

PROGRAMA DE ASIGNATURA: OPERACIONES UNITARIAS III

CLAVE: E-OPU3-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante integrará los conocimientos teórico-prácticos de las operaciones unitarias (evaporación, concentración de sólidos, destilación, absorción, adsorción) para su aplicación en los procesos y en el escalamiento en la industria alimentaria y no alimentaria.			
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	9	5.63	Escolarizada	6	90

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I. Evaporación y concentración	12	18	30
II. Destilación	16	24	40
III. Absorción y adsorción	8	12	20
Totales	36	54	90

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	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"> - Antecedentes. - Justificación. - Objetivos. - Metodología. - Resultados y discusión. - Conclusiones. - Bibliografía. - Así como presentar el producto terminado
	<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"> - El diagnóstico regional. - Identificación de recursos alimentarios disponibles. - Macro localización. - Micro localización, - Distribución de planta, - Descripción del proceso. - Selección de maquinaria y equipo - Materias primas e insumos(proveedores). - Mano de obra. - Impacto ambiental. - Servicios. - El estudio de mercado, análisis financiero y estudio económico. - Resumen ejecutivo. - Interpretación del análisis económico de acuerdo con los indicadores financieros. - Propuesta de mejora para la toma de decisiones

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

		- Presentación ejecutiva del proyecto argumentando su resultado.
	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 un 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 una presentación ejecutiva del proyecto que incluya: - Plan de negocios. - Interpretación de los indicadores, discusión y conclusión.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Evaporación y concentración					
Propósito esperado	El estudiante comprenderá y realizará balances de materia y energía de evaporadores para separar componentes de interés 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
Tipos de concentración de sólidos: evaporación, deshidratación, congelación y saturación de sólidos.	Identificar los conceptos de los diferentes tipos de concentración de sólidos (evaporación, deshidratación, congelación, saturación de sólidos).	Seleccionar el tipo de concentración de sólidos usados en un proceso de transformación de alimentos.	Desarrollar habilidad para resolver problemas complejos de manera creativa y efectiva.
	Identificar las áreas de aplicación de la concentración de sólidos por evaporación, deshidratación, congelación y saturación de sólidos en un proceso alimentario.	Realizar un análisis de los procesos y el tipo de equipos requeridos para el producto alimentario a elaborar.	
Principios fundamentales de evaporación y su aplicación en la industria alimentaria y no alimentaria.	Definir la aplicación, factores y variables del proceso de evaporación. Describir los métodos de operación del proceso de evaporación en la industria alimentaria y no alimentaria.	Establecer los factores y variables involucrados en el proceso de evaporación en la industria alimentaria y no alimentaria.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Transmisión de calor en evaporadores.	<p>Identificar los principios generales de la transferencia de calor.</p> <p>Identificar los principales mecanismos de transferencia de calor en los evaporadores.</p>	Realizar los cálculos de la transferencia de calor en los evaporadores.	
Métodos de cálculo para evaporadores de efecto simple y múltiple.	<p>Explicar los conceptos de balances de materia y energía en los evaporadores (efecto simple y múltiple).</p> <p>Identificar las variables utilizadas en los balances de materia y energía para evaporadores (efecto simple y múltiple).</p>	Realizar los cálculos de balances de materia y energía para evaporadores (efecto simple y múltiple).	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
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
Aprendizaje basado en problemas/soluciones Investigación con tutoría Estudio de Caso	Cañón Pizarrón Computadora Internet Aplicaciones digitales Columnas de separación (relleno, platos, entre otros) Software especializado Manuales de operación	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes realizan cálculos para la operación de equipos de evaporación y concentración de sólidos en la industria alimentaria y no alimentaria.	A partir de un caso práctico, el estudiante entrega un portafolio de evidencias que incluya lo siguiente: - Cuestionario de las variables que afectan las operaciones de evaporación. - Ejercicios de cálculos de la transferencia de calor en los evaporadores. - Problemario de balances de materia y energía en las operaciones de evaporación.	Lista de cotejo Cuestionario

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Destilación					
Propósito esperado	El estudiante aplicará los procesos de destilación para separar componentes en un proceso a partir de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima.					
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
Principios generales de destilación.	<p>Explicar la importancia y aplicaciones de los procesos de destilación.</p> <p>Explicar los siguientes conceptos: mezclas binarias, mezclas inmiscibles, mezclas totales, mezclas parcialmente miscibles, sistemas azeotrópicos.</p> <p>Explicar los diferentes procesos de destilación: destilación simple, destilación fraccionada, destilación al vacío, destilación azeotrópica, destilación por arrastre de vapor.</p> <p>Establecer las variables que intervienen en el proceso de destilación.</p> <p>Identificar los equipos utilizados en los procesos de destilación.</p>	<p>Seleccionar la técnica de destilación conveniente en un proceso de separación de mezclas.</p> <p>Desarrollar el proceso de destilación considerando las variables de control involucradas para la obtención de un producto.</p>	<p>Anticipar y prevenir problemas, buscar soluciones innovadoras y tomar la iniciativa para mejorar procesos y productos.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Equilibrio líquido vapor.	<p>Explicar el equilibrio líquido-vapor para sistemas monocomponentes y multicomponentes.</p> <p>Explicar la regla de las fases de Gibbs, las leyes de Raoult, Dalton y Henry.</p> <p>Describir los diagramas de fases.</p> <p>Explicar la actividad, coeficiente de actividad, fugacidad y coeficiente de fugacidad.</p> <p>Describir los procesos físicos que ocurren durante la destilación o la condensación de una mezcla binaria.</p>	Aplicar los diagramas de fases para mezclas inmiscibles, mezclas totales o parcialmente miscibles y sistemas azeotrópicos.	
Métodos simples de destilación (flash, lotes y por arrastre de vapor).	<p>Expresar el concepto de volatilidad relativa de los sistemas líquido-vapor.</p> <p>Identificar las características de cada método simple de destilación.</p> <p>Describir los diagramas de flujo y balances aplicados en el proceso de destilación simple seleccionado.</p>	Resolver problemas de destilación en equilibrio o instantánea (flash), de destilación por lotes o diferencial, destilación con arrastre de vapor.	
Destilación continua por rectificación de mezclas binarias (fraccionada).	<p>Describir el método de destilación por etapas con reflujo.</p> <p>Expresar el diagrama del proceso para una torre o columna de rectificación.</p>	<p>Realizar cálculos de columnas de destilación de rectificación de mezclas binarias (fraccionadas) aplicados en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Estructurar los diagramas de McCabe-Thiele y Ponchon-Savarit.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Describir el Método de McCabe-Thiele y Ponchon-Savarit para el cálculo del número de etapas teóricas.</p> <p>Expresar los cálculos para la relación de reflujo y eficiencia de los platos.</p> <p>Identificar software especializado en los procesos de destilación.</p>	<p>Realizar cálculos para el diseño, optimización y operación de columnas de destilación.</p> <p>Validar la solución de la memoria de cálculo mediante un software especializado en destilación.</p>	
--	---	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
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
Aprendizaje basado en problemas/soluciones Estudio de Caso Taller y práctica mediante la acción	Cañón Pizarrón Computadora Internet Aplicaciones digitales Software especializado Manuales de operación Manual de prácticas Materiales, reactivos y equipos de destilación	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes realizan cálculos para procesos de destilación para la separación de componentes en la industria alimentaria y no alimentaria.	<p>A partir de un caso práctico, el estudiante entrega un portafolio de evidencias que incluya lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemario sobre el cálculo de columnas de destilación, incluyendo los diagramas de McCabe-Thiele y Ponchon-Savarit. - Solución de la memoria de cálculo mediante un software especializado en destilación. - Práctica de destilación: el estudiante entregará un reporte que incluya lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> a) Técnica de evaporación utilizada en la separación de mezclas 	<p>Cuestionario Rúbrica</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	b) Proceso de destilación utilizado c) Fases involucradas d) Diagrama de fases del proceso e) Proceso de rectificación f) Análisis del proceso de destilación g) Eficiencia de la destilación.	
--	---	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Absorción y adsorción					
Propósito esperado	El estudiante aplicará los principios de equilibrio en los procesos de adsorción y absorción para seleccionar las operaciones de separación utilizadas en la industria alimentaria y no alimentaria.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Mecanismos de la absorción.	<p>Identificar y describir los procesos de absorción y adsorción en alimentos y sus diferencias.</p> <p>Identificar los gradientes de velocidad para la transferencia de materiales (gaseosos y semi-porosos).</p> <p>Distinguir las variables de diseño y operación, y modelar el comportamiento cinético en diferentes procesos.</p> <p>Identificar los equipos como torres de absorción, propiedades físicas de los materiales de relleno y sus propiedades.</p>	<p>Determinar los gradientes de velocidad para la transferencia de materiales entre materiales gaseosos y semi-porosos.</p> <p>Establecer las variables de diseño y operación para realizar cálculos de difusividad de sustancias y modelar el comportamiento cinético en diferentes procesos.</p> <p>Seleccionar torres de absorción a partir de sus características.</p>	Desarrollar habilidad para resolver problemas complejos de manera creativa y efectiva.
Columnas de relleno.	Identificar los tipos de columnas de relleno en función de su composición.	Seleccionar una columna de relleno a partir de sus características para su aplicación en la industria alimentaria y no alimentaria.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Describir las características de una columna de relleno.</p> <p>Describir las ventajas, desventajas y eficiencia de la utilización de una columna de relleno en la industria alimentaria y no alimentaria.</p>	<p>Realizar una separación con una columna de relleno.</p> <p>Calcular la eficiencia de una columna de relleno.</p>	
Columnas de plato.	<p>Describir las características de una columna de platos utilizada en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir las ventajas y desventajas de una columna de platos.</p> <p>Describir la eficiencia de una columna de platos.</p>	<p>Seleccionar una columna de platos a partir de sus características para su aplicación en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Calcular la eficiencia de una columna de platos utilizada en la industria alimentaria y no alimentaria</p>	
Equilibrios de procesos de adsorción.	<p>Identificar y describir los procesos de adsorción utilizados en la industria alimentaria y no alimentaria.</p> <p>Describir las propiedades físicas y químicas de los adsorbentes.</p> <p>Describir el modelo de Langmuir.</p> <p>Identificar los tipos de isothermas de adsorción.</p> <p>Identificar los equipos de adsorción utilizados en la industria alimentaria y no alimentaria.</p>	<p>Calcular los parámetros de adsorción (coeficiente de adsorción, volumen de la monocapa, entalpía de adsorción) de un proceso alimentario y no alimentario</p> <p>Seleccionar el adsorbente adecuado en un proceso de adsorción a partir de sus propiedades fisicoquímicas.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<p>Cinética de procesos de adsorción y operaciones de separación por etapas.</p>	<p>Describir los modelos BET, Freundlich, Temkin, entre otros, que describen la cinética de un proceso de adsorción.</p> <p>Identificar las principales variables de los modelos BET, Freundlich, Temkin, entre otros.</p> <p>Identificar los procesos donde se utilicen operaciones de separación por etapas y los equipos.</p> <p>Identificar las principales variables utilizadas en los procesos de separación por etapas.</p>	<p>Calcular los parámetros de adsorción a partir de los modelos BET, Freundlich, Temkin, entre otros.</p> <p>Seleccionar el proceso de separación por etapas que puede ser aplicado en la industria alimentaria y no alimentaria.</p>	
--	--	---	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
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
Aprendizaje basado en problemas/soluciones Estudio de Caso Taller y práctica mediante la acción	Cañón Pizarrón Computadora Internet Aplicaciones digitales Software especializado Manuales de operación Manual de prácticas Materiales, reactivos y equipos de destilación	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes realizan cálculos para la operación de equipos de adsorción y absorción utilizados en la industria alimentaria y no alimentaria.	<p>A partir de un caso práctico, el estudiante entrega un portafolio de evidencias que incluya lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemario sobre el cálculo de los parámetros de adsorción (coeficiente de adsorción, volumen de la monocapa, entalpía de adsorción) de un proceso a partir de los modelos de Langmuir, BET, Freundlich, Temkin, entre otros. - Práctica de difusividad considerando las características de la columna. 	<p>Cuestionario Rúbrica</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
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, operaciones unitarias y análisis de alimentos en nivel superior Capacitaciones en estrategias didácticas Inducción al modelo educativo de las UST Técnicas de manejo de grupos.	Al menos dos años de experiencia en el sector alimentario.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Y.A. Çengel, A.J. Ghajar	2020	Transferencia de calor y masa. Fundamentos y aplicaciones	México	McGraw-Hill / Interamericana	978-6071514615
E.J. Henley, J.D. Seader	2003	Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química	España	Reverté	978-8429179088
A. Ibarz, G.V. Barbosa-Cánovas	2005	Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos	España	Mundi-Prensa	84-8476-163-0
Shri K. Sharma et al.	2003	Ingeniería de Alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio	México	Limusa Wiley	9789681862039
P.J. Martínez de la Cuesta, E. Rus Martínez	2004	Operaciones de Separación en Ingeniería Química: Método de Cálculo	España	Pearson Prentice Hall	8420542504

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Harry A. Kooijman, Ross Taylor	2019	The ChemSep Book	http://www.chemsep.com/book/contents.html
Beatriz Espinosa Franco	2019	Operaciones Unitarias Farmacéuticas	https://www.zaragoza.unam.mx/operaciones-unitarias-farmaceuticas/
R.L. Earle, M.D. Earle	2004	Unit Operations in Food Processing	https://www.nzfst.org.nz/resources/unitoperations/index.htm
A. Marcilla Gomis	1998	INTRODUCCIÓN A LAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN: Cálculo por etapas de equilibrio	https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/4329

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.1
APROBÓ	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	