



Universidad del Magdalena
Vicerrectoría Académica
Microdiseño Ecología y Modelación Pesquera

1 Ficha de Identificación			
1.1 Código y Nombre del Curso			
01019801	Ecología y Modelación Pesquera		
1.2 Unidad Académica Responsable del Curso			
Facultad de Ingeniería			
1.3 Ubicación curricular			
Componente Curricular	Pre-Requisitos	Co-Requisitos	
Ciclo Básico			
1.4 Créditos Académicos			
Créditos	HAD	HTI	Proporción HAD:HTI
3	36	108	1:3
1.5 Descripción resumida del curso			
<p>Ecología y Modelación Pesquera es un curso teórico-práctico que brinda el conocimiento de amplio espectro necesario para que los estudiantes de la Maestría en Pesquerías Tropicales se capaciten en relación a los procesos ecológicos que se asocian con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas tropicales, aborden de manera ilustrada investigaciones científicas y participen en el proceso de toma de decisiones sobre el manejo de los recursos acuáticos.</p> <p>Las temáticas del curso incluyen conceptos fundamentales de ecología acuática, análisis de los procesos ecológicos básicos para el funcionamiento de los ecosistemas que sustentan las poblaciones explotadas, identificación de las características ecológicas de los sistemas acuáticos marinos y continentales tropicales, modelos ecológico-pesqueros con aplicación a los esquemas de manejo basados en el ecosistema y temáticas integrativas de frontera en Ecología y Modelación Pesquera.</p> <p>Habilidades de análisis, argumentación y redacción científica son promovidas a través de discusiones científicas permanentes, prácticas de campo, solución de problemas prácticos y composición de ensayos que, igualmente, permiten profundizar en temas específicos que se introducen en las lecciones. Las fuentes de información (físicas y virtuales) a las que tienen acceso los estudiantes a través del curso se constituyen en una base para el desarrollo de su formación.</p>			
1.6 Elaboración, Revisión y Aprobación			
Elaboró	Revisó	Aprobó	
Luis Orlando Duarte			

2 Justificación

La Ecología Pesquera estudia la distribución y abundancia de los organismos explotados y su relación con factores del ambiente acuático que tienen injerencia en la estructura y funcionamiento de las comunidades ecológicas. La definición de condiciones para que las pesquerías operen sosteniblemente en el largo plazo, pasa por el entendimiento de la influencia que las actividades humanas y del clima tienen sobre la biología, fisiología y comportamiento de los stocks.

La Ecología moderna se desarrolla en el campo y en el laboratorio, usa estadística y computadores y a menudo trabaja conceptos ecológicos que son basados en modelos. Recientemente ha habido un progreso importante en el entendimiento de procesos fundamentales que dominan en los ecosistemas acuáticos con una perspectiva multidisciplinaria. En este contexto, la asignatura que aquí se presenta, introduce a los estudiantes en los aspectos centrales de Ecología como una disciplina integradora.

Los temas del curso hacen énfasis en los conceptos fundamentales de Ecología acuática, los procesos ecológicos que se asocian con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y las implicaciones para el manejo de los recursos explotados, empleando los modelos ecológico-pesqueros como herramientas esenciales para abordar análisis de sistemas de elevada complejidad. Es preciso emplear el modelo con suficientes componentes y vínculos que permita explorar escenarios de interés¹ y, en este sentido, varios modelos han mostrado ser promisorios para hacer predicciones, al menos cualitativas de las trayectorias de las especies². En efecto, herramientas desarrolladas recientemente como los modelos de asociaciones físico-pesqueras, los modelos trofodinámicos y los modelos basados en el individuo, se han sugerido para realizar análisis retrospectivos de todos los datos disponibles que busquen entender mejor la variabilidad de las poblaciones y la dinámica de los ecosistemas³.

Los esfuerzos de análisis a la escala del ecosistema que demanda la comunidad científica han incorporado, en mayor o menor medida, elementos estudiados por la Ecología Pesquera como las interacciones biológicas, procesos de retroalimentación de la relación depredador presa, la variabilidad ambiental y la estructura de edades⁴. En este sentido, los modelos pesqueros a la escala del ecosistema pueden ser empleados para aspectos relacionados con el manejo de las especies objetivo, los efectos de las actividades humanas sobre la biodiversidad y los impactos de la variabilidad ambiental⁵.

¹ Hollowed AB, Bax N, Beamish R, Collie J, Fogarty M, Livingston P, Pope J, Rice JC (2000) Are multispecies models an improvement on single-species models for measuring fishing impacts on marine ecosystems? ICES Journal of Marine Science 57: 707-719.

² Walters C, Christensen V, Pauly D (1997) Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. Review in Fish Biology and Fisheries 7: 139-172.

Whipple SJ, Link JS, Garrison LP, Fogarty MJ (2000) Models of predation and fishing mortality in aquatic ecosystems. Fish and Fisheries 1: 22-40.

³ Bakun A, Broad K (2002) Climate and Fisheries. Interacting paradigms, scales and policy approaches. Report of the IRU-IPRC Pacific-Climate Fisheries Workshop. Honolulu. Columbia University 70 p.

⁴ Marasco RJ, Goodman D, Grimes CB, Lawson PW, Punt AE, Quinn TJ (2007) Ecosystem-based fisheries management: some practical suggestions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64:928-939

⁵ FAO (2008) Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. 2.1 Best practices in ecosystem modelling for informing an ecosystem approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2, Add. 1. Rome, 78p.

El énfasis del curso ubica la ciencia en un contexto social. Los estudiantes identifican su papel en el entorno regional como generadores de un conocimiento que impacta a los ecosistemas y a la sociedad. Se tratan temáticas que actualmente son objeto de interés y preocupación en las ciencias pesqueras de tal forma que los estudiantes obtengan un conocimiento actual y moderno que les permita involucrarse activamente en la solución de problemas ambientales y sociales de su entorno.

Debido al perfil teórico-práctico del curso se requiere orientación docente directa en las prácticas de campo y solución de situaciones problema, lo que conduce a que la proporción entre el tiempo de acompañamiento docente y el tiempo de trabajo independiente sea 1 a 2.

3 Competencias a Desarrollar

3.1 Competencias Genéricas

El estudiante comprende los principios fundamentales que gobiernan los procesos ecológicos en sistemas acuáticos tropicales de manera que cuenta con la competencia para abordar problemas del mundo real en el marco del manejo responsable de recursos explotados, empleando los modelos ecológico-pesqueros como una herramienta central para ese propósito.

3.2 Competencias Específicas

- Adquiere una base informativa necesaria para convertirse en interlocutor válido en discusiones profesionales que involucran temas relacionados con la Ecología y Modelación Pesquera, y para profundizar en las diferentes áreas de Pesquerías.
- Reconoce los conceptos centrales de Ecología Pesquera con una perspectiva integral del ecosistema y sus implicaciones en la sociedad.
- Asimila las implicaciones locales, regionales y globales de los procesos ecológicos, con lo cual, tendrá un mejor entendimiento de los ambientes acuáticos tropicales y una mayor apreciación de los beneficios que se derivan de ellos.
- Desarrolla un pensamiento crítico de los conceptos, hipótesis y avances de la Ecología y Modelación Pesquera, así como habilidades de interpretación, argumentación y análisis que le permiten identificar problemas del entorno y plantear soluciones.
- Adquiere habilidades para planear y ejecutar experiencias de campo que permitan comprobar en la práctica teorías existentes.
- Examina de manera cuantitativa los procesos ecológico-pesqueros y asimila conceptos matemáticos que resuelven problemas prácticos.
- Propone temáticas novedosas para desarrollar proyectos y trabajos experimentales.

4 Contenido y Estimación de Créditos Académicos

Unidades Temáticas		Temas		Tiempos				
N	Nombre	N	Nombre	HAD		HTI		Total
				T	P	T	P	
1	I. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	1.1	Exploración de conceptos ecológicos básicos en el trópico.	0.5				0.5
		1.2	Teorías formales y pensamiento científico.	0.5		1.0		1.5
		1.3	Ecología como disciplina integradora.	0.5		1.0		1.5
		1.4	Patrones y escalas	0.5		1.0		1.5
		1.5	Escenario ecológico	0.5		1.0		1.5
		1.6	Principios ecológicos alternativos	0.5		1.0		1.5
		1.7	Ambientes acuáticos tropicales	0.5		1.0		1.5
2	II. PROCESOS ECOLÓGICOS	2.1	Productividad y producción primaria	0.5		1.0		1.5
		2.2	Producción secundaria	0.5		1.0		1.5
		2.3	Metabolismo ecológico. Papel del tamaño individual.	1.0	1.0	1.0	3.0	6.0
		2.4	Poblaciones. Hábitat, nicho.	0.5		1.0		1.5
		2.8	Historia de vida, reclutamiento, dispersión, distribución, migraciones.	1.0		1.0	3.0	5.0
		2.5	Abundancia, técnicas demográficas, estocasticidad.	1.0	2.0	1.0	3.0	7.0
		2.6	Comunidades. Depredación y herbivoría	0.5	1.0	1.0	3.0	5.5
		2.7	Asociaciones comunitarias	1.0	2.0	2.0	3.0	8.0
		2.9	El debate estabilidad-biodiversidad	0.5		2.0		2.5
		2.10	Funcionamiento de los ecosistemas	1.0		2.0		3.0
3	III. ECOSISTEMAS	3.1	Ecosistemas acuáticos continentales.	1.0	2.0	1.0	2.0	6.0
		3.2	Ecosistemas marinos y costeros.	1.0	2.0	1.0	2.0	6.0
		3.3	Ecotonos	0.5	1.0	1.0	2.0	4.5
		3.4	Cambios de régimen en ecosistemas acuáticos.	1.0	1.0	1.0		3.0
		3.5	Sistemas socio-ecológicos.	0.5		1.0		1.5
		3.6	Esquemas de manejo basados en el ecosistema.	1.0		3.0		4.0
		3.7	Esquemas de manejo basados en la resiliencia.	1.0		3.0		4.0
4	IV. MODELOS ECOLÓGICOS	4.1	Principios básicos, tipos de modelos.	0.5		1.0		1.5
		4.2	Fases de desarrollo de un modelo.	0.5		1.0		1.5
		4.3	Conceptualización y parametrización.	0.5	0.5	1.0	1.0	3.0
		4.4	Sensibilidad y validación.	0.5	0.5	1.0	1.0	3.0
		4.5	Modelos a la escala del ecosistema, análisis de redes.	1.0	1.0	3.0	4.0	9.0
		4.6	Vulnerabilidad, indicadores holísticos, límites de pesca.	1.0	1.0	2.0	3.0	7.0

Unidades Temáticas		Temas		Tiempos				
N	Nombre	N	Nombre	HAD		HTI		Total
		4.7	Modelos End-to-End.	1.0	1.0	1.0	4.0	7.0
		4.8	Simulaciones temporales y espaciales.	1.0	1.0	1.0	4.0	7.0
		4.9	Modelos basados en el individuo (simulaciones eulerianas y lagrangianas).	1.0	1.0	1.0	4.0	7.0
5	V. TEMÁTICAS INTEGRATIVAS	5.1	Cambio climático y pesquerías tropicales.	1.0		1.0	1.0	3.0
		5.2	Restauración de ecosistemas acuáticos.	1.0		1.0	1.0	3.0
		5.3	Áreas protegidas. Manejo espacial.	1.0		1.0	1.0	3.0
		5.4	Variación climática de baja frecuencia (ENSO, PDO, NAO).	1.0		1.0	1.0	3.0
		5.5	Acoplamiento entre subsistemas.	1.0		1.0	1.0	3.0
		5.6	Efectos de la pesca sobre los ecosistemas tropicales.	1.0		1.0	1.0	3.0
Total				30.0	18.0	48.0	48.0	144.0
Créditos Académicos				3				

5 Propuesta Metodológica

El esquema pedagógico que se propone puede considerarse de tipo ecléctico, en la medida que involucra elementos de algunos modelos pedagógicos conocidos. Se incluyen actividades pre-instruccionales, co-instruccionales y post-instruccionales.

El curso incluye discusiones de lecturas, lecciones magistrales, prácticas de campo, talleres y ensayos. Cada sesión se inicia con la discusión grupal de las lecturas desarrolladas de forma autónoma por los estudiantes. Inmediatamente después se realiza una evaluación de las lecturas y de los temas desarrollados en la lección precedente. Los conceptos y temáticas correspondientes a cada sesión son profundizados y fijados mediante una lección magistral.

La lección magistral se nutre de estrategias de enseñanza⁶ que propenden por el logro del aprendizaje de manera reflexiva y flexible. Se buscará activar conocimientos previos, generar expectativas, mantener la atención, promover la organización de la información que se ha de aprehender.

Las prácticas de campo permiten contrastar los conceptos teóricos con evidencias empíricas y promueven el desarrollo de habilidades para examinar de manera experimental los procesos ecológicos. Informes de las prácticas de campo permiten evaluar el grado de aprendizaje y el desarrollo de competencias.

El desarrollo de talleres es un componente de trabajo importante en el curso. Han sido diseñados con dos objetivos fundamentales: (1) proveer un entendimiento cuantitativo de los procesos ecológicos discutidos en las lecturas y (2) aplicar conceptos matemáticos para resolver problemas prácticos. Los

⁶ Un compendio de estrategias de enseñanza es presentado en: Díaz-Barriga F, Hernández-Rojas G (2002) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill. México.

ejercicios se desarrollan como prácticas en algunas semanas del programa.

Cada estudiante realiza una revisión bibliográfica en una temática integrativa a lo largo del curso y elabora un ensayo científico. Se desarrollaran tutorías individuales de seguimiento para esta actividad. En las dos últimas semanas hace una sustentación oral formal de su ensayo en el marco de un foro-taller.

Debido al perfil teórico-práctico del curso se requiere orientación docente directa en las prácticas de campo y solución de situaciones problema, lo que conduce a que la proporción entre el tiempo de acompañamiento docente y el tiempo de trabajo independiente sea 1 a 2.

6 Estrategias y Criterios de Evaluación

La evaluación es integral y corresponde tanto a la parte teórica como la experimental. Se trata de un proceso continuo durante todas las actividades de la asignatura, incluyendo las lecturas autónomas, las clases magistrales, las prácticas de campo, los talleres, los ensayos y presentaciones.

El curso reconoce que la evaluación es una parte fundamental del proceso de aprendizaje y que para emplear el modelo educativo actual basado en competencias, es necesario que los docentes sean creativos con los mecanismos e instrumentos de evaluación⁷. Con esta consideración en el curso se emplean estrategias de evaluación mediante las cuales los estudiantes valoran el grado de aprendizaje adquirido durante el curso

Se incorporan estrategias de autoevaluación justificada en pruebas de exploración de conceptos básicos y logros durante el curso, coevaluación en prácticas de campo y talleres y heteroevaluación en los controles de lecturas y exámenes. Finalmente se empleará la evaluación docente como un proceso de retroalimentación para el mejoramiento de la asignatura.

7 Recursos Educativos

N	Nombre	Justificación
1	Aula	Sesiones de clase.
2	Proyecto de video	Lecciones magistrales, presentación de informes.
3	Sala de informática	Realización de prácticos.
4	Conexión a internet	Revisión de documentos, talleres y exámenes en línea.
5	Guías de trabajo	Suministro de apuntes de la asignatura y guía de los talleres.
6	Impresora	Impresión de material de la asignatura y exámenes escritos.
7	Biblioteca	Revisión bibliografía.
8	Materiales de muestreo ecológico	Salidas de campo.
9	Vehículo de transporte	Salidas de campo.

8 Referencias Bibliográficas

⁷ Gonzalez O (1999) Análisis crítico a los modelos y formas evaluativas en la Universidad. Rev. Fac. Ingeniería: 27-31.

<p>8.1 Libros y materiales impresos disponibles en la Biblioteca y Centros de Documentación de la Universidad</p> <p>[1] Angelini R, Gomes LC (2008) O artesao de ecosistemas: construindo modelos con dados. UEM.173 p.</p> <p>[2] Begon M, Toensend CR, Harper JL (2006) Ecology. From individuals to ecosystems. Blackwell</p> <p>[3] Clyde WD, Raakjaer NJ (2003) The fisheries co-management experience: accomplishments, challenges and prospects. Fish and Fisheries Series No. 26, Amsterdam, Klumber academic publishers</p> <p>[4] Diana JS (2004) Biology and ecology of fishes. New York : Cooper. 498 p.</p> <p>[5] FAO (2001) Inland fisheries: ecology and management. Oxford : Fishing News Books : FAO : Blackwell Science</p> <p>[6] Gotelli NJ (2000) A primer of Ecology. Chapter 2. Logistic Population Growth. Sinauer Associates Inc. Sunderland. pp. 25-48.</p> <p>[7] Haddon M (2001) Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman & Hall, London, 406 p.</p> <p>[8] Jennings S, Kaiser MJ, Reynolds JD (2001) Marine fisheries ecology. New York, Blackwell.</p> <p>[9] Krebs CJ (1999) Ecological methodology. Adisson Wesley, New York, 620 p.</p> <p>[10] Pitcher TJ, Hart PJB (1982) Fisheries ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers</p> <p>[11] Sinclair M, Valdimarsson G (eds) Responsible fisheries in marine ecosystem. FAO, Roma.</p> <p>[12] Templeton R, ed. (1995) Freshwater fisheries management. Cambridge, Fishing News Books</p> <p>[13] Walters CJ, Martell SJD (2004) Fisheries ecology and management. New Jersey, Princeton University Press.</p>
<p>8.2 Libros y materiales digitales disponibles en la Biblioteca y Centros de Documentación de la Universidad</p> <p>[14] Revistas de la temática publicadas por la editorial Elsevier y distribuidas por el sistema ScienceDirect www.sciencedirect.com</p> <p>[15] Revistas de la temática distribuidas por el sistema ProQuest</p> <p>[14] Duarte LO, García CB, Moreno I (1999) Atlas demográfico de los peces demersales del Golfo de Salamanca, Caribe colombiano. Dinámica poblacional, distribución alimentación y reproducción. Libro digital CD-ROM. INVEMAR, COLCIENCIAS</p>
<p>8.3 Documentos y Sitios Web de acceso abierto a través de Internet</p> <p>[16] Revistas de la temática que se encuentran en el sistema Scielo</p> <p>[17] Revistas de la temática que se encuentran en el sistema DOAJ</p>
<p>8.4 Otros Libros, Materiales y Documentos Digitales</p> <p>[18] Bakun A, Broad K (2002) Climate and Fisheries. Interacting paradigms, scales and policy approaches. Report of the IRU-IPRC Pacific-Climate Fisheries Workshop. Honolulu. Columbia University 70 p.</p> <p>[19] Botero L, Salzwedel H (1999) Rehabilitation of the Ciénaga Grande de Santa Marta, a mangrove-estuarine system in the Caribbean coast of Colombia. Ocean & Coastal Management 42: 243-256.</p> <p>[20] Carr MH, Neigel JE, Estes JA, Andelman S, Warner RR, Largier JL (2003) Comparing marine and terrestrial ecosystems. Implications for the design of coastal marine reserves. Ecological Applications 13 (1): s90-s1071.</p> <p>[21] Díaz-Vesga R, Duarte LO (2010) Exploring the role of a tropical marine protected area to mitigate fishing impacts on ecosystems: a meso-scale spatial simulation approach. Proceed. Gulf and Caribbean Fisheries Institute 62: 471-474.</p> <p>[22] Duarte LO (2008) Status of coastal ecosystems in Colombia. Bottom-up vs. Top-down pressures. En: Coastal ecosystems: hazards management and rehabilitation. NAM S&T Centre, ZMT.</p> <p>[23] Duarte LO, Garcia CB (2004) Trophic role of small pelagic fishes in a tropical upwelling ecosystem. Ecological Modelling 172:323-338.</p> <p>[24] FAO (2008) Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. 2.1 Best practices in ecosystem modelling for informing an ecosystem approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2, Add. 1. Rome, 78p.</p> <p>[25] Folke C, Carpenter S, Walker B, Scheffer M, Elmqvist T, Gunderson L, Holling CS (2004) Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management. Annual Review in Ecology Evolution and Systematics 35: 557-581.</p> <p>[26] Garcia CB, Duarte LO (2006) Length-based estimates of growth parameters and mortality rates of fish populations of the Caribbean Sea. Journal of Applied Ichthyology 22: 193-200.</p> <p>[27] Hollowed AB, Bax N, Beamish R, Collie J, Fogarty M, Livingston P, Pope J, Rice JC (2000) Are multispecies models an improvement on single-species models for measuring fishing impacts on marine ecosystems? ICES Journal of Marine Science 57: 707-719.</p> <p>[28] Hughes TP, Bellwood DR, Folke C, Steneck RS, Wilson J (2005) New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 20 (7): 380-386. Levin SA (1992) The problem of pattern and scale in Ecology. Ecology 73 (6): 1943-1967.</p> <p>[29] Huse G, Giske J, Salvanes AGV (2002) Individual-Based Models, in Handbook of Fish Biology and Fisheries, Volume 2: Fisheries (eds P. J.B. Hart and J. D. Reynolds), Blackwell Science Ltd, Oxford, UK</p> <p>[30] Loreau M, et al (11 authors) (2001) Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. Science 294: 804-808.</p> <p>[31] Manjarrés L, Duarte LO, Garcia CB (2003) El ecosistema de afloramiento del mar Caribe colombiano. Colombia, Ciencia y Tecnología 21 (3): 14-23.</p> <p>[32] Mann KH, Lazier JRN (1996) Dynamics of Marine Ecosystems. Chapter 5. Vertical Structure in Coastal Waters: Coastal Upwelling Regions. Blackwell Science, Londres. pp. 139-178.</p> <p>[33] Marasco RJ, Goodman D, Grimes CB, Lawson PW, Punt AE, Quinn TJ (2007) Ecosystem-based fisheries management: some practical suggestions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64:928-939</p> <p>[34] McCann KS (2000) The diversity – stability debate. Nature 405: 228-233.</p>

8.1 Libros y materiales impresos disponibles en la Biblioteca y Centros de Documentación de la Universidad

- [35] Odum EP (1977) The emergence of Ecology as new integrative discipline. *Science* 195 (4284): 1289-1293.
- [36] O'Neill RV (2001) Is it time to bury ecosystem concept? (With full military honors, of course). *Ecology* 82 (12): 3275-3284
- [37] Restrepo JD, Zapata P, Diaz JM Garzón-Ferreira J, Garcia CB (2006) Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impact on coastal ecosystems: The Magdalena River, Colombia. *Global and Planetary Change* 50 (2006) 33– 49
- [38] Rooney N, McCann KS, Noakes DLG (2007) *From Energetics to Ecosystems: The Dynamics and Structure of Ecological Systems*, Springer, 265 p.
- [39] Rose KA, Allen JI, Artioli Y (otros 24 autores) (2010) End-To-End Models for the Analysis of Marine Ecosystems: Challenges, Issues, and Next Steps, *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 2:1, 115-130.
- [40] Runge MC, Langtimm CA, Kendall WL (2004) A stage-based model of manatee population dynamics. *Marine Mammal Science* 20 (3): 361-385.
- [41] Scheffer M, Carpenter SR (2003) Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends in Ecology and Evolution* 18 (12): 648-656.
- [42] Walters C, Christensen V, Pauly D (1997) Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Review in Fish Biology and Fisheries* 7: 139-172.
- [43] Whipple SJ, Link JS, Garrison LP, Fogarty MJ (2000) Models of predation and fishing mortality in aquatic ecosystems. *Fish and Fisheries* 1: 22-40.