

**PROGRAMA EDUCATIVO:  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN ACUICULTURA  
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: QUÍMICA APLICADA AL MANEJO DEL AGUA**

**CLAVE: E-QAMA-3**

<b>Propósito de aprendizaje de la Asignatura</b>		El estudiante caracterizará compuestos químicos mediante técnicas estequiométricas y analíticas para contribuir al manejo de un sistema acuícola.			
<b>Competencia a la que contribuye la asignatura</b>		Desarrollar proyectos y paquetes tecnológicos acuícolas de producción y de investigación, mediante el diseño de un sistema acuícola, la adecuada selección de especies biológicas y la innovación de metodologías en procesos de cultivo acuícola bajo criterios de sustentabilidad y normatividad, para contribuir con el extensionismo acuícola y la generación de conocimiento acerca de productos acuícola-pesqueros.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	7	4.68	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Principios de química en el manejo del agua	6	9
II. Microorganismos y la química del agua	6	9	15
III. Manejo químico de la calidad del agua	14	21	35
IV. Métodos analíticos	4	6	10
<b>Totales</b>	30	45	75

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-3.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Diseñar proyectos acuícolas sustentables con base en la metodología y la normatividad aplicable y en estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental, para contribuir al desarrollo sustentable del sector, satisface la demanda del mercado acuícola-pesquero y fomentar la investigación acuícola</p>	<p>Implementar procesos de producción e investigación acuícola sustentables con base en la determinación del sistema de producción adecuado y la requisición pertinente, para hacer eficientes los procesos acuícolas requeridos y contribuir al desarrollo socioeconómico del sector y de la región</p>	<p>Estructura un programa de procesos acuícolas, un sistema de producción acuícola o un proyecto de investigación acuícola-pesquero que describa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo y diseño del sistema acuícola y de la(s) especie(s) a producir o investigar</li> <li>2. Infraestructura, equipamiento e insumos requeridos</li> <li>3. Metodologías, técnicas y tecnología necesarios</li> <li>4. Recursos económicos, humanos y acuícolas</li> <li>5. Normatividad aplicable</li> <li>6. Resultados y rendimientos esperados (alcances, metas, objetivos e hipótesis)</li> <li>7. Bibliografía especializada de consulta</li> </ol>
<p>Gestionar la dirección de proyectos acuícolas sustentables con base en una planeación establecida y las especificaciones técnicas, económicas y ambientales requeridas, para garantizar la viabilidad, implementación, continuidad, rentabilidad y mejoramiento de los mismos</p>	<p>Desarrollar procesos innovadores de cultivo y de investigación acuícola considerando las características de las especies tradicionales y no tradicionales, de los sistemas de cultivo, de las técnicas de manejo de calidad del agua, de los métodos de alimentación y de técnicas particulares en distintas las etapas del proceso acuícola, para contribuir al desarrollo sustentable del sector y satisfacer y crecer la demanda existente en el mercado</p>	<p>Genera un programa de actividades para impartir un taller, capacitación o curso especializado en metodologías y tecnología acuícolas adecuados al sector acuícola-pesquero, social, educativo y privado, con base en la evaluación técnica del contexto local o regional, que describa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carácter social: tamaño de la población, composición poblacional, tasa de crecimiento poblacional, estatus de educación, índices de migración y tamaño de la población económicamente activa</li> <li>2. Carácter económico: sector productivo, PIB, actividad económica</li> <li>3. Carácter ambiental: caracterización geográfica, ecológica y climatológicas</li> <li>4. Carácter normativo: legislación y normatividad aplicable, y identificación de autoridades correspondientes, complementación de trámites pertinentes</li> <li>5. Indicadores de viabilidad y desarrollo acuícola</li> </ol>

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-3.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE 2024</b>	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Principios de química en el manejo del agua					
Propósito esperado	El estudiante reconocerá los principios del manejo de la calidad del agua para optimizar el desarrollo y la producción acuícola.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	9	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Generalidades de la química en el manejo del agua	Identificar los principios técnicos del manejo de la calidad del agua en los distintos sistemas acuícolas	Reconocer la aplicación de los principios técnicos para el manejo de la calidad del agua en los distintos sistemas acuícolas	Desarrollar la capacidad de síntesis y análisis a través de la descripción de conceptos
Relaciones entre parámetros fisicoquímicos	Determinar los parámetros fisicoquímicos en relación con la calidad del agua en los procesos acuícolas	Cuantificar los parámetros fisicoquímicos en relación con la calidad del agua en los procesos acuícolas	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
		Laboratorio / Taller	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de casos</li> <li>- Métodos de monitoreo de parámetros</li> <li>- Prácticas de laboratorio</li> <li>- Equipos colaborativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintarrón y marcadores</li> <li>- Proyector</li> <li>- Equipo de cómputo con acceso a Internet</li> <li>- Manuales</li> <li>- Artículos científicos</li> <li>- Libros de texto</li> <li>- Disco de Secchi</li> <li>- Refractómetro</li> <li>- Oxímetro</li> <li>- Medidor de pH</li> <li>- Termómetro</li> <li>- Potenciómetro</li> <li>- Equipo multiparamétrico fisicoquímico</li> <li>- Cristalería de laboratorio</li> <li>- Tabla de campo</li> <li>- Balanza analítica</li> <li>- Reactivos químicos</li> <li>- Espectrofotómetro</li> <li>- HPLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa</li> </ul>	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden y analizan la importancia del manejo de la calidad del agua en los sistemas acuícolas	A partir de un estudio de caso, caracterizar el rol los parámetros físicos y químicos que inciden en la calidad del agua en los sistemas de producción acuícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de casos</li> <li>- Lista de verificación</li> <li>- Proyecto individual</li> <li>- Evaluación de desempeño</li> <li>- Ejercicios prácticos</li> </ul>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Microorganismos y la química del agua					
Propósito esperado	El estudiante reconocerá la diversidad funcional microbiológica que interviene en sistemas acuáticos para mejorar el control en la química del agua.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	9	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Los microorganismos y la calidad del agua	Reconocer las características de los grupos funcionales microbiológicos y sus funciones en los sistemas acuáticos	Identificar los grupos funcionales microbiológicos en los sistemas acuáticos	Desarrollar el pensamiento metódico, sistemático y creativo mediante la identificación de organismos
DQO y DBO	Reconocer la naturaleza química de la DQO y la DBO	Cuantificar y analizar la DQO y la DBO en sistemas acuáticos	
Nitrógeno, fósforo, azufre y elementos traza	Reconocer el papel de nitrógeno, fósforo, azufre y elementos traza en la calidad del agua	Cuantificar nitrógeno, fósforo, azufre y elementos traza en sistemas acuáticos	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de casos</li> <li>- Métodos de monitoreo de parámetros</li> <li>- Prácticas de laboratorio</li> <li>- Equipos colaborativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintarrón y marcadores</li> <li>- Proyector</li> <li>- Equipo de cómputo con acceso a Internet</li> <li>- Manuales</li> <li>- Artículos científicos</li> <li>- Libros de texto</li> <li>- Disco de Secchi</li> <li>- Refractómetro</li> <li>- Oxímetro</li> <li>- Medidor de pH</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Termómetro</li> <li>- Potenciómetro</li> <li>- Equipo multiparamétrico fisicoquímico</li> <li>- Cristalería de laboratorio</li> <li>- Tabla de campo</li> <li>- Balanza analítica</li> <li>- Reactivos químicos</li> <li>- Espectrofotómetro</li> <li>- HPLC</li> </ul>		
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los grupos funcionales microbiológicos asociados con los sistemas acuáticos.	A partir de la toma de muestras de agua, identificar la diversidad funcionales microbiológica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de casos</li> <li>- Lista de verificación</li> <li>- Proyecto individual</li> <li>- Evaluación de desempeño</li> <li>- Ejercicios prácticos</li> </ul>

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-3.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE 2024</b>	

Unidad de Aprendizaje	III. Manejo químico de la calidad del agua					
Propósito esperado	El estudiante manejará la calidad del agua de los sistemas acuícolas para optimizar el desarrollo y la producción del cultivo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	14	Horas del Saber Hacer	21	Horas Totales	35

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos de calidad del agua	Reconocer los fundamentos de los distintos conceptos y parámetros de calidad del agua	Ejecutar protocolos para determinar la calidad del agua	Ejercer honestidad, responsabilidad, ética y liderazgo en la implementación de acciones para el manejo de la calidad de agua
Identificar las interacciones fisicoquímicas del agua	Reconocer los métodos de control químico de la calidad del agua	Desarrollar protocolos de control químico de la calidad del agua	
Encalado y fertilización de sistemas acuícolas	Reconocer la interacción de los parámetros de la calidad del agua en los procesos acuícolas	Analizar la interacción de los parámetros de la calidad del agua	
Marco legal y normativo	Reconocer los métodos de encalado y fertilización de sistemas acuícolas	Desarrollar protocolos de encalado y fertilización de sistemas acuícolas	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de casos</li> <li>- Métodos de monitoreo de parámetros</li> <li>- Prácticas de laboratorio</li> <li>- Equipos colaborativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintarrón y marcadores</li> <li>- Proyector</li> <li>- Equipo de cómputo con acceso a Internet</li> <li>- Manuales</li> <li>- Artículos científicos</li> <li>- Libros de texto</li> <li>- Disco de Secchi</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refractómetro</li> <li>- Oxímetro</li> <li>- Medidor de pH</li> <li>- Termómetro</li> <li>- Potenciómetro</li> <li>- Equipo multiparamétrico fisicoquímico</li> <li>- Cristalería de laboratorio</li> <li>- Tabla de campo</li> <li>- Balanza analítica</li> <li>- Reactivos químicos</li> <li>- Espectrofotómetro</li> <li>- HPLC</li> </ul>		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes establecen acciones para el control y tratamiento químico del agua en los sistemas acuícolas.	A partir de protocolos y manuales, documentar un reporte técnico que incluya un diagrama de proceso, determinación de variables de control, insumos requeridos para el manejo de la calidad del agua en sistemas de producción acuícola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de casos</li> <li>- Lista de verificación</li> <li>- Proyecto individual</li> <li>- Evaluación de desempeño</li> <li>- Ejercicios prácticos</li> </ul>

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-3.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE 2024</b>	

Unidad de Aprendizaje	IV. Métodos analíticos					
Propósito esperado	El estudiante manejará las herramientas de la química analítica para mejorar los sistemas de producción acuícola.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	4	Horas del Saber Hacer	6	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Métodos químicos	Reconocer los fundamentos de los métodos analíticos químicos	Desarrollar protocolos analíticos químicos	Desarrollar el puntual, metódico, sistemático y responsable mediante el desarrollo de protocolos
Métodos fisicoquímicos	Reconocer los fundamentos de los métodos analíticos fisicoquímicos	Desarrollar protocolos de analíticos fisicoquímicos	
Métodos espectrofotométricos	Reconocer los fundamentos de los métodos analíticos espectrofotométricos	Desarrollar protocolos de analíticos espectrofotométricos	
Métodos cromatográficos	Reconocer los fundamentos de los métodos analíticos cromatográficos	Desarrollar protocolos de analíticos cromatográficos	
Métodos espectrométricos	Reconocer los fundamentos de los métodos analíticos espectrométricos	Desarrollar protocolos de analíticos espectrométricos	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de casos</li> <li>- Métodos de monitoreo de parámetros</li> <li>- Prácticas de laboratorio</li> <li>- Equipos colaborativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintarrón y marcadores</li> <li>- Proyector</li> <li>- Equipo de cómputo con acceso a Internet</li> <li>- Manuales</li> <li>- Artículos científicos</li> <li>- Libros de texto</li> <li>- Disco de Secchi</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refractómetro</li> <li>- Oxímetro</li> <li>- Medidor de pH</li> <li>- Termómetro</li> <li>- Potenciómetro</li> <li>- Equipo multiparamétrico fisicoquímico</li> <li>- Cristalería de laboratorio</li> <li>- Tabla de campo</li> <li>- Balanza analítica</li> <li>- Reactivos químicos</li> <li>- Espectrofotómetro</li> <li>- HPLC</li> </ul>		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes estandarizan protocolos de métodos analíticos útiles en el manejo de agua en los sistemas acuícolas	A partir de un caso práctico, integrar un portafolio de protocolos analíticos para la calidad de agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de casos</li> <li>- Lista de verificación</li> <li>- Proyecto individual</li> <li>- Evaluación de desempeño</li> <li>- Ejercicios prácticos</li> </ul>

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciatura o Ingeniería en Química, Bioquímica, QFB, Acuicultura, Microbiología, Biotecnología o carrera afín, preferentemente con posgrado en áreas afines.	Manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación, técnicas de manejo de grupos.	Experiencia demostrable de al menos 4 años como docente, técnico o investigador en actividades relacionadas con la química y el manejo de la calidad del agua en unidades de producción acuícola, o bien especialización en la misma área a través de cursos especializados, estudios de posgrado o experiencia en el sector productivo.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Boyd, C.E. y C.S. Tucker	2014	Handbook for aquaculture water quality	E.U.A.	World Aquaculture Society	978-0692221877
Boyd, C. E.	2000	Water quality: An introduction	Reino Unido	Kluwer Academic Publishers	0-7923-7853-9
Escutia-García, R.	2007	Funciones químicas inorgánicas y su nomenclatura	México	Trillas	978-968-24-8024-9
Harvey, D. (editor)	2002	Química analítica moderna	España	McGraw-Hill Interamericana	84-481-3635-7
Skoog, D. A., D. M. West, F. J. Holler, y S. R. Crouch	2015	Fundamentos de química analítica (9a. edición)	México	Thomson	978-607-519-937-6
Timmons, M. B., J. M. Ebeling y R.H. Piedrahita	2009	Acuicultura en sistemas de recirculación	E.U.A.	Cayuga Aqua Ventures	978-0971264632

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
The Nature Conservancy (2019)	14 de mayo de 2024	Bases técnicas para una acuicultura sustentable	<a href="https://www.nature.org">https://www.nature.org</a>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-3.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	