

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

### INGENIERÍA EN ALIMENTOS

#### NOVENO SEMESTRE

#### TALLER MULTIDISCIPLINARIO DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

<b>OPCIÓN:</b> INGENIERÍA DE PROCESOS DE SEPARACIÓN POR TRANSFERENCIA DE MASA		<b>CICLO:</b>		<b>ÁREA:</b> INGENIERÍA APLICADA	
<b>NUMERO DE HORAS/SEMANA</b>					
<b>CARÁCTER:</b> OPTATIVA	<b>CLAVE</b> 0912	<b>TEORÍA</b> 5	<b>PRÁCTICA</b> 20	<b>CRÉDITOS</b> 30	
<b>NUMERO DE HORAS/SEMESTRE</b>					
<b>TOTALES</b> 400		<b>TEÓRICAS</b> 80		<b>PRÁCTICAS</b> 320	
<b>TIPO:</b> TEÓRICO-PRÁCTICO		<b>ÓRGANO INTERNO QUE COORDINA EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:</b>			
<b>MODALIDAD:</b> TALLER		<b>SECCIÓN:</b> INGENIERÍA EN ALIMENTOS		<b>DEPARTAMENTO:</b> INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	

<b>ASIGNATURA PRECEDENTE:</b>	<b>LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO V</b>
<b>ASIGNATURA SUBSECUENTE:</b>	<b>NINGUNA</b>

#### OBJETIVO GENERAL

Aplicar los fenómenos de transferencia de masa en la evaluación, diseño o selección de equipos y procesos de separación de interés en la industria de alimentos.

#### ORGANIZACIÓN ACADÉMICA

##### Contenido Programático:

El programa consta de tres módulos: dos teóricos y uno práctico. Un módulo teórico para el desarrollo de las habilidades de investigación que fortalecen la comunicación oral y escrita; un segundo módulo, también de carácter teórico, para fundamentar el marco profesional del campo de estudio y, un módulo final, de carácter práctico, para el desarrollo de un estudio de caso a través de proyectos específicos dentro del campo profesional del ingeniero en alimentos en el área de estudio.

	MÓDULO	HORAS/SEMESTRE
I	Marco Metodológico de Investigación en Ingeniería	20
II	Marco Teórico Profesional	60
III	Marco Práctico para el Desarrollo del Proyecto	320
	TOTAL	400

#### Módulo I: Marco Metodológico de Investigación en Ingeniería

Objetivo: Desarrollar habilidades metodológicas de investigación mediante la aplicación de métodos y técnicas de recopilación, revisión y análisis de datos que permitan al alumno presentar trabajos orales y escritos de manera satisfactoria.

Horas	Tema	Actividades
2	1. Definición del tema y problema a resolver.	Elaboración de fichas técnicas.
2	2. Definición de objetivos.	Planteamiento de objetivos e hipótesis de trabajo. Planteamiento escrito de la introducción.

2	3. Definición y selección de variables.	Elaboración de diagramas causa–efecto. Planteamiento escrito de los antecedentes científicos y/o técnicos.
4	4. Diseño de metodología experimental o de investigación bibliográfica.	Planteamiento de niveles de variación, muestreo, etc. Definición de los métodos de control. Planteamiento escrito de la metodología de trabajo.
4	5. Uso de herramientas estadísticas.	Planteamiento del tratamiento de datos.
2	6. Recomendaciones para el tratamiento de datos.	Revisión de tratamiento de resultados. Planteamiento escrito de la discusión de resultados.
2	7. Recomendaciones para el análisis de resultados	Planteamiento escrito de las conclusiones.
2	8. Recomendaciones para citar referencias bibliográficas.	Elaboración de referencias bibliográficas.
Técnicas didácticas: Expositiva, lluvia de ideas, discusión dirigida, demostrativa.		
Recursos didácticos: Pizarrón, proyector de acetatos, videoprojector, rotafolio, computadora.		
Sistema de evaluación: 1. Evaluación de la participación individual para el cumplimiento de las actividades metodológicas. 2. Evaluación individual de los ejercicios y tareas de aplicación metodológica. 3. Evaluación sumaria de los rubros anteriores.		
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA Argudín, Y., Luna, M. 2000. "Los Trabajos Escritos". 2ª ed. Universidad Iberoamericana. México. González, Reyna. S. 1998. "Manual de Redacción e investigación Documental". 3ª ed. Trillas. México. Hernández, Sampieri, R., Fernández Collado, C. Baptista, Lucio, P. 1991. "Metodología de la Investigación". McGraw-Hill Interamericana. México. Maravilla, C., Oranday, D., Orellana, T. 1998. "Investigación en las Ciencias Naturales e Ingenierías". Universidad Iberoamericana. México. Nava, Díaz. A. 1987. "Redacción de Tesis". UNAM. México. Sánchez Ambriz, G., Angeles Dauahare, M. 2002. "Tesis Profesional: ¡Un problema! ¡Una Hipótesis! ¡Una Solución!". UNAM. México.		
Perfil profesiográfico: Licenciatura en educación, deseable experiencia en investigación docente y aplicación de metodología de trabajo en el área de ingeniería		

Módulo II: Marco Teórico Profesional		
Objetivo (s): Discutir los fundamentos necesarios para: a) La estimación o determinación experimental de propiedades de transferencia de masa. b) Relacionar las características estructurales y de composición de alimentos con los fenómenos de transferencia involucrados en los procesos de separación. c) El desarrollo, evaluación, simulación y modelación de procesos de separación en la industria de alimentos.		
No. Horas	Tema	Subtema
8	1 Introducción a los procesos de separación	1.1 Difusión con flujo. 1.2 Difusión con reacción química. 1.3 Transferencia de masa en estado no estacionario. 1.4 Transferencia de masa en régimen turbulento. 1.5 Transferencia de masa interfacial. 1.6 Termodinámica de procesos de separación:

		<p>1.6. 1 Características comunes y clasificación de los procesos de separación.</p> <p>1.6.2 Procesos de separación gobernados por gradiente.</p> <p>1.6.3 Procesos de transporte a través de membranas.</p> <p>1.6.4 Procesos de separación gobernados por equilibrio.</p> <p>1.6.5 Selección de procesos de separación basados en eficiencia termodinámica.</p> <p>1.6.6 Modelos matemáticos de los procesos de separación</p>
6	2 Estimación y/o determinación experimental de coeficientes de difusión, coeficientes de transferencia de masa y permeabilidad.	<p>2.1 Coeficientes de difusión en gases.</p> <p>2.2 Coeficientes de difusión en líquidos.</p> <p>2.3 Coeficientes de difusión en sólidos.</p> <p>2.4 Coeficientes de transferencia de masa.</p> <p>2.5 Permeabilidad al vapor de agua, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> en películas plásticas de aplicación en alimentos. Polímeros de alta barrera para el diseño de empaques. Empaques laminados.</p>
8	3 Importancia del agua en la estabilidad de alimentos	<p>3.1 Humedad y actividad de agua como parámetros de control en la estabilidad de alimentos durante el almacenamiento.</p> <p>3.2 Dinámica del agua en alimentos y su acción como plastificante. Alimentos de alta humedad y alimentos de humedad intermedia. Características.</p> <p>3.3 Obtención experimental de isotermas de absorción.</p> <p>3.4 Modelos matemáticos para isotermas de absorción en monocapa y multicapas</p>
4	4 Composición y microestructura de alimentos	4.1 Composición de alimentos. Microestructura y Análisis de Imagen. Relación con procesos de separación.
20	5 Procesos de separación	<p>5.1 Destilación. Destilación de mezclas multicomponente. Métodos de cálculo. Destilación molecular. Métodos de cálculo</p> <p>5.2 Preevaporación. Conceptos básicos. Membranas. Ecuaciones que rigen la transferencia. Equipos. Aplicaciones</p> <p>5.3 Cromatografía. Conceptos básicos. Columnas. Detectores. Análisis de mezclas cualitativo y cuantitativo.</p> <p>5.4 Extracción líquido-líquido. Conceptos básicos. Diagramas de equilibrio. Ecuaciones que rigen la transferencia.</p> <p>5.5 Extracción con fluidos supercríticos. Conceptos básicos. Propiedades de fluidos supercríticos. Equipos y condiciones de operación.</p> <p>5.6 Absorción. Descripción de los procesos industriales para absorción de gases. Balances de materia en columna rellena de absorción con reacción química. Factor de Reacción. Reacción de segundo orden. Elección del tipo de reactor gas- líquido. Diseño del reactor: Columna rellena de absorción con reacción química.</p> <p>5.7 Adsorción e Intercambio iónico. Conceptos básicos. Características de materiales absorbentes Equilibrio. Procesos difusionales. Principios de diseño.</p> <p>5.8 Lecho fluidizado para recuperación de biomoléculas.</p>
6	6 Principios de simulación y modelación de procesos de separación	<p>6.1 Enfoques fundamentales:</p> <p>6.1.2 Modelado deductivo</p> <p>6.1.3 Descomposición del problema</p> <p>6.1.4 Modelado cinético</p>

		6.2 Enfoques empíricos 6.2.1 Modelado inductivo 6.2.2 Incertidumbre estadística 6.2.3 Dispersión de datos
8	7 Principios de optimación de procesos mediante programación lineal	7.1 Método de eliminación completa de Gauss - Jordan 7.2 Método Simplex de Dantzig 7.3 Dualidad y métodos conexos 7.4 Descomposición
Técnicas Didácticas: expositiva con conferencias, investigaciones, tareas, lecturas y discusiones dirigidas, seminarios..		
Recursos Didácticos: Pizarrón, acetatos, proyector de acetatos, diapositivas digitalizadas proyector de video, computadora.		
Sistema de Evaluación: 1 Participación individual en clase. 2 Entrega de tareas y resolución de ejercicios. 3 Exámenes		
Referencias Bibliográficas: Alvarado, J. D., Aguilera, J. M. 2001. "Métodos para Medir Propiedades Físicas en Industrias de Alimentos". Acribia. España. Barbosa Cánovas, G. V., Ma. L., Barletta, B. 2000. "Food Engineering Laboratory Manual". Acribia. España. Beek, W. J. 1999. "Transport Phenomena". 2 <sup>nd</sup> ed. John Wiley. USA. Bird, R.B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. W. 2002. "Transport Phenomena". 2 <sup>nd</sup> ed. John Wiley. USA. Clements, R. R. 1989. "Mathematical Modeling: A case-study Approach". Cambridge. USA. Edwards, D., Hamson, M. 1992. "Guide to Mathematical Modeling". CRC. USA. Fito, P., Ortega, E., Barbosa, G. 2000. "Food Engineering". Chapman and Hall. USA. Geankopolis, C. J. 1999. "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias". 3 <sup>a</sup> ed. Compañía Editorial Continental. México. Ibarz, R., Barbosa, G., Garza, S., Gimeno, V. 2000. "Métodos Experimentales en la Ingeniería Alimentaria". Acribia. Zaragoza. Clifford, T., Clifford A. 1999. "Fundamentals of Supercritical Fluids". Oxford University. USA. Irudajayaj, J. "Food Processing Operations Modeling: Design and Analysis". Marcel Dekker. USA. Jauffred Mercado, F., Acosta F. J. 1990. "Métodos de Optimización". Alfaomega. México. Lewis, M. J. 1993. "Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". Acribia. España. Moshenin, N. N. 1986. "Physical Properties of Plant and Animal Materials: Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties". Gordon and Breach. USA. Perry, R. H., Green, D, Maloney, J 2001. "Manual del Ingeniero Químico". 7 <sup>a</sup> ed. McGraw-Hill Interamericana. México. Sharma, S. K., Mulvaney, S. J., Rizvi, S. S. H. 2000. "Food Process Engineering Theory and Laboratory Experiments". John Wiley. USA. Treybal, R. E. 1995. "Operaciones de Transferencia de Masa". 2 <sup>a</sup> ed. McGraw-Hill Interamericana. México. Welti Chanes, J. F., Velez, R., Barbosa Cánovas, G. V. 2001. "Transport Phenomena in Food Processing". CRC. USA. Revistas de investigación en Ingeniería en alimentos.		
Perfil Profesiográfico:		
Licenciatura en ingeniería en alimentos o área afín, con amplia experiencia en la docencia en educación superior y con actividad en investigación aplicada, desarrollo y diseño de productos y procesos en el área de estudio.		

### Módulo III: Marco Práctico para el Desarrollo del Proyecto

#### Objetivo (s):

Determinación experimental de propiedades de transferencia de masa.

Determinación de relaciones entre composición y microestructura de alimentos con las características de

transferencia durante los procesos de separación a los que se les somete para su transformación y conservación.

Desarrollo, evaluación, simulación y modelación de procesos de separación en la industria de alimentos.

No. Horas	Etapas	Actividades
30	I. Planeación (anteproyecto)	1.1 Cronograma de actividades 1.2 Investigación documental 1.3 Selección del tema 1.4 Identificación del problema 1.5 Selección del problema 1.6 Definición de objetivos 1.7 Identificación de variables 1.8 Selección de variables 1.9 Planteamiento de hipótesis 1.10 Planteamiento de la metodología de trabajo. 1.11 Alternativas de soluciones creativas. 1.12 Desarrollo escrito de índice, introducción, antecedentes y metodología de trabajo.
240	II. Ejecución (estudio técnico, factibilidad económica)	2.1 Ejecución de la metodología de trabajo 2.2 Propuesta de la idea a los diseños (modelos) 2.3 Prototipos 2.4 Seguimiento de la metodología a través de bitácoras de trabajo 2.5 Tratamiento parcial de resultados 2.6 Análisis parcial de resultados.
50	III: Evaluación (toma de decisión, proyecto definitivo)	3.1 Análisis y discusión global de resultados 3.2 Contrastación de hipótesis de trabajo 3.3 Planteamiento de conclusiones 3.4 Toma de decisiones 3.5 Retroalimentación 3.6 Proyecto definitivo 3.7 Elaboración del informe final: desarrollo escrito de tratamiento, análisis y discusión de resultados, planos y especificaciones, conclusiones, bibliografía, anexos y apéndices.
<p>Rubros mínimos que deberá contener el trabajo escrito:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Portada</li> <li>2. Índices de contenido, figuras y cuadros</li> <li>3. Resumen</li> <li>4. Introducción</li> <li>5. Antecedentes (síntesis descriptiva y explicación detallada del problema de estudio)</li> <li>6. Metodología de trabajo (modelo experimental que se utilizó)</li> <li>7. Análisis y discusión de resultados y/o problema</li> <li>8. Conclusiones</li> <li>9. Recomendaciones</li> <li>10. Referencias bibliográficas</li> <li>11. Anexos/Apéndices.</li> </ol>		
<p>Líneas Genéricas de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificación de las propiedades físicas, químicas y de transporte de alimentos y materiales.</li> <li>• Estudio de las relaciones entre la estructura molecular y/o la composición del alimento y las propiedades físicas, químicas y de transporte para su aplicación en procesos de separación a nivel piloto o industrial.</li> <li>• Análisis, evaluación, diseño y/u optimación de procesos de separación en alimentos.</li> <li>• Interacción de las transferencias de calor, masa y momentum en procesos de separación en alimentos.</li> <li>• Desarrollo de nuevos materiales de empaque para alimentos frescos y procesados.</li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de vida de anaquel.</li> <li>• Transferencia de masa durante la fritura.</li> <li>• Nuevas aplicaciones de atmósferas controladas y modificadas en la conservación de alimentos.</li> <li>• Transferencia de masa en sistemas celulares y multicomponentes.</li> <li>• Transferencia de masa durante congelación, descongelación y crioconcentración.</li> <li>• Recuperación de aromas,</li> <li>• Simulación de procesos de separación por computadora.</li> <li>• Modelado de procesos de separación.</li> <li>• Aplicaciones de la cromatografía de gases en ingeniería de alimentos.</li> </ul>
<p>Técnicas Didácticas:  Proyecto (científico y/o técnico). Aplicación de entrevistas, asesorías, discusión dirigida y seminarios</p>
<p>Recursos Didácticos:  Libre.</p>
<p>Sistema de Evaluación:  1. Evaluación individual y por equipo de la aplicación de cada técnica didáctica.  2. Evaluación de seguimiento escrito del proyecto.  3. Sumaria a partir de la evaluación de cada una de las actividades.</p>
<p>Referencias Bibliográficas:  Por las características del módulo es Libre.</p>
<p>Perfil Profesiográfico:  Licenciatura en ingeniería en alimentos o área afín, con amplia experiencia en la docencia en educación superior; con actividades en investigación aplicada, desarrollo y diseño de productos y procesos en el área de estudio. Experiencia en el manejo de equipos de trabajo, así como en la formulación y evaluación de proyectos multidisciplinarios.</p>
<p>Sistema de Evaluación Global para la Acreditación de la Asignatura:</p>
<p>Para acreditar la asignatura es indispensable haber acreditado satisfactoriamente los tres módulos.  La calificación final será la resultante del promedio de las evaluaciones aprobatorias de cada módulo.</p>