

**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:** Biotecnología En Acuicultura
- 3. Plan de Estudios:**
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Sistemas en Acuicultura
- 5. Clave:**
- 6. HC: 01 HL: 02 HT: 01 HPC: 00 HCL: 00 HE: 01 CR: 05**
- 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**  
Juan Gabriel Correa Reyes

**Firma**

**Vo.Bo. de subdirector de Unidad Académica** **Firma**  
Víctor Antonio Zavala Hamz

**Fecha:** 05 de octubre de 2017

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La finalidad de la unidad de aprendizaje es que el alumno desarrolle la habilidad de diseño y funcionamiento de instalaciones de los sistemas de producción acuícola, así como el manejo eficiente de las densidades, alimentación, control de enfermedades y desempeño de organismos. Esta asignatura de carácter obligatoria se imparte en la etapa disciplinaria y proporciona los conocimientos y bases necesarias para la asignatura de Ingeniería en proyectos acuícolas. Por lo que sería recomendable que el estudiante haya acreditado la asignatura de Fluidos Acuícolas.

## **III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar sistemas de cultivo para organismos acuáticos, a través de métodos y técnicas innovadoras de la acuicultura, para la preservación o producción de los organismos, con una actitud de compromiso en el desarrollo sustentable del país.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

Elaborar un anteproyecto de diseño de un sistema de cultivo para un organismo acuático de su elección, que contenga el método y técnicas de cultivo necesarias para su ejecución. Describiendo y dimensionando todos sus componentes, incluyendo las memorias de cálculo, así como el tipo (mantenimiento o producción) y magnitud (extensivo o hiperintensivo). Considerando la normatividad de inocuidad y calidad necesarias para poder llevarlo a cabo.

**V. DESARROLLO POR UNIDADES**  
**UNIDAD I. Principios de los Sistemas en Acuicultura.**

**Competencia:**

Identificar los principios básicos del cultivo de organismos acuáticos, a través de los fundamentos de los sistemas en acuicultura, para la selección de los procesos óptimos de un sistema de cultivo, con objetividad y claridad

**Contenido:**

**Duración:** 2 horas

1.1 Generalidades:

- 1.1.2. Historia de los Sistemas de Producción Acuícola.
- 1.1.3. Terminología y nomenclatura.
- 1.1.4. Comparación de un sistema de producción extensivo vs intensivos.
- 1.1.5. Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de producción acuícola.
- 1.1.6. Conceptos de rentabilidad de los sistemas de producción acuícola.
- 1.1.7. Resumen de algunos casos de éxito y fracaso en sistemas de producción.

1.2 Calidad de Agua:

- 1.2.1. Fuentes y requisitos de agua.
- 1.2.3. Propiedades fisicoquímicas del agua.
- 1.2.4. Estándares de calidad y cantidad de agua.
- 1.2.5. Sistemas y técnicas de medición.

1.3 Unidades de Cultivo:

- 1.3.1. Tipo y selección de estanques y tanques de cultivo.
- 1.3.2. Densidad y capacidad de carga de cultivo.
- 1.3.3. Ejemplos de diseño.
- 1.3.4. Manejo de densidades y mortalidad.

## UNIDAD II. Componentes necesarios para los Sistemas en Acuicultura.

### Competencia:

Analizar los diferentes procesos de diseño de cultivo mediante los componentes de los sistemas de producción acuícola para la selección del sistema adecuado al organismo y nivel de producción , con juicio crítico y responsabilidad.

### Contenido:

**Duración:** 12 horas

#### 2.1. Transporte y mecánica de fluidos:

- 2.1.1. Tipo y selección de Tuberías.
- 2.1.2. Conexiones y accesorios para tuberías
- 2.1.3. Métodos de unión y fijación de tuberías.
- 2.1.4. Tipo y selección de Canales.
- 2.1.5. Perdidas por fricción estática y dinámica en tuberías y canales.

#### 2.2 Circulación:

- 2.2.1. Bombas de agua.
- 2.2.2. Tipos y selección de bombas de agua.
- 2.2.3. Calculo de la potencia y costo de bombeo.
- 2.2.4. Bombeo por air-lift.
- 2.2.5. Tipos de bombeo por air-lift
- 2.2.6. Diseño de bombeo por air-lift.

#### 2.3 Remoción de sólidos:

- 1.3.1. Generación y caracterización de los sólidos.
- 1.3.2. Mecanismos de remoción de sólidos.
- 1.3.3. Manejo, utilización y disposición de sólidos.

#### 2.4 Transferencia de Gases:

- 2.4.1. Fundamentos de los gases disueltos en el agua.
- 2.4.2. Aireación vs Oxigenación (A-O).
- 2.4.3. Sistemas de A-O.
- 2.4.4. Sistemas de de-gasificación.
- 2.4.5. Evaluación de eficiencia de los sistemas de A-O.
- 2.4.6. Ejemplos de cálculo de diseño y consumo eléctrico de los sistemas de A-O

#### 2.5 Biofiltración:

- 2.5.1. Conceptos y definiciones.

- 2.5.2 Procesos de nitrificación.
- 2.5.3. Ventajas y desventajas de un Sistema de Recirculación Acuícola (SRA).
- 2.5.3. Componentes básicos de un SRA
- 2.5.4. Clasificación de biofiltración.
- 2.5.5. Principios básicos en el diseño y construcción de los biofiltros.
- 2.5.6. Ejemplo de dimensionamiento de los biofiltros.
- 2.6 Desinfección y bioseguridad:
  - 2.6.1. Teoría de la desinfección.
  - 2.6.2. Desinfección Química.
  - 2.6.3. Desinfección con Luz Ultravioleta.
  - 2.6.4. Desinfección con Ozono.
  - 2.6.5. Otros métodos de desinfección y aplicaciones.
  - 2.6.6. Sanidad e inocuidad acuícola.
  - 2.6.7. Unidades y normatividad de cuarentena.
- 2.7 Instrumentación, control y monitoreo de sistemas de producción acuícola:
  - 2.7.1. Parámetros, variables y/o condiciones a monitorear.
  - 2.7.2. Opciones de equipo.
  - 2.7.3. Infraestructura mínima de operación.
  - 2.7.4. Sistemas de respaldo eléctrico.
  - 2.7.5. Sistemas de monitoreo basados en equipo de cómputo.
  - 2.7.6. Diseño y mantenimiento de sistemas de control y alerta.
  - 2.7.7. Consejos para construcción y diseño.
- 2.8 Control de la Temperatura:
  - 2.8.1. Fuentes de energía para el calentamiento o enfriamiento del agua.
  - 2.8.2. Calentamiento.
  - 2.8.3. Equipos utilizados en la Acuicultura para el calentamiento del agua.
  - 2.8.4. Enfriamiento.
  - 2.8.5. Equipos utilizados en la Acuicultura para el enfriamiento del agua.
  - 2.8.6. Ejemplo de dimensionamiento y costo energético de un equipo para calentar y/o enfriar el agua.

## UNIDAD III. Principios de los Sistemas en Acuicultura.

### Competencia:

Operar sistemas Acuapónicos de producción de peces y vegetales, considerando los aspectos fundamentales de los sistemas de producción acuícola, para generar productos de calidad, con eficiencia y compromiso.

### Contenido:

**Duración:** 2 horas

#### 3.1. Consideraciones económicas en los sistemas de producción acuícola:

- 3.1.1. Sistemas de respaldo.
- 3.1.2. Instalaciones de producción.
- 3.1.3. Instalaciones de cuarentena.
- 3.1.4. Tratamiento de residuos.
- 3.1.5. Almacenamiento (alimentos, productos y reactivos).
- 3.1.6. Manejo de productos.
- 3.1.7. Transporte de peces.
- 3.1.8. Depuración y malos sabores.
- 3.1.9. Manipulación post-cosecha.
- 3.1.10. Manejo de cosecha.
- 3.1.11. Mano de obra.
- 3.1.12. Operación.
- 3.1.13. Registros y mantenimiento
- 3.1.14. Costo de manejo.
- 3.1.15. Análisis económico.
- 3.1.16. Especies de alto valor económico.

#### 3.2. Acuaponía:

- 3.2.1. Diseño de sistemas.
- 3.2.2. Producción de peces.
- 3.2.3. Manejo de sólidos y biofiltración.
- 3.2.4. Sub-sistemas hidropónicos.
- 3.2.5. Tanques, componentes y materiales.
- 3.2.6. Requisitos para el crecimiento de plantas.
- 3.2.7. Dinámica de nutrientes.
- 3.2.8. Selección de hortalizas.
- 3.2.9. Sistemas de producción.
- 3.2.10. Enfermedades y control.

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción   | Material de Apoyo  | Duración |
|-----------------|---|---|--|----------|
| 1               | Clasificar los diferentes componentes y accesorios utilizados para el transporte de agua tomando en cuenta los fundamentos teóricos revisados para seleccionar los que se adapten mejor al sistema de cultivo a diseñar presentando la menor pérdida por fricción. Con objetividad.     | Por equipos los alumnos conocerán las diferentes opciones de materiales y conexiones utilizadas en las instalaciones hidráulicas y neumáticas de un sistema de producción en acuicultura.   | Tuberías de ABS, PVC, CPVC de diferentes cedulas y diámetros. Variedad de conexiones y accesorios de diferentes tipos de materiales (ABS, PVC, CPVC, etc) y diámetros de tubería. Variedad de pegamentos y lubricantes utilizados en las instalaciones de líneas hidráulicas y neumáticas en sistemas acuícolas. | 2 horas  |
| 2               | Dimensionar la capacidad y tipo de bombeo con base en el flujo y altura requerida de agua, seleccionando el equipo que se adapte mejor al sistema para optimizar los componentes del equipo a utilizar en el sistema de producción acuícola. Con eficacia.                              | Por equipo los alumnos diseñarán y pondrán en marcha 2 sistemas de bombeo de agua, uno con bomba de agua tradicional y otro con bombeo por elevación con aire (air-lift), con la finalidad de calcular las gráficas de eficiencia de bombeo.  | Bombas magnéticas (dif cap); Tubería y conexiones de PVC de 3/4", 1" y 1-1/2"; extensión eléctrica con multicontactos, cubetas plásticas de 20 lts; estanques plásticos; cronometro, tabla de anotaciones, herramientas básicas, entre otros.  | 6 horas  |
| 3               | Determinar el diferencial de altura y distancia entre 2 puntos, por medio de herramientas topográficas para establecer la potencia de bombeo de agua y la cantidad de material necesarios para una toma de agua de mar, de una instalación acuícola con actitud metódica y responsable. | Por medio de un nivel topográfico y en equipo los alumnos determinaran el diferencial de nivel y distancia de un punto en la costa con respecto a donde se ubicará el reservorio de agua y con ello calculara la potencia y costo de bombeo, así como la lista de materiales necesarios para su correcta instalación. | Nivel topográfico, cinta métrica, estadales, plomo, GPS, libreta de anotaciones, gises de colores entre otros.   | 6 horas  |
| 4               | Diseñar, construir y puesta en marcha de un bioclarificador, un Biofiltro y un fraccionador de espuma; con apego a los procesos   | El alumno diseñará y construirá un bioclarificador, Biofiltro y fraccionador de espuma; utilizando como base tubería y  | Tubería de PVC, estanqueria de diversos tamaños, herramientas básicas y mangueras de plástico.   | 18 horas |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | de producción en Acuicultura para el correcto funcionamiento de estos en los sistemas de producción acuícola con eficacia. | accesorios de PVC de diferentes diámetros. |  |  |
|--|--|--|--|--|

### VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción  | Material de Apoyo   | Duración |
|-----------------|---|--|---|----------|
| 1               | Operar un sistema acuapónico con apego a los procesos de producción en acuicultura y la agricultura para generar productos de calidad con compromiso. | El alumno construirá a partir del bioclarificador que instalo una charola de fibra de vidrio con la técnica de NFT para el crecimiento de diferentes plántulas de vegetales. | Charolas de fibra de vidrio, contenedores plásticos, herramientas básicas y eléctricas y mangueras plásticas de diversos tamaños. | 16 horas |



## VIII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (docente)**

El profesor hará uso del pizarrón o de otros materiales físicos y audiovisuales para explicar al alumno los conceptos teóricos de la materia de manera clara y breve, ilustrando dichos conocimientos mediante ejemplos de problemáticas presentes en el sector productivo, en donde se demostrará al estudiante como aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos. El Profesor proporcionará al estudiante los materiales necesarios para realizar la práctica correspondiente a la sesión, iniciando la sesión de laboratorio con una introducción que conecte los conceptos adquiridos en las clases de teoría con la práctica a realizar.

5. Plantear la resolución de problemas en los que se utilice argumentos visuales que ayuden a clarificar su resultado.
6. Promover el trabajo individual y de grupo en el salón de clase.
7. Proponer estudios de casos.

Se sugiere poner énfasis en el empleo de las siguientes herramientas metodológicas:

Introducir el uso de la tecnología audiovisual como presentaciones en PowerPoint, Diseño en Google Sketch Up, Videos de casos exitosos, así como de fracaso, entre otros, tanto en las sesiones de teoría, taller y laboratorio.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

El alumno Investigara o desarrollará la mejora o la implementación de componentes que puedan ser utilizados en el diseño de los sistemas de producción acuícola. Propondrá ejemplos de discusión de algunos ejemplos de problemáticas o éxito de sistemas comerciales de producción acuícola.

## 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.
  
- Sólo se justificarán faltas a clases y/o laboratorios cuando estos vengan firmados por el sub-director de la facultad. En este punto el estatuto escolar marca que el estudiante podrá solicitar su justificante de inasistencia a la dirección, dentro de los 5 días hábiles siguientes a la fecha en que haya podido reanudar sus estudios.
- El alumno podrá exentar el Examen Ordinario, solo si tiene un promedio igual o superior a 80.00 en el promedio de todos los reactivos de evaluación que comprende el curso. Si la calificación del Ordinario es menor que el promedio obtenido en el curso, la calificación final será la del ordinario (no se promediará, ni se redondeará la calificación).

### Criterios de evaluación

|   |             |
|---|-------------|
| - 3 exámenes escritos.....  | 30%         |
| - Reportes de prácticas de laboratorio.....   | 40%         |
| - Evidencia de desempeño.....   | 30%         |
| (anteproyecto de diseño de un sistema<br>de cultivo para un organismo acuático<br>que evalúa también el taller) |             |
| <b>Total.....</b>   | <b>100%</b> |

- En caso de que el alumno no realice algún examen o algún reporte de laboratorio, a ese reactivo se le asignara la calificación de cero y será promediado y ponderado con las calificaciones de los otros reactivos de evaluación.

## IX. REFERENCIAS

| Básicas   | Complementarias   |
|---|---|
| <p>Curtis M. Jolly and Howard A. Clonts. (2004). Economics of Aquaculture. 319 pp. ISBN 1-56022-020-1. [clásica]</p> <p>Huguenin, J.E. (2002). "Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems". Elsevier Publishing. 328 pp. ISBN: 0444505776. [clásica]</p> <p>Lawson, T. B. (Ed) (1994). Fundamentals of Aquacultural Engineering. 364 pp. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 0-412-06511-8. [clásica]</p> <p>Lekang, O.I. (2007). "Aquaculture Engineering". Blackwell Publishing LTD. Oxford, UK 340 pp. ISBN: 1405126108. [clásica]</p> <p>Stickney, R.R. (1994). "Principles of Aquaculture". John Wiley &amp; Sons. 502 pp. ISBN: 0471578568. [clásica]</p> <p>Stickney, R.R. (2005). "Aquaculture: An Introductory Text". CABI Publication. 265 pp. ISBN: 0851990819. [clásica]</p> <p>Timmons, M.B. y J.M. Ebeling. (2007). "Recirculating Aquaculture". NRAC Publication No. 01-007. 975 pp. ISBN: 9780971264625. [clásica]</p> <p>Timmons, M.B., Losordo, T.M. (Eds) (1994). Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management. 346 pp. Elsevier Science. ISBN: 0-444-89585-X. [clásica]</p> | <p>Loeb, S.L., Spacie, A. (Eds) (1994). Biological monitoring of aquatic systems. 381 pp. Lewis Publishers/CRC Press.</p> <p>Meade, J. (1989). Aquaculture Management. 220 pp. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 0-412-07711-6. [clásica]</p> <p>Scarfe, D., C. Sheng Lee and P. O'Bryen, (2004). Aquaculture Biosecurity: Prevention, Control and Eradication of Aquatic Animal Disease. World Aquaculture Society and Blackwell Publishing. 196 pp. Publishers. ISBN: 0-412-07151-7. [clásica]</p> <p>Timmons, MB. JM Ebelin. (2013). Recirculating Aquaculture. Ithaca Publishing Company, LLC; 3rd edition. 788pp. ISBN-13: 978-0971264656[clásica]</p> <p>Timmons, MB. JM Ebeling; FW Wheaton; ST Summerfelt and BJ Vinci. (2001). Recirculating Aquaculture Systems. NRAC Publication No. 01-002. 650 pp. ISBN 0971264600." [clásica]</p> <p><b>Revistas electrónicas:</b> Aquacultural Engineering</p> <p>Aquaculture &amp; Fisheries Management.</p> <p>Aquaculture Magazine.</p> <p>Aquaculture Research.</p> <p>Aquaculture.</p> <p>Ciencias Marinas.</p> <p>Hydrobiología.</p> <p>NRAC Publications.</p> |

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer licenciatura en Acuicultura o área afín o preferentemente posgrado en ciencias del mar, o experiencia probada en el área. Debe ser una persona, puntual honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones