

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA  
COORDINACIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA  
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

## I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ciencias Marinas
2. **Programa Educativo:** Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura
3. **Plan de Estudios:**
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biotecnología de Moluscos
5. **Clave:**
6. **HC:** 02 **HL:** 03 **HT:** 01 **HPC:** 01 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 09
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

**Equipo de diseño de PUA**

**Firma**

**Vo.Bo. de subdirector de  
Unidad Académica**

**Firma**

Zaúl García Esquivel

Víctor Antonio Zavala Hamz

**Fecha:** 01 de junio de 2017

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje está diseñada para que el estudiante se familiarice con los conocimientos tradicionales y recientes sobre las disciplinas biotecnológicas (genética, reproducción, nutrición, patología, ingeniería, etc.) que forman la base para el desarrollo exitoso del cultivo de moluscos marinos; adquiera experiencia práctica en aspectos clave para la producción de larvas y poslarvas de moluscos; conozca los sistemas comerciales de cultivo comúnmente utilizados en las especies más relevantes de moluscos, con énfasis en especies regionales; y se familiarice con los elementos técnicos/económicos mínimos a considerar para la toma de decisiones y puesta en marcha de un negocio de cultivo de moluscos.

De esta forma se pretende fomentar en el estudiante una formación sólida y crítica que facilite la realización de proyectos profesionales autónomos con liderazgo. Esta asignatura se imparte en la etapa disciplinaria con carácter de obligatoria.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar la producción de larvas y semillas de moluscos aplicando las técnicas clásicas y actuales, equipo, materiales y cálculos para asegurar el crecimiento y sobrevivencia de moluscos de importancia comercial en el laboratorio, de manera controlada, responsable y sustentable con el medio ambiente

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y presenta un seminario relacionado con una de las áreas que dan soporte a la acuicultura (reproducción, genética, nutrición, fisiología, etc.), y mostrará evidencias de aplicación de dicha área de especialidad en el desarrollo del cultivo y biotecnología de moluscos, usando para ello tanto literatura general, como una publicación especializada en tema que incluya como modelo a los moluscos; reporte de actividades de las prácticas de laboratorio utilizando formato científico; solución de cuestionarios en casa, y de exámenes en clase.

**V. DESARROLLO POR UNIDADES**  
**UNIDAD I. Introducción a los moluscos**

**Competencia:**

Distinguir las características morfológicas/anatómicas y ciclos de vida de los principales grupos de moluscos, mediante el uso de técnicas de disección y revisión de guías bibliográficas especializadas, para conocer los diferentes órganos que componen a los moluscos, con disciplina y responsabilidad.

**Contenido:**

- 1.1 Pesquerías vs acuicultura: comparaciones regionales y nacionales
- 1.2. Principales grupos de moluscos de interés acuacultural
- 1.3. Anatomía básica funcional de moluscos
- 1.4. Ciclos de vida de los principales grupos de moluscos de interés comercial

**Duración:** 4 horas

**UNIDAD II. Alimentación y nutrición de los moluscos.**

**Competencia:**

Diferenciar las principales especies de microalgas utilizadas en la alimentación de moluscos; para conocer los perfiles nutricionales de las principales especies fitoplanctónicas de interés comercial, mediante cálculos específicos de la ración y especie de microalga más adecuada, de manera responsable, confiable y dinámica.

**Contenido:**

- 2.1. Alimentación de bivalvos y gasterópodos: calidad y tipo de alimento durante el desarrollo ontogenético
- 2.2. Raciones en bivalvos y gasterópodos, Eficiencia de absorción/digestión
- 2.3. Aspectos cuantitativos: cálculos para determinar la ración de moluscos
- 2.4. Biotecnología: requerimiento de nutrientes específicos y retos actuales.
- 2.5. Maduración en laboratorio: control térmico, control hormonal y alimentación

**Duración:** 7 horas

### UNIDAD III. Reproducción y maduración

**Competencia:**

Analizar los avances de reproducción, ciclo de vida y gametogénesis de moluscos, mediante ejercicios cuantitativos para estimar el grado de madurez e inducir al desove de organismos adultos, con respecto al medioambiente y los organismos.

**Contenido:****Duración:** 9 horas

- 3.1. Tipos de reproducción en moluscos: gonocoristas, protándricos, hermafroditismo
- 3.2. Ciclos de reproducción: influencia de factores exógenos y endógenos
- 3.3. La temperatura efectiva acumulada (TEA) como herramienta para regular la maduración de moluscos en laboratorio
- 3.4. Cálculos de TEA a partir de los ciclos de reproducción y temperatura de laboratorio
- 3.5. Señalización celular y control hormonal de la maduración en moluscos
- 3.6. Alimentación y acondicionamiento de reproductores: aspectos prácticos
- 3.7. Biotecnología: Suplementación de dietas para mejorar el acondicionamiento de adultos

## UNIDAD IV. Producción de larvas y semillas en laboratorio y campo

### Competencia:

Identificar la infraestructura de los distintos sistemas utilizados en el cultivo de larvas y semillas de moluscos en laboratorio, para entender los requerimientos técnicos y económicos mediante el desarrollo de habilidades técnicas- científicas de la biotecnología con responsabilidad y organización.

### Contenido:

- 4.1. Infraestructura básica de un laboratorio productor de moluscos
- 4.2. Cultivo larval: sistemas, mantenimiento y alimentación
- 4.3. Asentamiento y metamorfosis: sistemas, inductores, indicadores, mantenimiento
- 4.4. Precría en el campo: sistemas, alimentación, mantenimiento
- 4.5. Arranque de proyectos en acuicultura: gestoría y puesta en marcha
- 4.6. Aspectos económicos
- 4.7. Sanidad y buenas prácticas de higiene
- 4.8. Sistemas de cultivo comerciales

**Duración:** 9 horas

## UNIDAD V. Genética

**Competencia:**

Analizar el estado actual de desarrollo de la genética en acuicultura, para manejar la selección de familias y generación de triploides, mediante el uso de esquemas de selección y de estrés físico, químico, o poliploides, con responsabilidad y sustentabilidad ambiental.

**Contenido:**

- 5.1. Genética en acuicultura: estado actual y aplicación de herramientas moleculares
- 5.2. Selección y heredabilidad de caracteres: aspectos básicos
- 5.3. Ploidía y su aplicación al cultivo de moluscos: generación de triploides y sus implicaciones

**Duración:** 3 horas

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRACTICAS DE TALLER Y LABORATORIO

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción   | Material de Apoyo  | Duración                   |
|-----------------|---|---|--|----------------------------|
| 1               | Redactar reportes técnicos utilizando la estructura de formato científico, para que adquirir la habilidad de expresar de forma sintética y analítica los resultados experimentales.   | <p><b>Escritura de un reporte científico:</b><br/>                     Usar una sesión tipo taller para desglosar cada uno de los componentes de un reporte científico, teniendo como modelo las prácticas de laboratorio.</p>  | Datos crudos, artículo científico, mesas de trabajo.   | HL:3 horas<br>HT:3 horas   |
| 2               | Examinar las estructuras anatómicas y estructurales más relevantes de gasterópodos y/o bivalvos de interés en acuicultura, mediante la disección de organismos modelo, para conocer el funcionamiento de los diferentes órganos, con responsabilidad. | <p><b>Anatomía interna de moluscos:</b><br/>                     Utilizar diferentes especies de moluscos como modelo y medir sus valvas en el eje dorso-ventral y anteroposterior; diseccionar secuencialmente y en capas los órganos internos e identificar-fotografiar progresivamente: el manto, cámaras inhalantes y exhalant, branquias, sistema digestivo, sistema reproductor, sistema circulatorio. Se llevará un registro fotográfico bajo el microscopio compuesto y estereoscópico.</p> | Varios moluscos; estuche de disección; regla; papel secante, pizetas, pipetas desechables de plástico, microscopio compuesto, microscopio estereoscópico, cámara fotográfica | HL:3 horas                 |
| 3               | Diseñar e identificar en un plano digital las distintas áreas que integran de un laboratorio de producción de moluscos y el flujo de procesos, con el fin de que asimile la secuencia de actividades y/o procesos, con actitud crítica y positiva.    | <p><b>Infraestructura básica de un laboratorio de moluscos:</b><br/>                     Identificar cada uno de los componentes requeridos en un laboratorio de producción piloto de moluscos.</p>   | Cámara fotográfica, computadora  | HL: 3 horas<br>HT: 3 horas |

|   |  |  |  |                            |
|---|--|--|--|----------------------------|
| 4 | Implementar un sistema de acondicionamiento y maduración de reproductores en el laboratorio, mediante la construcción de un sistema "airlift" y el manejo de temperatura y ración alimenticia; para controlar la maduración de los organismos, con disciplina y responsabilidad. | <b>Acondicionamiento de reproductores:</b><br>Montar un sistema de acondicionamiento de reproductores con semirecirculación parcial de agua mediante airlifts y temperatura constante; alimentación diaria con una ración de microalgas vivas suplementadas con pasta de microalgas y/o harina de kelp; limpieza de estanques y recambios diarios del 50% del volumen de agua; muestreo y evaluación semanal del índice de condición, índice gonadosomático, y actividad de los gametos. | 60 organismos adultos, vernier, estanques rectangulares de fibra de vidrio de 500 L, tubería de 3/4", calentones de bayoneta con control digital de temperatura, tanque dosificador de alimento, microalgas vivas y dietas artificiales (pasta de microalgas, harina de kelp), balanza digital, sistema de agua de mar; báscula, bitácora, microscopio, cámara fotográfica; sistema de aireación por papel secante, papel de aluminio, hornos            | HL:15 horas<br>HT: 6 horas |
| 5 | Inducir al desove de organismos madurados en el laboratorio, utilizando en forma comparativa: estrés térmico, compuestos químicos y lacerado gonadal, para evaluar posteriormente el grado de fecundidad de los organismos en forma coordinada, solidaria y responsable.         | <b>Inducción al desove:</b><br>Inducir organismos maduros previamente acondicionados a la liberación de gametos mediante estrés térmico y/o químico; extraer gametas mediante laceración manual de la gónada; fertilizar manualmente y de forma controlada los óvulos obtenidos mediante la manipulación de la cantidad de espermatozoides.  | Tamices de distinta luz de malla (35 a 125 µm), charola para desove, calentón de bayoneta con control digital de temperatura, chiller de serpentín, bomba de acuario, tanque de fibra de vidrio para incubación, microscopio compuesto con retícula (reglilla) integrada, pipetas desechables, pipetas automátcas, cámaras de conteo reticuladas, peróxido de hidrógeno al 30%, cámara fotográfica, estuche de disección, vasos de precipitado, pizetas, | HL: 6 horas                |
| 6 | Implementar un protocolo grupal de   | <b>Cultivo de larvas:</b><br>Implementar sistemas de cultivo   | Tanques cónicos de fibra de vidrio de 50 a 500 L, tubería de 3/4",   | HL:12 horas<br>HT: 2 horas |

|   |   |   |  |                                    |
|---|---|---|--|------------------------------------|
|   | <p>cultivo de larvas de moluscos en sistemas estáticos y/o continuos, mediante la construcción de sistemas, manejo documentado de organismos y control de bitácoras con el fin de experimentar todas las fases del proceso de cultivo larval de moluscos de interés comercial con disciplina, solidaridad, respeto y sustentabilidad.</p> | <p>continuo y/o estático de larvas de una especie de molusco a partir de tanques cónicos con temperatura controlada y agua de mar filtrada de alta calidad (ozonificada y/o clorinada); mantener densidades larvales apropiadas en los tanques cónicos; limpiar los tanques y alimentar diariamente a las larvas con raciones apropiadas de microalgas vivas; muestreo y evaluación semanal de la talla, sobrevivencia, estadio de desarrollo, y condición larval desde la fase de veliger temprana (charnela recta) hasta la fase pre-metamórfica o pediveliger.</p> | <p>tamices de distintos luz de malla (35 a 243 <math>\mu\text{m}</math>) calentones de bayoneta (titanio) con control digital de temperatura, tanque dosificador de alimento, microalgas vivas, agua de mar filtrada; ozonificador, cloro, tiosulfato, bitácora, microscopio compuesto con micrómetro integrado, cámara fotográfica; sistema de aireación por papel secante</p>  |                                    |
| 7 | <p>Implementar un protocolo grupal de fijación y cultivo de semillas de moluscos en sistemas descendente y ascendente mediante la construcción de sistemas, manejo documentado de organismos y control de bitácoras con el fin de experimentar todas las fases del proceso de fijación y cultivo de semillas de moluscos de interés</p>   | <p><b>Fijación y pre-cría de semilla:</b><br/>Implementar un sistema de flujo descendente con tamices profundos y someros cubiertos de concha molida para fijación; probar comparativamente otros sustratos (concha entera de ostión, tubos de PVC, vidrio, tubo enalado) como sustratos para fijación larval y pre-cría de poslarvas. Implementar en el laboratorio un sistema de flujo ascendente para la pre-cría de poslarvas recién fijadas, utilizando tamices profundos y un sistema semicerrado.</p>  | <p>Tamices profundos (cubetas) de distinta luz de malla (160 a 500 <math>\mu\text{m}</math>); bomba centrífuga de 1/10 HP, mangueras, calentones de bayoneta (titanio) con control digital de temperatura, Tanque de incubación de 500L; tanque de descarga de 100L; microalgas vivas, agua de mar filtrada; ozonificador, cloro, tiosulfato, bitácora, microscopio compuesto con micrómetro integrado, cámara fotográfica; sistema de aireación por papel secante</p> | <p>HL: 6 horas<br/>HT: 2 horas</p> |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | comercial con disciplina, solidaridad, respeto y sustentabilidad. |  |  |  |
|--|---|--|--|--|

### VI. ESTRUCTURA DE LAS SALIDAS A CAMPO

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción  | Material de Apoyo                          | Duración |
|-----------------|---|--|--|----------|
| 1               | Proyectar un laboratorio comercial productor de moluscos, mediante la aplicación de conocimientos adquiridos en el curso y una visita guiada a un laboratorio comercial con el fin de tener todos los elementos y la secuencia operativa en la vida real. | <p><b>Salida de campo a laboratorio de cultivo de comercial de producción de moluscos</b></p> <p>Documentar a partir de una visita guiada y entrevista directa el proceso completo de producción de semillas de moluscos en un laboratorio comercial, y contrastar con los elementos aprendidos en el curso para proyectar en un diagrama de flujo las áreas, equipos, instalaciones, y costos asociados a asociadas a la operación. La visita guiada se realizará durante el período en el cual esté el laboratorio en activo y se realizará un reporte de campo.</p> | Vehículo de transporte, bitácora de apoyo. | 16 horas |

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

### **Encuadre:**

En las clases de teoría el maestro hará uso de presentaciones preparadas, del pizarrón y/o otros materiales audiovisuales para explicar al alumno los conceptos teóricos de la materia de manera clara y breve, ilustrando dichos conocimientos mediante ejemplos de la vida real y realizando ejercicios en donde se demostrará al estudiante como aplicar los conocimientos teóricos a problemas específicos de requerimientos por parte de los organismos a cultivar. Al inicio de cada clase se realizará una dinámica de preguntas y respuestas de la clase anterior, con el fin de reforzar dichos conocimientos y reactivar al estudiante.

En el laboratorio, el maestro proporcionará al estudiante los materiales necesarios para realizar la práctica correspondiente a la sesión, iniciando la clase con una introducción que conecte los conceptos adquiridos en las clases de teoría con la práctica a realizar en esa sesión. Para ello, el maestro hará uso de pizarrón o el material audiovisual que necesite.

### **Actividades docentes:**

Motivar entre los alumnos la investigación mediante la implementación anticipada de cuestionarios para resolver en casa, con énfasis en los conceptos críticos necesarios para el curso.

Plantear la resolución de problemas en los que se utilicen argumentos visuales, algebraicos y numéricos que ayuden a clarificar su resultado.

Promover el trabajo de grupo en el salón de clase, proponiendo la discusión/resolución de algún problema.

Reforzar la formación integral del estudiante mediante la implementación de seminarios individuales que impliquen búsquedas bibliográficas para un tema particular, y presentación del mismo en el salón de clase utilizando métodos audiovisuales actuales.

### **Actividades estudiantes**

Realización de prácticas, ejercicios y problemas.

Participación en seminarios que impliquen investigaciones documentales.

Participación activa y respetuosa mediante la explicación de ejemplos realizados en campo, talleres y laboratorio

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 40% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 70 y 71.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

- 3 exámenes escritos..... 30%
  - Exposición en equipo y reporte escrito..... 30%
  - Evidencia de desempeño..... 40%
- (Seminario relacionado con una de las áreas que dan soporte a la acuicultura)

**Total**.....100%

## IX. REFERENCIAS

| Básicas  | Complementarias   |
|--|---|
| <p>Documento Técnico de Pesca. No. 471. Roma, FAO. 2006. 182 pp. (disponible en red).] [Clásica]</p> <p>Hahn, K.O. (1989). Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods. CRC Press, Boca Raton, FL, USA] [Clásica]</p> <p>Helm, M.M.; Bourne, N.; Lovatelli, A. (comp./ed.). Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO</p> <p>Spencer, B.E. 2002. Molluscan Shellfish Farming. First Edition. Oxford, UK. 274 pp.] [Clásica]</p> <p>Tidwell, J.H. (ed) (2012). Aquaculture Production Systems. Wiley-Blackwell, Oxford, U.K. 420 pp.]</p> | <p>Desriac, F., Le Chevalier, P., Brillet, B., Leguerinel, I., Thuillier, B., Paillard, C., Yannick Y. (2014). Exploring the hologenome concept in marine bivalvia: haemolymph microbiota as a pertinent source of probiotics for aquaculture. FEMS microbiol. lett, 350: 107-116</p> <p>Ferreira-Arrieta, A., García-Esquivel Z., González-Gómez M. A., Valenzuela-Espinoza E. (2015). Growth, survival, and feeding rates for the geoduck <i>Panopea globosa</i> during larval development. Journal of Shellfish Research 34: 55–61</p> <p>García-Esquivel, Z., Valenzuela-Espinoza, E., Buitimea, M.I., Searcy-Bernal, R., Anguiano-Beltrán, C., Ley-Lou, F. (2013) Effect of lipid emulsion and kelp meal supplementation on the maturation and productive performance of the geoduck clam, <i>Panopea globosa</i>. Aquaculture 396-399: 25-31</p> <p>Perez-Bustamante I., García-Esquivel, Z. (2017). Effect of five chemical compounds on larval metamorphosis of the Cortez geoduck clam, <i>Panopea globosa</i> . Aquaculture 477: 90-98</p> <p>Rico-Villa B, Woerther P, Mingant C, et al (2008) A flow-through rearing system for ecophysiological studies of Pacific oyster <i>Crassostrea gigas</i> larvae. Aquaculture 282, 54–60.</p> |

|  |           |
|--|-----------|
|  | [Clásica] |
|--|-----------|

|                              |
|------------------------------|
| <b>X. PERFIL DEL DOCENTE</b> |
|------------------------------|

|  |
|--|
| El docente de esta asignatura deberá poseer licenciatura de Oceanólogo o Biotecnólogo en Acuicultura o área afín y preferentemente posgrado en ciencias del mar, o experiencia probada en el tema. Además, deberá ser una persona organizada y responsable |
|--|