

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 1 DE 7
	PLAN DE CURSO	

INFORMACIÓN BÁSICA

1.1. Facultad	MVZ	1.2. Programa	Acuicultura		
1.3. Área	Profesional específica	1.4. Curso	Reproducción de peces		
1.5. Código	103038	1.6. Créditos	3		
1.6.1. HDD	108	1.6.2. HTI	54	1.7. Año de actualización	2019

1. JUSTIFICACIÓN

Los peces son el principal grupo de organismos acuáticos producidos en el mundo participando con el 75.0% de la producción acuícola, la cual fue estimada en 73.8 millones de toneladas para el año 2014 (FAO, 2016). Las previsiones que se tiene para el año 2030, es que la acuicultura aportará más de la mitad de la demanda de pescado. En concordancia con esta tendencia mundial, es necesaria la optimización de las tecnologías de producción de pescado de las especies tradicionalmente cultivadas como carpas, tilapias, salmones y truchas, así como las que presentan potencialidades, como los peces migratorios del neotrópico (silúridos y carácidos). Unos de los cuellos de botella que enfrenta la producción de peces es la producción continua y estable de alevinos; ya que resulta poco probable optimizar o desarrollar industrialmente una especie con fines piscícola sin tener disponibles tecnologías que garanticen la producción de semillas (alevinos).

La producción de alevinos comprende tres etapas claramente diferenciadas y relacionadas entre sí: a) Conformación y mantenimiento del plantel de reproductores b) Reproducción inducida y c) Larvicultura y alevinaje. Para alcanzar el desarrollo de tecnologías de reproducción artificial se requiere del conocimiento profundo y detallado de las necesidades y requerimientos de cada especie en cada una de estas etapas. El curso se desarrolla en el VIII semestre, porque previamente el estudiante debe haberse empoderado de competencias en producción de alimento vivo, alimentación acuícola, nutrición acuícola, ingeniería acuícola y bioquímica que le permitan comprender específicamente la fisiología reproductiva de los peces óseos y pueda empoderarse de las competencias que el futuro profesional requerirá para transferir y generar tecnologías de reproducción artificial de peces como un actividad importante en su desempeño profesional.

2. PROPÓSITOS DE FORMACIÓN

El propósito de formación del curso está orientado a comprender

- Cómo la reproducción de los peces participa en el desarrollo industrial de la piscicultura
- La importancia del conocimiento de la fisiología de la reproducción de peces para la generación y transferencia de tecnologías de reproducción artificial
- Los criterios y fundamentos necesarios para crear y/o transferir una tecnología de reproducción artificial de peces
- La infraestructura necesaria para diseñar una granja productora de alevinos?

3. COMPETENCIAS

3.1 General. Generar en el estudiante competencias que, mediante el pensamiento complejo, integre las principales estrategias y tácticas reproductivas de los peces en su ambiente natural, con el sistema nervioso y el sistema endocrino en el proceso reproductivo para que transfiera y/o cree tecnologías de reproducción artificial de peces

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 2 DE 7
	PLAN DE CURSO	

3.2 Específicas

- Se apropia de las características que identifican las principales tácticas y estrategias de la reproducción de los peces en su ambiente natural, en particular de los peces reofílicos del neotrópico, y las utiliza en el mejoramiento de las técnicas de reproducción artificial de los peces.
- Aplica, desde una visión holística, la interacción entre el medio ambiente, sistema nervioso y el sistema endocrino en la reproducción de los peces y las utiliza para la generación y transferencia de tecnologías de reproducción artificial sustentables permitiendo la viabilidad comercial de una especie con potencialidad piscícola.
- Utiliza la reproducción artificial de los peces como una herramienta para incrementar la producción de peces aplicando los principios de los sistemas de producción sustentable.
- Aplica y administra las tecnologías de última generación para reproducir peces de forma rentable en concordancia con los criterios de producción sustentable.
- Identifica, aplica y administra de manera responsable y ética las tecnologías de producción de alevinos con fines de fomento piscícola y conservación de peces en peligros de extinción (repoblamiento).
- Identifica los principales factores perturbadores del desempeño reproductivo, cuando los peces son sometidos a tecnologías de reproducción artificial, comprendiendo sus efectos en la fisiología reproductiva y proponiendo acciones correctivas que reduzcan el impacto de estos factores.
- Define los requerimientos de área, distribución de una estación productora de alevinos y planifica las actividades y necesidades de materiales, insumos y equipos para alcanzar las metas de producción.
- Identifica los puntos críticos en el proceso de crioconservación de semen de peces y aplica esta tecnología en la reproducción artificial y conservación de especies en peligro de extinción.

4. CONTENIDOS DECLARATIVOS, PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES- UNIDADES DE APRENDIZAJE

4.1 Reproducción de peces en el ambiente natural

- Estrategias reproductivas
- Mecanismos y modos reproductivos
- Fecundidad, tipos de huevos y cuidado parental
- Estímulos ambientales y reproducción
- Ciclo reproductivo de los peces reofílicos

4.2 Control neuro endocrino de la reproducción de los teleósteos

- Eje cerebro-hipófisis-gónada
- Factores cerebrales que regulan la reproducción de los peces
- Sistema nervioso y cerebro de los peces
- Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH)
- Glándula pituitaria o hipófisis
- Clasificación de la hormonas
- Hormonas Gonadotrópicas (GtH)
- Esteroides hormonales
- Otros factores cerebrales que controlan la reproducción de los peces
- Mecanismo de retroalimentación del proceso reproductivo

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 3 DE 7
	PLAN DE CURSO	

4.3 Morfología funcional de sistema reproductivo de los peces

- Anatomía y estructuras del testículo
- Clasificación de los testículos
- Células germinativas y somáticas en los testículos
- Fases de desarrollo del espermatozoide
- Control hormonal del desarrollo del espermatozoide
- Fases de desarrollo de los testículos
- Anatomía y estructuras del ovario
- Células germinativas en ovarios
- Vitelogénesis y control hormonal
- Maduración final y control hormonal
- Ovulación y control hormonal
- Ovocitos post-ovulatorios, atrésicos y desove
- Fases de desarrollos del ovario
- Tipos de desarrollo ovocitarios
- Feromonas y reproducción

4.4 Reproducción artificial

- Ventajas de la reproducción artificial
- Conformación y manejo de reproductores
- Estrés y reproducción
- Reproducción inducida
- Selección de reproductores para reproducción inducida
- Inductores hormonales
- Protocolos de inducción hormonal

4.5 Incubación, larvicultura y alevinaje

- Evaluación del desempeño reproductivo
- Incubación y tipos de incubadoras
- Desarrollo embrionario y larvario
- Larvicultura y manejo de primera alimentación
- Alevinaje

4.6 Dimensionamiento y planificación de estaciones productoras de alevinos

- Áreas de una estación productora de alevinos
- Insumos, materiales y equipos
- Planificación de una reproducción en cautiverio
- Desempeño reproductivo de peces reofilicos
- Cálculos y diseños

4.7 Crioconservación de semen de peces

- Beneficios de la criopreservación
- Características del semen de los peces
- Deshidratación celular en criopreservación
- Puntos críticos en la criopreservación de semen de peces
- Diluyentes y crioprotectores
- Criodañó en espermatozoides criopreservados y causas
- Protocolos de crioconservación en carácidos y siluriformes

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 4 DE 7
	PLAN DE CURSO	

5. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Esta es una asignatura teórica-práctica, en la cual el profesor orienta al estudiante mediante clases magistrales, lectura dirigida, seminarios, talleres y laboratorios para el logro de las competencias.

Clases magistrales. Serán ofrecidas por el profesor con el objeto de familiarizar al estudiante con el sistema de conocimientos de la asignatura.

Seminarios. Los estudiantes presentarán, con ayuda de medios audiovisuales, una investigación publicada en una revista indexada sobre reproducción de peces. Esta estrategia está orientada a la reproducción de la información.

Lecturas dirigidas y complementarias. El estudiante recibirá un listado de artículos científicos, con el objeto de que maneje e interprete la información que circula en revistas científicas sobre reproducción de peces en los diferentes ejes problémicos de las asignaturas. En algunos casos, el estudiante elaborará un ensayo escrito sobre las lecturas dirigidas o complementarias. Esta estrategia está orientada a los niveles de asimilación de familiarización, reproducción y creación.

Talleres y Laboratorios. Se realizarán para crear habilidad y destreza en las técnicas de reproducción artificial de los peces. Esta estrategia implica la elaboración de informes en forma de artículo científico, presentando los resultados en tablas y/o gráficas y confrontando los resultados con registrado en la literatura científica. Esta estrategia hace énfasis en los niveles de asimilación de reproducción y creación.

6. ACTIVIDADES Y PRÁCTICAS

Laboratorio 1. Reproducción artificial mediante hipofización

Justificación. La hipofización, inducción con extractos pituitarios, es la técnica de reproducción inducida hormonalmente más ampliamente usada en la reproducción de los peces reofílicos.

Objetivos.

- Obtener y analizar biopsias ováricas
- Aplicar la hipofización en la reproducción artificial del bocachico
- Evaluar el desempeño reproductivo del bocachico inducido con EPC
- Aplicar técnicas de incubación para peces migratorios

Lugar y materiales

- Laboratorio de Reproducción del CINPIC
- Reproductores de bocachico
- Sustancia inductora (EPC, Ovaprim)
- Sondas nasogástricas
- Solución Serra
- Cajas Petri
- Jeringas desechables de 1 y 3 mL

Laboratorio 2. Reproducción artificial con análogos de GnRH

Justificación. Los análogos de GnRH como LHRH y sGnRH, son importantes para la reproducción en cautiverio de peces con desoves totales como los peces reofílicos; por lo cual manejar el protocolo de reproducción con estos análogos son importante para las posibilidades laborales del futuro profesional en Acuicultura de la Universidad de Córdoba.

Objetivos

- Desarrollar protocolos de reproducción artificial para las cachamas con sGnRH

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 5 DE 7
	PLAN DE CURSO	

- Comparar el desempeño reproductivo de las cachamas inducidas con EPC y con sGnRH
- Evaluar las características seminales de cachamas inducidas con sGnRH

Lugar y materiales

- Laboratorio de Reproducción del CINPIC
- Reproductores de cachamas
- Ovaprim®
- Solución Serra
- Estereoscopio y microscopio
- Cajas Petri
- Jeringas desechables de 1 y 3 mL

Laboratorio 3. Reproducción artificial de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*) con Ovaprim

Justificación. Los bagres migratorios son los peces reofilicos con mayor potencialidad para piscicultura continental. La producción de silúridos con sustancias de tercera generación ha mostrado excelentes resultados desde el punto de vista del desempeño reproductivo y reducción de los costos económicos.

Objetivos

- Aplicar protocolo de reproducir artificial al bagre blanco con Ovaprim
- Evaluar la característica seminal del bagre blanco
- Evaluar el desempeño reproductivo del bagre blanco inducido con Ovaprim
- Realizar el seguimiento del desarrollo embrionario y larvario

Lugar y materiales

- Laboratorio de Reproducción del CINPIC
- Reproductores de bagre blanco
- Ovaprim
- Solución Serra
- Cajas Petri
- Estereoscopio y microscopio
- Jeringas desechables de 1 y 3 mL

Laboratorio 4. Crioconservación de semen de peces

Justificación. La crioconservación de semen de peces es una tecnología importante para el futuro de la industria piscícola y de importancia para la conservación de material genético de especies de peces en peligro de extinción..

Objetivos

- Aplicar un protocolo crioconservación a semen de peces reofilicos y evaluar su calidad seminal en fresco y pre congelación; lo cual involucra:
- Obtener semen mediante inducción hormonal
- Evaluar la calidad seminal mediante software tipo CASA
- Preparar soluciones crioprotectoras
- Empacar y congelar semen de peces
- Evaluar la calidad del semen pre congelado

Lugar y materiales

- Laboratorio de Crioconservación del CINPIC
- Reproductores machos

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 6 DE 7
	PLAN DE CURSO	

- EPC/Ovaprim
- Sistema CASA para evaluación de calidad seminal
- Cámaras Makler, micropipetas, pajillas
- Termos de congelación (dryshipper) y de almacenamiento
- Baños serológicos.

Taller 1. Dosificación de extractos pituitarios de carpa (EPC)

Objetivos

- Calcular la dosis necesaria de EPC para reproductores de peces en estado de maduración final

Taller 2. Estimaciones de reproductores e infraestructura para producción de alevinos

Objetivos

- Estimar la cantidad de reproductores que se requieren para una determinada cantidad de alevinos
- Estimar la cantidad de inductores
- Estimar la cantidad de incubadores y estanques que se requieren para producir determinada cantidad de alevinos.

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

La evaluación permitirá realizar seguimiento a los logros del estudiante, para lo cual se realizarán

Pruebas escritas y orales

Elaboración de informes de actividades (talleres y laboratorio)

Revisión de temas sobre reproducción de peces (seminarios)

Evaluación de habilidades y destreza en selección de reproductores maduros

Evaluación de habilidades y destreza en lectura de biopsia ovárica

Evaluación de habilidades y destreza en aplicación de inductores hormonales

Evaluación de habilidades y destreza en manejo de huevos y larvas de peces

8. BIBLIOGRAFÍA

Espinosa Araujo Jose A. Estandarización de un protocolo para la crioconservación de semen de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus*. Universidad de Córdoba (Maestría en Biotecnología). Montería, 2012. 82p.

Muñoz R, Martinez, C. 2003. Reproducción inducida del blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*, Littmann, Burr & Nass, 2000) con Ovaprim®. Trabajo de grado (Acuicultor). Departamento de Acuicultura, FMVZ, Universidad de Córdoba. Montería.

Franco Rojas Hugo. Evaluación del efecto de la densidad y alimentación en el desempeño reproductivo del pirarucú *Arapaima gigas* mantenido en cautiverio. Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonía. (Maestría en Estudios Amazónicos). Florencia, 2011. 67p.

Goetz F. 1983. Hormonal control of oocyte final maturation and ovulation in fishes. In: Fish physiology (IXB), New York: Academic Press.

Harvey B, Carolsfeld J. 1993. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: IDRC, 144p.

Jobling M. 1995. Environmental biology of fishes. New York: Chapman & Hall.

Kerguelen Durango Eduardo. Aspectos reproductivos de los principales peces reofilicos aguas abajo de la Hidroeléctrica Urrá. SUE-Caribe/Universidad de Córdoba. (Maestría en Ciencias Ambientales). Montería, 2012. 105p.

	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FDOC-088 VERSIÓN: 02 EMISIÓN: 22/03/2019 PÁGINA 7 DE 7
	PLAN DE CURSO	

- Nagahama Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: Hoar W, Randall D, Donaldson E. (ed.). Fish physiology (IXA). New York: Academic press. p.223-275.
- Pertuz Buelvas V. Efecto de la temperatura en la proporción sexual de la tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* cultivada en Colombia. SUE-Caribe/Universidad de Córdoba, (Maestría en Ciencias Ambientales). Montería, agosto de 2012. 71p.
- Prieto-Guevara MJ, Pardo-Carrasco SC, Atencio-García VJ. El bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* y su potencial en acuicultura. Montería: Fondo Editorial Universidad de Córdoba. 2015. 198p. Publicación digital
- Saborido F, Junquera S. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Vigo (Esp: Universidad de Vigo (Curso de Doctorado). 72p.
- Tiersch R, Green C. Cryopreservation in Aquatic Species, 2nd ed. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana. U.S.A. 2011; 423.
- Vazzoler A. 1996. Biología da reprodução de peixes teleosteos: teoria e prática. Maringá: Nupelia, 169p.
- Zaiden S. 2000. Morfología gonadal e metabolismo energético da piraputanga *Brycon hilarii* (Cuvier e Valenciennes) (Pisces, Characidae), em cativeiro, durante o ciclo reprodutivo anual. São Paulo: UNESP, Tesis (PhD), 152 p.
- Zanuy S, Carrillo, M. 1987. La reproducción de los teleósteos y su aplicación en acuicultura: reproducción en acuicultura. España: CAYCIT.