

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Nutrición acuícola
Clave de la asignatura:	AQD-1025
SATCA¹:	2 – 3 – 5
Carrera:	Ingeniería en acuicultura

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura de Nutrición Acuícola aporta bases para la comprensión y manejo de los alimentos en los cultivos de organismos acuáticos. Considerando que de la óptima nutrición depende el crecimiento y salud de los animales, esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Acuicultura la capacidad para apoyar en el desarrollo de la acuicultura a través del manejo nutricional de los organismos.

Adicionalmente, la alimentación puede representar hasta el 70% de los costos de operación en un cultivo acuícola, de manera que el uso de dietas apropiadas y la aplicación de adecuadas estrategias de alimentación son fundamentales para el éxito económico del cultivo.

En la asignatura de Nutrición Acuícola, el estudiante justifica decisiones con respecto a la alimentación de los organismos cultivados, a partir de análisis nutrimentales de insumos, métodos de elaboración de dietas y estrategias de alimentación para optimizar recursos en un proyecto acuícola

La asignatura de Fisiología de organismos acuáticos provee de competencias previas específicas en los temas de: metabolismo, alimentación, digestión, desarrollo y crecimiento de peces, crustáceos, moluscos, anfibios y reptiles; al conocer y manejar los conceptos de los principales procesos fisiológicos de los organismos susceptibles de cultivo.

La asignatura de Cultivos de apoyo cursada paralelamente con Nutrición Acuícola establece la importancia de la producción de alimento vivo para la Acuicultura en la producción de crías, donde conocerá dentro del contexto nutricional, la importancia del alimento vivo

Las competencias desarrolladas en nutrición acuícola apoyan en la formación de competencias posteriores en la asignatura de Sanidad Acuícola en el tema de enfermedades nutricionales al Identificar los principales agentes causales de enfermedades no infecciosas y aplicar métodos de prevención y control.

Intención didáctica

La materia está organizada en cinco temas, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura.

En el primer tema analiza conceptos básicos de nutrición, ingesta, conducta alimentaria, metabolismo, digestibilidad y flujos de energía en organismos acuáticos. Así también se hace un análisis entre las

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

características nutricionales, económicas y energéticas que aporta un alimento vivo y un alimento inerte.

En el segundo tema se analiza los requerimientos nutricionales (macro y micronutrientes) de los diferentes organismos acuáticos, los ingredientes que aportan estos nutrimentos y los métodos para determinar los requerimientos de nutrimentos en organismos cultivados. Así también se analiza las diferencias en datos de requerimientos publicados (el papel que juega el metabolismo) y resuelve problemas de balances de energía dentro de los organismos

En el tercer tema se analiza la formulación y elaboración de alimentos balanceados para los diferentes organismos de cultivo, los ingredientes más utilizados para la elaboración de dietas, la importancia de la calidad de los ingredientes y la toxicidad de algunos ingredientes en los organismos cultivados. Formula dietas y discute métodos de elaboración de las mismas.

En el cuarto tema discute temas relacionados con métodos de evaluación de la calidad de los alimentos balanceados, reconoce los análisis de laboratorio (bromatológico, toxicológico y bacteriológico) necesarios para un alimento acuícola. Analiza la utilización de indicadores de estado nutricional y desarrolla (planea) ensayo de crecimiento y/o digestibilidad para la evaluación de dietas acuícolas.

Por último se abordan temas de estrategias de alimentación, se analiza los diferentes regímenes y frecuencias de alimentación en base a necesidades o condiciones dentro de cultivo. Construye una tabla de alimentación

Para la asignatura de Nutrición Acuícola se sugiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, se busca que las actividades propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar, con el fin de desarrollar competencias de creatividad, organización y planificación.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, se propone la formalización de conceptos a partir de observaciones, reflexión y discusión de experiencias concretas para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor, por lo que es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean artificiales, virtuales o naturales. Se propone el diseño de problemas para que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de hipótesis.

Es importante que el estudiante valore la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

El docente de la asignatura de Nutrición acuícola debe propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información de distintas fuentes, fomentar actividades grupales que propicien el trabajo en equipo, la comunicación, el intercambio de ideas de reflexión y integración. Llevar a cabo actividades prácticas y/o bioensayos que promueva el desarrollo de habilidades para la experimentación. Así también, el docente debe orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo

cooperativo y la toma de decisiones. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Guaymas, Lerma y Salina Cruz.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Guaymas, Lerma y Salina Cruz.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Guaymas, Lerma, Salina Cruz y Tlatlauquitepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Formula, elabora y evalúa alimentos balanceados, de acuerdo a los requerimientos nutricionales de los organismos acuáticos de interés comercial, así mismo diseña y decide estrategias de alimentación a utilizar en los diferentes cultivos.

5. Competencias previas

El estudiante en este nivel debe poseer y dominar las siguientes competencias
<ul style="list-style-type: none"> Analiza la estructura y propiedades físico-químicas de los compuestos químicos inorgánicos, para entender funciones biológicas y el comportamiento de las variables fisicoquímicas del agua Analiza la estructura y propiedades de los compuestos orgánicos más importantes para entender la composición y función de las moléculas biológicas. Clasifica a las principales biomoléculas con respecto a su organización, estructuras y funciones para aplicarlos a procesos biotecnológicos. Conoce las características anatómicas, fisiológicas (metabólicas) y requerimientos nutricionales de los organismos acuáticos susceptibles de cultivo. Diseña experimentos y procesa datos a través de métodos estadísticos para la toma de decisiones

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Ingesta y conducta alimentaria de organismos cultivados.	1.1 Qué es la Nutrición. 1.2 Antecedentes históricos. 1.3 Importancia de la nutrición en la acuicultura. 1.4 Conducta alimentaria de organismos cultivados. 1.5 Factores que influyen la ingesta. 1.5.1 Factores extrínsecos. 1.5.2 Factores intrínsecos 1.5.3 Anatomía y fisiología nutricional de organismos acuáticos 1.6 Flujo de Energía 1.7 Alimento vivo vs alimento inerte
2	Requerimientos nutricionales de organismos cultivados.	2.1 Proteínas 2.1.1 Clasificación y función 2.1.2 Requerimientos proteicos 2.1.3 Ingredientes que aportan proteínas y fuentes de proteínas alternas. 2.1.4 Métodos para determinar el requerimiento proteico 2.2 Grasas 2.2.1 Clasificación y función 2.2.2 Requerimientos lipídico 2.2.3 Ingredientes que aportan ácidos grasos. 2.2.4 Métodos para determinar el requerimiento lípidos. 2.3 Carbohidratos. 2.3.1 Clasificación y función 2.3.2 Requerimientos de carbohidratos. 2.3.3 Ingredientes que aportan glúcidos 2.3.4 Métodos para determinar el requerimiento glúcidos 2.4 Ahorro de proteínas por el uso de carbohidratos. 2.5 Micronutrientes. 2.5.1 Clasificación y función 2.3.2 Requerimientos de carbohidratos. 2.3.2 Ingredientes que aportan glúcidos 2.3.3 Métodos para determinar el requerimiento glúcidos 2.6 Aditivos 2.7 Bioenergética
3	Formulación y elaboración de alimentos balanceados para organismos acuáticos.	3.1 Calidad de los ingredientes. 3.1.1 Ensilados y harinas 3.1.2 Toxicidad nutricional 3.2 Métodos de Formulación de dietas 3.2.1 Ensayo y error.

		3.2.2 Cuadro de Pearson. 3.2.3 Ecuaciones simultaneas 3.2.4 Software utilizados para elaboración de dietas 3.3 Métodos y equipos de elaboración de alimentos balanceados 3.3.1 Extrusión. 3.3.2 Peletizado
4	Métodos de evaluación de la calidad de los alimentos balanceados.	4.1 Análisis bromatológico 4.2 Análisis microbiológico 4.3 Análisis toxicológico 4.4 Bioensayos de crecimiento 4.5 Bioensayos de digestibilidad 4.6 Utilización de marcadores 4.7 Indicadores de estado nutricional (relación en la concentración de aminoácidos)
5	Estrategias de alimentación	5.1 Alimentación <i>ad libitum</i> 5.2 Tablas de alimentación 5.3 Frecuencia de alimentación 5.4 Estrategias de alimentación 5.5 Crecimiento compensatorio

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Ingesta y conducta alimentaria de organismos cultivados	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): El alumno describe e interpreta la conducta alimentaria de organismos cultivados, así como los factores que influyen en la ingesta de alimento.	<ul style="list-style-type: none"> Investiga y analiza los conceptos básicos de nutrición Realiza un mapa conceptual del papel de la nutrición en los cultivos. Elabora un cuadro comparativo sobre las formas de alimentación de organismos de cultivo. Identifica por medio de un diagrama de flujo la interrelación de los factores ambientales e intrínsecos que determinan el consumo de alimento Elabora un ensayo y discute en plenaria, alimento vivo vs alimento inerte Realiza y presenta, de manera oral y escrita, un anteproyecto semestral para el diseño, elaboración y evaluación de un alimento balanceado.
Genéricas: <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aprender Capacidad de búsqueda, análisis y síntesis de la información Comunicación oral y escrita Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) Capacidad crítica y autocrítica 	
2. Requerimientos nutricionales de organismos cultivados.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> Analiza técnicas y aplica diseños para determinar requerimientos nutrimentales en organismo de cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> Elabora un cuadro comparativo sobre características de aditivos, macro y micro nutrientes como requerimientos básicos en la elaboración de alimentos balanceados. Elabora un mapa mental y/o diagrama de flujo del balance de energía en los organismos acuáticos

<ul style="list-style-type: none"> Analiza y decide ingredientes a utilizar en base a requerimientos de la especie <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis de información Solución de problemas Toma de decisiones. Búsqueda de logro 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas de flujo y balance de energía dentro de un organismo acuático Argumenta de manera oral y escrita los ingredientes a utilizar dentro de la elaboración del anteproyecto semestral
3. Formulación y elaboración de alimentos balanceados para organismos acuáticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Formula y elabora alimentos balanceados</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de organizar y planificar Habilidades básicas en el manejo de la computadora Solución de problemas Toma de decisiones Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Capacidad de generar nuevas ideas Preocupación por la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica fuentes y calidad de los ingredientes alimenticios Elabora un cuadro comparativo sobre calidad y toxicidad de insumos Selecciona los ingredientes alimenticios para la formulación teórica y práctica de un alimento balanceado. Desarrollar diagramas de flujo del método de fabricación de alimentos balanceados Formula, en gabinete y utilizando software, una dieta balanceada. Elabora alimentos balanceados Realiza un informe del proceso de elaboración del alimento Elabora un reporte parcial, oral y escrito, del proyecto semestral, donde elabora alimentos a utilizar (tratamientos).
4. Métodos de evaluación de la calidad de los alimentos balanceados	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Evalúa la calidad y eficiencia de los alimentos balanceados.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de organizar y planificar Solución de problemas Toma de decisiones Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) Búsqueda de logro 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga y decide métodos de evaluación proximal, bacteriológica y microbiológica Determina composición proximal, bacteriológica y microbiológica de alimentos balanceados Analiza y realiza cuadros comparativos de los marcadores más utilizados en ensayos de digestibilidad Realiza bioensayos de crecimiento y/o digestibilidad Investiga y analiza indicadores del estado nutricional de los organismos Elabora un reporte parcial, oral y escrito, del proyecto semestral, donde evalúa en bioensayos, las dietas elaboradas del tema anterior
5. Estrategias de alimentación	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseña y programa estrategias de alimentación para organismos en cultivo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de organizar y planificar • Solución de problemas • Toma de decisiones • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Investiga y analiza sobre frecuencias de alimentación en diversas fuentes de información. • Elabora cuadros comparativos sobre rutinas de alimentación de acuerdo a los hábitos alimenticios de las especies. • Formula un plan de alimentación para una especie determinada. • Analiza y discute en grupo, las tablas de alimentación desarrolladas • Elabora un reporte parcial, oral y escrito, del proyecto semestral, donde determina las estrategias de alimentación a utilizar. •

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Anatomía y fisiología digestiva de crustáceos y peces. • Elaboración de ensilado • Determinación bromatológica de un alimento acuícola • Determinación microbiológica de un alimento acuícola • Formulación y elaboración de alimentos balanceado • Bioensayos de crecimiento utilizando dietas formuladas (isoproteicas, isoenergéticas, etc) por el alumno • Ensayos de digestibilidad de alimentos balanceados.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. • Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo. • Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar. • Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.
--

10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una
--

de las actividades de aprendizaje

- Que en la evaluación se integren los tres tipos de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales).
- Que la evaluación contemple además de la evaluación del profesor, la co-evaluación y la evaluación grupal.
- Que la evaluación contemple la recopilación de evidencias de aprendizaje suficientes para que el alumno tenga la certeza de que ha adquirido o desarrollado sus competencias
 - Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos
 - Lectura de artículos científicos y/o de divulgación con debate en plenaria
 - Realización de cuadros comparativos, mapas mentales y conceptuales
 - Debates
 - Resolución de problemas
 - Prácticas de laboratorio, en análisis, elaboración y evaluación de alimentos balanceados con reportes escritos respectivos
- Instrumentos de evaluación
 - Lista de cotejo
 - Matriz de evaluación
 - Portafolio de evidencias

11. Fuentes de información

- Alimentación en acuicultura. Editorial Espinosa de los Monteros y Labarta. CAYCIT. Madrid, España. 1990.
- Association of Agricultural Chemist. Official Methods of analysis. Horowitz, W. Editorial Washington, D.C. 1990.
- Akiyama, D. M., W. G. Dominy and A. L. Lawrence. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised. Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop. American soybean association. Republic of Singapore .1991.
- Avances en Nutrición Acuícola. VII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. Universidad de Sonora. México 2004.
- Avances en Nutrición Acuícola. X Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. San Nicolás de los Garza Nuevo León. México 2010
- Capuzzo, J. Crustacean Bioenergetics. II International Conference on Aquaculture Nutrition. Lewes / Rehoboth Beach, USA. 1981
- Chavez Sánchez, C. Enfermedades nutricionales en acuicultura. Memorias del I Simp. Intern. De Nutrición Acuic. UANL. México. 1993
- Chiang, A.C. Fundamental Methods of Mathematical Economics. Editorial Mc Graw Hill. New York. 1974.
- Dale, N. El Uso de Análisis Paramétrico en la Formulación de Alimentos. Avicultura Profesional. 1988.
- Daellenback, H. G. and D. C. McNicle. Introducción a Técnicas de Investigación de Operaciones. Editorial CECSA, México. 1987.
- Deshimaru, O. Protein and amino acid nutrition of the prawn *Penaeus japonicus* . Proceedings of the second international conference in aquaculture Nutrition. Lewes / Rehoboth Beach, USA. 1982.
- García-Gallego, M. Formulación de dietas experimentales y piensos comerciales. En Alimentación

- en acuicultura. Editorial Espinosa de los Monteros y Labarta. CAYCIT. Madrid, España. 1987
- Gómez -Gómez, L. Formulación. en Acuicultura Marina. Editorial Mundi Prensa, Madrid.1983.
 - Kearns, J. Método Wenger para la extrusión de alimentos. Memorias del I Simposium Internacional de Nutricion Acuícola UANL. México. 1993.
 - N.R.C. Nutrient requirements of the warm water fishes and shellfishes. National Research Council. USA. 1993.
 - Rodríguez-Marín, M.F. Requerimientos energéticos de peces y crustáceos. Memorias del I simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 1993.
 - Rodríguez-Marín, M.F. Apuntes para la materia de Nutrición Acuícola. ITMAR, Guaymas. 2002