

**PROGRAMA DE ASIGNATURA OPERACIONES UNITARIAS II**
**CLAVE: E-OPU2-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante integrará los conocimientos teórico-prácticos de las operaciones unitarias de trituración, molienda, mezclado, precipitación, sedimentación, centrifugación, decantación, filtración, separación por membranas, deshidratación, secado, lixiviación y cristalización para su aplicación en los procesos alimentarios y no alimentarios y en el escalamiento en la industria.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Diseñar y desarrollar productos y procesos alimentarios mediante metodologías de investigación, técnicas de escalamiento y transferencia tecnológica, para la gestión y aprovechamiento de los recursos de manera innovadora y sostenible.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	8	5.63	Escolarizada	6	90

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Reducción de tamaño.	8	12
II.- Separaciones físico - mecánicas	12	18	30
III.- Separación sólido - líquido	16	24	40
<b>Totales</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>90</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Formular productos innovadores en la región a través de la aplicación de los protocolos de investigación, diseños experimentales y escalamiento para darle valor agregado a sus recursos alimentarios</p>	<p>Realizar el protocolo de investigación mediante la aplicación del método científico para la propuesta del proyecto.</p>	<p>Elabora un protocolo de investigación de un proceso alimentario que incluya los pasos del método científico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antecedentes.</li> <li>- Justificación.</li> <li>- Objetivos.</li> <li>- Metodología.</li> <li>- Resultados y discusión.</li> <li>- Conclusiones.</li> <li>- Bibliografía.</li> <li>- Así como presentar el producto terminado</li> </ul>
	<p>Aplicar el protocolo de investigación mediante una prueba piloto para optimizar los parámetros de producción</p>	<p>Realiza el prototipo del producto, que incluya un informe técnico y económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diagnóstico regional.</li> <li>- Identificación de recursos alimentarios disponibles.</li> <li>- Macrolocalización.</li> <li>- Microlocalización.</li> <li>- Distribución de planta,</li> <li>- Descripción del proceso.</li> <li>- Selección de maquinaria y equipo</li> <li>- Materias primas e insumos(proveedores).</li> <li>- Mano de obra.</li> <li>- Impacto ambiental.</li> <li>- Servicios.</li> <li>- El estudio de mercado, análisis financiero y estudio económico.</li> <li>- Resumen ejecutivo.</li> <li>- Interpretación del análisis económico de acuerdo a los indicadores financieros.</li> <li>- Propuesta de mejora para la toma de decisiones</li> <li>- Presentación ejecutiva del proyecto argumentando su resultado.</li> </ul>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Realizar el escalamiento de procesos en plantas de alimentos mediante la aplicación del estudio técnico ingenieril para establecer la producción a nivel industrial.	Realiza un estudio que incluya: - Memoria de cálculo del proceso de producción (formulación, especificaciones técnicas del equipo, operaciones unitarias del proceso). - Diagrama de proceso. - Presentar en forma oral y escrita.
Formular proyectos productivos del sector alimentario para el aprovechamiento de los recursos naturales mediante la elaboración del plan de negocios utilizando como herramienta el análisis de factibilidad.	Realizar un plan de negocios a través de la metodología de elaboración de plan de negocios para establecer un marco estratégico y operativo del proyecto.	Realiza el plan de negocios que incluya estudio: - De mercado. - Técnico. - Económico.
	Evaluar el plan de negocios a través de la interpretación de los indicadores técnicos y financieros para determinar la viabilidad del proyecto.	Realizar presentación ejecutiva del proyecto que incluya: - Plan de negocios. - Interpretación de los indicadores, discusión y conclusión.

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Reducción de tamaño					
Propósito esperado	El estudiante comprenderá los principios fundamentales de la reducción de tamaño, así como los criterios de selección de equipos con base en las características técnicas, importancia de la eficiencia energética y la calidad del producto final.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos generales	<p>Definir el concepto de operación unitaria y su importancia.</p> <p>Identificar el régimen de trabajo, modos de operación y la clasificación de las operaciones unitarias en la industria.</p> <p>Conocer un software que permitan un diseño y simulación de operaciones unitarias (chemcad, aspen, catia, autocad u otros).</p>	<p>Determinar en un proceso las operaciones unitarias que se utilizan.</p> <p>Utilizar un software dedicado para el diseño y simulación de operaciones unitarias (chemcad, aspen, catia, autocad u otros).</p>	<p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p> <p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p>
Reducción de tamaño y criterios de selección para los equipos de trituración y molienda.	<p>Identificar las principales fuerzas que intervienen en la reducción de tamaño: fuerza de compresión, fuerza de impacto, fuerza de rozamiento y fuerza de corte.</p> <p>Describir las propiedades del material sólido (dureza, abrasividad, estructura mecánica, humedad y sensibilidad a la temperatura), su</p>	<p>Determinar las características físicas y químicas de los materiales sólidos.</p> <p>Determinar el tamaño de partícula en un proceso de molienda.</p>	<p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>importancia y efecto en el proceso de trituración y molienda.</p> <p>Identificar las características de partículas sólidas por análisis de distribución de tamaño de partícula.</p>		
Equipos para la trituración y molienda	Identificar la clasificación, características y funcionamiento de los distintos equipos de trituración y molienda utilizados en la industria (trituradora de rodillos, molinos de martillos, molinos de discos, molinos de bola y molinos de barras, entre otros).	<p>Elegir el tipo de equipo a utilizar en un proceso de trituración y molienda.</p> <p>Diagramar un proceso de acuerdo a las características de trituración y molienda (Molienda en circuito abierto, trituración libre y molienda de circuito cerrado).</p>	
Balance de energía en procesos de trituración y molienda	<p>Identificar los conceptos de: leyes de trituración, índice de trabajo, rendimiento, potencia para la reducción de tamaño.</p> <p>Explicar los balances de energía en procesos de trituración y molienda de acuerdo a la ley de Rittinger, Kick y F. C. Bond.</p>	Realizar cálculos prácticos de balances de energía en procesos de trituración y molienda.	
Maquinaria y equipo para el tamizado, cribado y transporte en procesos de reducción de tamaño	<p>Describir la función de los equipos de tamizado, cribado y transporte en los procesos.</p> <p>Identificar los tipos de maquinaria para el tamizado y cribado de materiales sólidos.</p> <p>Explicar el balance de materia en un tamiz.</p> <p>Identificar equipos para transporte en procesos de reducción de tamaño.</p>	<p>Realizar cálculos de balance de materia en un tamiz</p> <p>Seleccionar el equipo para tamizado, cribado y transporte en procesos de reducción de tamaño.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Estudio de caso Taller y práctica mediante la acción Aprendizaje cooperativo/colaborativa	Módulos didácticos de simulación Tablas de propiedades de los alimentos Plantas piloto Manuales de operación Normatividad de seguridad industrial Software de simulación de procesos Computadora Internet Cañón Pintarrón Calculadora	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes seleccionan equipos para la reducción del tamaño de partícula de acuerdo a los principios generales y propiedades del material a emplear en un proceso de la industria alimentaria y no alimentaria..	A partir de un caso práctico el estudiante realiza un reporte que incluya:  Características físicas y químicas del material a moler Determinación del tamaño de partícula Distribución del tamaño de partícula (DTC) en molienda. Diagrama del proceso de molienda Cálculos de balance de materia y energía del proceso de molienda	Cuestionario Rúbrica

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Descripción del equipo de trituración, molienda, tamizado y transporte elegido. Propuesta del diseño y simulación de la operación unitaria a partir del software adecuado.	
--	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Separaciones físico - mecánicas					
Propósito esperado	El estudiante comprenderá los principios fundamentales de las operaciones de mezclado, agitación, precipitación, sedimentación, centrifugación, decantación, filtración y separación por membranas, así como los criterios de selección de equipos para su aplicación en la industria alimentaria y no alimentaria.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Mezclado y agitación	<p>Identificar la función del mezclado y agitación en los procesos.</p> <p>Identificar los tipos de mezcladores y agitadores.</p> <p>Identificar los factores que intervienen en los procesos de mezclado y agitación.</p>	<p>Seleccionar el equipo para mezclado y agitación.</p> <p>Realizar cálculos de potencia, velocidad de agitación y tiempo de mezclado.</p>	<p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p> <p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p>
Precipitación y sedimentación	<p>Explicar la importancia y aplicación de la precipitación y sedimentación en la industria.</p> <p>Identificar el concepto de flotación, su importancia y aplicaciones.</p> <p>Describir los principios generales de los procesos de precipitación y sedimentación.</p> <p>Identificar las características y funcionamiento de los distintos equipos</p>	<p>Elegir el tipo de equipo a utilizar en un proceso de precipitación y/o sedimentación.</p> <p>Realizar cálculos de velocidad de precipitación y/o sedimentación de partículas, fracción sedimentada, velocidad terminal en el proceso de precipitación.</p>	<p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	



	utilizados para precipitación y sedimentación.		
Centrifugación y decantación	<p>Explicar la importancia y aplicación de la centrifugación y decantación.</p> <p>Describir los principios generales y operacionales de los procesos de centrifugación y decantación, utilizados en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Identificar las características y funcionamiento de los distintos equipos utilizados para centrifugación y decantación.</p>	<p>Realizar cálculos en la separación de líquidos inmiscibles.</p> <p>Realizar cálculos en la separación de sólidos insolubles de productos líquidos.</p> <p>Elegir el equipo de centrifugación y decantación</p>	
Filtración y separación por membranas	<p>Explicar la importancia y aplicación de la filtración y separación por membranas en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir los principios generales del proceso de filtración y el funcionamiento de los equipos de filtración utilizados en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir los principios generales de los procesos de separación por membranas e indicar los tipos de equipo utilizados para la separación por membranas.</p>	<p>Operar los distintos equipos utilizados en los procesos de filtración y/o separación por membranas.</p> <p>Realizar un análisis de sistema de separación por filtración y/o membranas.</p> <p>Elegir el equipo de filtración y separación por membranas.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Inferencias, resúmenes y analogías; elaboración de redes semánticas y mapas conceptuales. Taller y práctica mediante la acción Aprendizaje Basado en Problemas	Módulos didácticos de simulación Tablas de propiedades de los alimentos Plantas piloto Manuales de operación Normatividad de seguridad industrial Software de simulación de procesos Computadora Internet Cañón Pintarrón Calculadora Material y equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante selecciona equipos a utilizar en el proceso de mezclado, agitación, precipitación, sedimentación, centrifugación, decantación, filtración y separación por membranas de acuerdo a los principios fundamentales de estas operaciones unitarias.	<p>. A partir de un caso práctico el alumno realiza un reporte que incluya:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contexto y relevancia de la operación unitaria estudiada.</li> <li>2. Describir el procedimiento experimental explicando detalladamente los equipos y materiales utilizados en el proceso</li> <li>3. Diagrama del proceso desarrollado</li> <li>4. Condiciones de operación (parámetros críticos)</li> <li>5. Cálculos realizados</li> <li>6. Conclusiones</li> </ol>	<p>Cuestionario Rúbrica</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	III. Separación sólido - líquido					
Propósito esperado	El estudiante comprenderá los principios fundamentales de las operaciones de deshidratación, secado, liofilización, lixiviación y cristalización, así como los criterios de selección de equipos para su aplicación en la industria alimentaria y no alimentaria.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	16	Horas del Saber Hacer	24	Horas Totales	40

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Deshidratación y secado	<p>Explicar la importancia y aplicación de la deshidratación y secado en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir los principios generales de los procesos de deshidratación y secado y el funcionamiento de los equipos.</p> <p>Describir los parámetros que afectan la operación de deshidratación y secado.</p>	<p>Operar los distintos equipos utilizados en los procesos de deshidratación y secado.</p> <p>Elegir el equipo adecuado en un proceso de deshidratación y secado.</p> <p>Realizar cálculos de balance de materia y velocidad de secado.</p>	<p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p> <p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa.</p>
Liofilización	<p>Explicar la importancia y aplicación de la liofilización en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir los principios generales del proceso de liofilización y el funcionamiento de los equipos.</p> <p>Describir los principales parámetros que intervienen en un proceso de liofilización.</p>	<p>Operar los distintos equipos utilizados en los procesos de liofilización.</p> <p>Realizar un análisis de los parámetros que intervienen en el proceso de separación por liofilización.</p>	<p>Desarrollar la creatividad, originalidad y espíritu de iniciativa</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Lixiviación	<p>Explicar la importancia y aplicación de la lixiviación en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir los principios generales y el funcionamiento de los equipos en un proceso de lixiviación.</p> <p>Identificar los conceptos de extracción sólido-líquido por contacto sencillo y por contactos múltiples en un proceso de lixiviación.</p> <p>Describir los parámetros que intervienen en un proceso de lixiviación.</p>	<p>Determinar las condiciones de operación para una extracción sólido - líquido por contacto sencillo y por contactos múltiples.</p> <p>Calcular los parámetros que afectan un proceso de extracción sólido - líquido.</p> <p>Elegir el equipo adecuado en un proceso de lixiviación.</p>	
Cristalización	<p>Explicar la importancia y aplicación de la cristalización en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir los conceptos de cristalización, nucleación, velocidad y coeficientes de crecimiento de cristales e identificar los tipos de geometría cristalinas.</p> <p>Describir el proceso de cristalización y la importancia de la distribución del tamaño de los cristales.</p> <p>Expresar los rendimientos y balances de materia y calor en la cristalización.</p> <p>Describir las características de los diferentes tipos de cristalizadores.</p>	<p>Establecer los parámetros y coeficientes involucrados en el proceso de formación de cristales.</p> <p>Realizar cálculos de balance de calor y rendimiento en un proceso de cristalización.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Estudio de caso Taller y práctica mediante la acción Aprendizaje Basado en Problemas	Módulos didácticos de simulación Tablas de propiedades de los alimentos Plantas piloto Manuales de operación Normatividad de seguridad industrial Software de simulación de procesos Computadora Internet Cañón Pintarrón Calculadora Material y equipo de laboratorio.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante selecciona equipos a utilizar en el proceso de deshidratado, secado, liofilización, lixiviación y cristalización de acuerdo con los principios fundamentales de estas operaciones unitarias.	<p>A partir de un caso práctico el estudiante realiza un reporte que incluya:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contexto y relevancia de la operación unitaria estudiada.</li> <li>2. Describir el procedimiento experimental explicando detalladamente los equipos y materiales utilizados en el proceso</li> <li>3. Diagrama del proceso desarrollado</li> <li>4. Condiciones de operación (parámetros críticos)</li> <li>5. Cálculos realizados</li> <li>6. Conclusiones</li> </ol>	<p>Cuestionario Rúbrica</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Profesionista en el área de Química, Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Agroindustrial o afín	Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de la química aplicada y operaciones unitarias en nivel superior Capacitaciones en estrategias didácticas Inducción al modelo educativo de las UST	Al menos dos años de experiencia en el sector alimentario

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Geankoplis C. J.	2014	Procesos de transporte y principios de procesos de separación	México	Patria	9789702408567
J.D. Seader, Ernest J. Henley, D. Keith Roper.	2010	Separation Process Principles: Chemical and Biochemical Operations		<b>Wiley</b>	
<b>Don W. Green, Marylee Z. Southard. (2018). Perry's</b>	2018	Chemical Engineers' Handbook		McGraw-Hill Education.	9780071422949
Francisco Espínola Lozano.	2015	Tutorial de Aspen Plus: Introducción y modelos simples de operaciones unitarias.		Independently Published.	979-8525126299
Warren L. McCabe, Julian C. Smith and Peter Harriott	2007	Operaciones unitarias en ingeniería química.		The McGraw-Hill	978-970-10-6174-9
Alberto Ibarz Ribas	2005	Operaciones Unitarias en la Ingeniería de alimentos		Mundiprensa.	84-8476-163-0

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	



Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	