

I. DATOS DEL PROGRAMA Y LA ASIGNATURA		
NOMBRE DEL PROGRAMA	Doctorado en Ciencias en Bioeconomía Pesquera y Acuícola	
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	Bioeconomía Acuícola	
CLAVE	3211	

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

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

NÚMERO DE HORAS	72
NÚMERO DE CRÉDITOS*	8
SEMESTRE EN EL QUE SE IMPARTIRÁ	Septiembre-Diciembre
FECHA DE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN	01/09/2025

*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	Álvaro Hernández Flores	71145
SUPLENTE DE LA ASIGNATURA	Germán Ponce Días	120189
PROFESORES PARTICIPANTES	Alfredo Hernández Llamas	8047

I. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROGRAMA DEL CURSO O ASIGNATURA
A) OBJETIVO GENERAL
Este curso tiene como objetivo familiarizar a los participantes con la teoría y análisis de la modelación bioeconómica de la acuicultura. Para ello y de manera introductoria se buscará que los estudiantes comprendan desde un punto de vista sistémico las diferentes interrelaciones que existen entre los elementos que componen a la actividad, tales como los sub-sistemas biológico, tecnológico-manejo y económico. Conocerán además las principales fases para la formulación de un modelo y la aplicación de herramientas cuantitativas que se emplean para analizar bioeconómicamente los recursos acuícolas. Concluida esta etapa se buscará que los estudiantes se familiaricen con el modelo de selección del tiempo óptimo de cosecha. Esto a través del diseño de modelos bioeconómicos tanto estáticos (en equilibrio) como dinámicos. Finalmente, se presentarán los conceptos de teoría de decisiones para enfrentar situaciones de riesgo e incertidumbre comunes en proyectos de acuicultura. Esto se realizará a través del enfoque de simulación de sistemas y las herramientas de análisis de Monte Carlo, que tienen como fin contener la estocasticidad inherente en los procesos de producción acuícola (tasas de crecimiento, mortalidad, factor de conversión de alimento, fallas de bombeo y aireación, precios, entre otros) y sus consecuencias bioeconómicas (rendimiento productivo, costos unitarios y beneficio económico) a través del cálculo probabilístico de alcanzar un objetivo deseado y/o de



incurrir en eventos indeseables para la actividad.

B) DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	
TEMAS Y SUBTEMAS	TIEMPO (Horas)
1. Modelación y análisis 1.1. Consideraciones iniciales 1.2. Modelación y estrategias de modelación 1.3. Formulación del modelo 1.4. Desarrollo y evaluación del modelo 1.5. Técnicas de análisis.	8
2. MANEJO DE PESQUERÍAS 2.1 Políticas para el desarrollo pesquero 2.2 Manejo de pesquerías en el marco del ecosistema 2.3 Programas de ordenamiento pesquero 2.4 Planes de manejo 2.5 Objetivos y estrategias del manejo 2.6 Información de pesquerías 2.7 Unidades de manejo pesquero 2.8 Manejo adaptativo 2.9 Comanejo en pesquerías 2.10 Indicadores y puntos de referencia	8
3. Sub-modelo biológico. 3.1. Características generales 3.2. Fuentes de Información 3.3. Balance de masas y energía 3.4. Producción metabólica 3.4.1.Crecimiento y distribución de tamaños 3.4.2.Consumo de oxígeno 3.4.3.Consumo de alimento 3.4.4.Número de individuos 3.5.Influencia del ambiente 3.5.1.Efecto de la temperatura 3.5.2. Efecto de la alimentación 3.5.3. Efecto del espacio 3.5.4. Efecto del amonio 3.6. Construcción y validación del modelo biológico 3.6.1. Principios básicos 3.6.1.1. Parsimonia 3.6.1.2. Parametrización 3.6.1.3. Rango de aplicabilidad 3.6.1.4. Especificación estocástica 3.6.1.5. Interpretabilidad 3.7. Principales pruebas de validación estadística 3.7.1. Bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov 3.7.2. Prueba de Kruskal-Wallis 3.7.3. Coeficiente de inequidad de Theil	14
4. Sub-modelo tecnológico y de manejo. 4.1.Introducción 4.1.1. La modelación para el sistema físico 4.2. Modelos de balance de masas 4.2.1. Cultivo intensivo 4.2.2. Cultivos en tanques 4.3.Balance de calor 4.4. Componentes físicos y sus costos 4.5.Sistemas extensivos e intensivos 4.5.1.Tanques 4.5.2. Sistemas intensivos 4.6. Sistemas de bombeo de agua 4.7. Aereadores 4.8. Transferencia de calor 4.9 Tratamiento de agua y sistemas de control.	14
5. Análisis Bioeconómico 5.1. Teoría de la cosecha optima de especies acuícolas cultivadas 5.1.2. Precio de la especie a diferentes tallas 5.1.3. Valor de la biomasa en cultivo 5.1.4. Edad y talla óptima de cosecha 5.1.5. Condiciones de optimalidad 5.1.6. Máximo valor presente neto a diferentes etapas del sistema de cultivo. 5.2. Aplicaciones en un escenario determinista 5.2.1. Gestión óptima del cultivo bajo densidades iniciales y variables en sistemas intensivos 5.2.2. Gestión óptima del cultivo al considerar homogeneidad y heterogeneidad de tallas 5.2.3. Gestión óptima de cultivo al considerar el efecto de la ración de alimento 5.2.4. Gestión óptima de cultivo a largo plazo: El problema de rotación	14
6. Riesgo e incertidumbre en acuicultura 6.1. Concepto de riesgo e incertidumbre en acuicultura 6.2. Fuentes de incertidumbre en acuicultura 6.2.1. Incertidumbre sobre resultados de producción 6.2.2. Incertidumbre sobre las condiciones de mercado y financieras 6.2.3. Incertidumbre sobre las condiciones sociales y políticas 6.3. Análisis del riesgo e incertidumbre 6.3.1. Análisis de Monte Carlo	14
TOTAL	72

II. BIBLIOGRAFÍA



- Allen P. G., L. W Botsford., A. M Schuur, and W. E. Johnston. 1984. Bioeconomics in Aquaculture. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. pp: 351
- Araneda M. 2009. Dinámica de Sistemas y su aplicación a la producción de moluscos en sistemas de recirculación. En Merino G. (Ed). Tecnología de recirculación de agua aplicada al cultivo de moluscos. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. Coquimbo, Chile. 195209.
- Araneda M. 2005. Introducción a la modelación de sistemas acuícolas. En Tecnología de recirculación de agua aplicada al cultivo de moluscos. Ed. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. Coquimbo, Chile. pp: 138
- Bjorndal, T., Lane, D.E., Weintraub, A., 2004. Optimal research models and the management of fisheries and aquaculture: A review. Eur. J. Oper. Res. 156 (3), 533-540
- Bjorndal T. 1990. The Economics of Salmon Aquaculture. Blackwell Scientifics Publications 25 pp
- Bondad-Reantaso, M 2007. Assesment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture. Roma: FAO
- Barreto, H. y Howland, F.M.2006. Introductory Econometrics. New York: Cambridge University Press
- Cacho, O. J. 1997. Systems modelling and bioeconomics modelling in aquaculture. Aquacul. Econ. Manag. 1, 45-64
- Clark, C.W. 2005. Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources (Pure and Applied Mathematics: A Wiley Series of Texts, Monographs and Tracts).
- Conrad, J.M & C.W. Clark. 1987. Natural Resource Economics: Notes and Problems [Paperback].Cambridge University Press.
- Edelstein-Keshet, L. 2005. Mathematical Models in Biology (Classics in Applied Mathematics). Random House
- Gasca-Leyva, E., Hernandez, J. M., Veliov, V. M., 2008. Optimal harvesting time in sizeheterogeneous population. Ecol. Model. 210, 161-168
- Guerrero de Lizardi, C.2008. Introducción a la econometría. México: Trillas
- Haddon, M. 2001. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman & Hall. pp 403.
- Hernandez, A., Gonzalez, A. Hernandez, S., Escutia S., 2004. Bioeconomic análisis of intensive production of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. Aquac. Res. 35, 103-111
- Hernández, J., E. Gasca L., L. Carmelo & J. M. Vergara. 2003. A growth model for gilthead seabream *Sparus aurata*. Ecol. Model.. 165. 265-283
- Huguenin, J. E., Colt, J., 2002. Water recycling. In: Design and operating guide for aquaculture seawater systems second edition. Elsevier Science. Amsterdam pp. 201-210
- Loría, E.G. 2007. Econometría con aplicaciones. México: Pearson Educación
- Pascoe, S. P. Wattage, & A. Naik, 2002. Optimal harvesting strategies: practice versus theory, Aquac. Econ. Manag, 6. 295-308



- Peacor, S.D., Bence R. J., Pfister, C. A., 2007. The effect of size-dependent growth and environmental factors on animal size variability. *Theor. Popul. Biol.* 71, 80-94
- Pomeroy, R., Bravo-Ureta, B. E., Solís, D., Johnston, R., 2008. Bioeconomic modelling and salmon aquaculture: an overview of the literature. *Int. J. Envir. Poll.* 33, 485-500
- Santos, V. B., Yoshihara, E., Fonseca, R. T., Vilhena, R., 2008. Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. *Aquaculture*. 274, 96-100
- Schmidt, S. J. 2005. *Econometría*. México: McGraw-Hill Interamericana
- Seijo, J.C. 2004. Risk of exceeding bioeconomics limit reference points in shrimp aquaculture systems. *Aquacul. Econ. Manag.* 8, 201-212
- Willassen, Y., 1998. The stochastic rotation problem: A generalization of Faustmann's formula to stochastic forest growth. *J. Econ. Dyn. Control*, 22:573-596.
- Yu, R., P., S., Leung., P., Bienfang, 2006. Predinting shrimp growth: Artificial neural network versus nonlinear regresion models. *Aquacultural Engineeering*. 34. 26-32

III. PROCEDIMIENTO O INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Exámenes parciales:

40% Lecturas:

30% Examen final:

30% Total 100%

Actividades de aprendizaje:

Exposición de temas por el profesor

Elaboración de modelos bioeconómicos por medio de hoja de cálculo y programas de simulación (Power sim).

Exposición de trabajos elaborados por los alumnos.

Mesas redondas supervisadas por el profesor.

Trabajos escritos: Todos los alumnos traerán un trabajo escrito de 2-3 cuartillas (1 espacio, 11 puntos), debidamente referenciado, para cada uno de los 6 temas que se cubrirán en el curso.

