultura; Ejemplos de caracteres cuantitativos (o poligénicos) productivos en organismos acuícolas.	2
3.2 Múltiples genes involucrados en un fenotipo; Tipos de interacciones entre y dentro de genes/loci.	2
3.3 Modelo General del Fenotipo y sus componentes; Componentes medio ambientales en el fenotipo y de la variación ambiental en fenotipos	2
3.4 Componentes de la varianza; Heredabilidad: concepto, métodos de estimación y su significado.	2
3.5 Respuesta a la selección. 3.6 Tipos de Selección: en 'masa', de 'familias', de 'individuos dentro de familias', y 'combinada'. 3.7 Diseño de la cría selectiva. 3.8 Selección genómica	2
3.9 Origen, mecanismos y variantes de sistemas de edición genómica.	2
4.0 Consideraciones generales para el diseño y ejecución de experimentos de edición genómica con CRISPR/Cas.	2
4.1 Edición genómica como base para el mejoramiento genético de precisión.	2
4.2 Sesión práctica: Diseño de sgRNAs y demostración <i>in vitro</i> del sistema CRISPR/Cas.	4
UNIDAD IV. Citogenética y reversión sexual.	
4.1 Ciclo celular y cromosomas. Interfase, mitosis y citoquinesis. Morfología y clasificación cromosómica. 4.2 Arreglos cromosómicos. Translocaciones; Inversión pericéntrica y paracéntrica; Deleciones; Duplicaciones. 4.3 Técnicas citogenéticas más comunes. Tinción sólida. Bandas C. NORs	2
4.4 Técnicas de citogenética molecular. FISH y GISH 4.5 Poliploidía. Euploidía. Monoploidía. Diploidía. Triploidía. Tetraploidía. Autoploidía. Aloploidía 4.6 Concepto de aneuploidía	2
4.7 Métodos de inducción de poliploidía: Triploidía y tetraploidía. Métodos Químicos, Físicos y Biológicos 4.8 Fallas en la segregación meiótica para la producción de gametos (esterilidad). En triploides y en híbridos provenientes de progenitores con diferente número cromosómico.	2
4.9 Aplicaciones de la triploidía en la acuicultura. Crustáceos, moluscos, peces de agua dulce y marinos	2
4.10 Determinación genética del sexo 4.11 Mecanismos de determinación sexual. Cromosomas sexuales. Determinación sexual medioambiental. Glándula androgénica en Malacostraca. 4.12 Métodos para dilucidar los mecanismos de determinación del sexo. Identificación de cromosomas sexuales. Radio sexual de híbridos. Reversión sexual. Ginogénesis: meiogénesis y mitogénesis. Androgénesis. Análisis de tasas de recombinación entre genes sexuales y el centrómero.	2
4.14. Aplicaciones en la acuicultura. 4.15. Líneas homocigóticas 4.16 Cultivo monosexual	2



4.17. Práctica de determinación de cariotipos	4
TOTAL	68 52 horas teoría 16 horas práctica

## II. BIBLIOGRAFÍA

Diferentes volúmenes de la revista científica 'Aquaculture'.

Genetics in Aquaculture, Vol. I, II, III, IV, V, Y TODOS LOS VOLÚMENES DIPONIBLES. Elsevier.

Ayala F.J. y Kriger Jr. J.A., 1984. Genética Moderna. Fondo Educativo Interamericano, España. 836 pp.

Beaumont, A. R. 1994. Genetics and evolution of aquatic organisms. Chapman and Hall.

Beaumont A.R. and K. Hoare. 2003. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Blackwell Science Pub.

Dunham, R.A. 2004. Aquaculture and Fisheries Biotechnology, Genetic Approaches CABI Publishing, Cambridge MA

Falconer, D.S., Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to quantitative genetics. 4ed. Ed. Longman.

Frankham, R., Ballou, J.D. and D.A. Briscoe. 2004. Introduction to Conservation Genetics.

Freeland, J.R. 2005. Molecular Ecology. John Wiley & Sons.

Gjedrem, T. 2012. Selection and Breeding Programs in Aquaculture. Springer



Gonick, L. and M. Wheelis. The cartoon guide to Genetics. 1991. HarperPerennial.

Hallerman, E.M. 2003. Population genetics: principles and applications for fisheries scientists. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, EUA

Hartl, D.L. 1991. Basic Genetics. 2nd Ed. Jones and Barlett Publ, Boston.

Hartl, D.L. & A.G. Clark. 1997. Principles of Population Genetics. 3rd ed. Sinauer Associates, Inc. Publ., Massachusetts.

Hedrick P.W., 2000. Genetics of Populations. Jones and Bartlett Publishers, Inc.

Hillis, D.M. Moritz C y Mable B.K., 1996. Molecular Systematics. Second Ed. Sinauer Associates

Klug, W.S. y Cummings M.R., 1996. Essentials of Genetics. Fifth Ed. Prentice Hall International Inc.

Liu, Z(J). 2007. Aquaculture Genome Technologies. Blackwell Publishing.

Liu, B. H. 1998. Statistical Genomics. Linkage, mapping, and QTL analysis. CRC Press.

Nei, M. y K. Sudhir, 2000. Molecular evolution and phylogenetics. Oxford University Press

Purdum, C.E. 1993. Genetics and Fish Breeding. 1st Ed. Chapman & may.

Tamarin, R. 1996. Principles of Genetics. 5th Ed. Wm. C. Brown Publ., Inc

Tave, D. 1993. Genetics for fish hatchery managers. 2nd Ed. AVI Book, New York.

Van Vleck, L.D., E.J. Pollak, E.A.B. Oltenacu. 1987. Genetic for the animal Sciences. W.H. Freeman and Co., New York.



Luo, Y. 2019. CRISPR gene editing: Methods and protocols. Humana Press. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9170-9>

Ahmad, A., Khan, S. H., & Khan, Z. 2022. The CRISPR/Cas tool kit for genome editing. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6305-5>

Kang, Z., Kong, J., Li, Q., Sui, J., Dai, P., Luo, K., ... & Luan, S. 2025. Genomic selection strategies to overcome genotype by environment interactions in biosecurity-based aquaculture breeding programs. *Genetics Selection Evolution*, 57(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12711-025-00949-3>

Kang, Z., Kong, J., Li, Q., Sui, J., Dai, P., Luo, K., ... & Luan, S. 2025. Genomic selection for hard-to-measure traits in aquaculture: Challenges in balancing genetic gain and diversity. *Aquaculture*, 606, 742576. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.742576>

Weir, B.S., 1996. *Genetic Data Analysis*. Sinauer Associates.

### III. PROCEDIMIENTO O INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

#### MODALIDADES DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

1. La evaluación se sustentará en la participación del estudiante en las diferentes actividades requeridas para completar el curso. Habrá 4 exámenes parciales al final de las unidades I, II, III y IV; y un examen final opcional. Las sesiones de laboratorio requerirán la entrega de un reporte de resultados.

#### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Consulta de libros (ver bibliografía) y de artículos científicos de actualidad en acuicultura,). Uso de equipo de cómputo y software especializado. Uso del Laboratorio de Genética Acuícola para realizar algunas técnicas básicas de análisis utilizadas en la genética de poblaciones.

