



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Ingeniería de Alimentos
Clave de la asignatura:	AIF-2101
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura de Ingeniería de Alimentos aportará al perfil del Ingeniero Bioquímico la capacidad de desarrollarse en el ámbito de los alimentos, pues proporciona los fundamentos teóricos y prácticos para poder analizar y desarrollar procesos de transformación de materias primas en la obtención de alimentos, así como llevar a cabo el control de calidad en las diferentes etapas del proceso y en los productos elaborados. Permitirá planear, organizar y administrar empresas procesadoras de alimentos, así como el dimensionamiento y la selección de los equipos de producción adecuados para la conservación, elaboración y evaluación de alimentos.

Esta asignatura permitirá que el egresado pueda aplicar, adaptar y generar tecnologías para el procesamiento, conservación y proceso de separación físico-mecánicos de alimentos, así como para proporcionar asesoría técnica a empresas y organismos dedicados al procesamiento de los alimentos.

Intención didáctica

Con fines didácticos el temario se organiza en seis unidades iniciando con conocimientos generales, para luego enfocarse en aspectos más específicos y profundos del procesamiento de alimentos.

El primer tema se trata de introducir al estudiante en el conocimiento de las generalidades de la ingeniería de alimentos; mediante un recordatorio de subtemas que van a serle útil en el desarrollo de las demás unidades.

En el segundo tema el alumno comprende los principios del procesamiento térmico de los alimentos y podrá aplicar los diferentes procesos de transferencia de calor en los diversos procesos comerciales de los alimentos.

En el tercer tema, se presentan los procesos básicos de deshidratación, factores que inciden en sus etapas y calidad de los alimentos deshidratados. Asimismo, se promueve el uso de hojas de cálculos y programas de simulación para resolver problemas de secado y diseño de equipos. Finalmente se proporcionan las bases de cálculo para el diseño de equipos de secado.

El cuarto tema, de refrigeración de alimentos ayudará al alumno a evaluar las ventajas y desventajas de este método de conservación de alimentos para minimizar el crecimiento



de microorganismos. También podrá conocer los diversos tipos de refrigerantes utilizados en la refrigeración, así como determinar mediante cálculos la carga de enfriamiento y poder seleccionar la capacidad del equipo productora del frío.

En el tema cinco se aborda la congelación de los alimentos mediante la aplicación de temperaturas reducidas. Con énfasis en sus fundamentos de la diversidad de equipos para la generación de frío en la operación y el efecto de las principales variables de operación en la calidad del alimento a congelar. Considerando las características del alimento. Revisando el comportamiento mediante las curvas de congelación y el cálculo de los tiempos de congelación.

El tema seis el alumno comprenderá los principios y fundamentos de los procesos de la separación físico-mecánicos en la industria de alimentos.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Fecha: 06 al 21 de Mayo de 2021.	Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Dra. María Araceli Gallegos Vázquez. Dra. Betsabé Hernández Santos. Dr. Jesús Rodríguez Miranda. Dr. Enrique Ramírez Figueroa. Dr. Juan Gabriel Torruco Uco.	Reunión interna de la academia de Ingeniería Química y Bioquímica para el desarrollo del Módulo de Especialidad Aprovechamiento Integral de los Alimentos.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">• Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ciencia, ingeniería y tecnología de alimentos.• Habilidad para llevar a cabo experimentos, analizando e interpretando datos científicos, relacionados con la formulación, desarrollo, procesamiento y conservación de alimentos.• Conoce, identifica y aplica métodos y técnicas de conservación que están presentes en los diferentes procesos de transformación de alimentos, los cuales pueden ser físicos, químicos y/o emergentes para la innovación de procesos de industrialización.• Diseña y selecciona equipos utilizados en la industria alimentaria tales como: intercambiadores de calor, evaporadores, torres de enfriamiento y secadores aplicando los conceptos de transferencia de masa y calor, equilibrio de fases y procedimientos de cálculo necesarios para el dimensionamiento de ellos.



5. Competencias previas

- Realiza balances de masa y energía sin reacción química.
- Uso e interpretación de diagramas de equilibrio.
- Comprende las leyes de la termodinámica.
- Interpreta planos de equipos.
- Elabora diagramas de equipo por medio del manejo de algún software.
- Conoce y aplica conocimientos de química, bioquímica, microbiología, física, transferencia de materia y energía y de las operaciones unitarias.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Ingeniería de Alimentos en la Industria.	1.1 Unidades de ingeniería. 1.2 Propiedades (intensivas y extensivas). 1.3 Área. 1.4 Densidad. 1.5 Concentración. 1.6 Contenido de humedad. 1.7 Ecuación de estado y ley de gases ideales. 1.8 Diagramas de fases de agua. 1.9 Presión. 1.10 Entalpía. 1.11 Leyes de la termodinámica. 1.12 Conservación de masas. 1.13 Energía. 1.14 Trabajo. 1.15 Conservación de energía. 1.16 Potencia.
2	Procesamiento térmico de los alimentos.	2.1 Propiedades térmicas de alimentos. 2.2 Mecanismos de transferencias de calor. 2.3 Parámetro de procesamiento térmico. 2.4 Métodos generales para el cálculo de procesos. 2.5 Esterilización comercial. 2.6 Pasteurización comercial. 2.7 Extrusión de alimentos. 2.8 Calentamiento por microondas. 2.9 Freído.
3	Deshidratación de Alimentos.	3.1 Procesos básicos de deshidratación. 3.1.1 Actividad de agua y difusión de



		<p>humedad.</p> <p>3.1.2. Curvas de velocidad de secado y transferencia de calor y masa.</p> <p>3.2 Sistemas de deshidratación.</p> <p>3.2.1 Tipos de equipos de deshidratación.</p> <p>3.3 Diseño de sistemas de deshidratación.</p>
4	Refrigeración de Alimentos.	<p>4.1 Componentes de un sistema de refrigeración.</p> <p>4.2 Selección y propiedades de refrigerantes.</p> <p>4.3 Expresiones matemáticas utilizadas en el análisis de compresión de vapor en la refrigeración.</p> <p>4.4 Refrigeración comercial.</p>
5	Congelación de Alimentos.	<p>5.1. Sistemas de congelación.</p> <p>5.2. Propiedades de alimentos congelados.</p> <p>5.3 Tiempo de congelación.</p> <p>5.4 Almacenamiento de alimentos.</p>
6	Procesos de Separación Físico-Mecánicos.	<p>6.1 Sedimentación.</p> <p>6.1.1 Fundamentos teóricos.</p> <p>6.1.2. Aplicaciones.</p> <p>6.2. Filtración.</p> <p>6.2.1 Fundamentos teóricos.</p> <p>6.2.2 Aplicaciones.</p> <p>6.3 Centrifugación.</p> <p>6.3.1 Fundamentos teóricos.</p> <p>6.3.2 Aplicaciones.</p> <p>6.4 Mezclado.</p> <p>6.4.1 Fundamentos teóricos.</p> <p>6.4.2 Aplicaciones.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Ingeniería de Alimentos en la Industria.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los conceptos básicos utilizados en la Ingeniería de Alimentos en la industria. Conoce y aplica la ecuación de estado, la ley de gases ideales, ley de la termodinámica, conservación de masa y 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga sobre los conceptos básicos utilizados en Ingeniería de Alimentos en la industria. Investiga y clasifica los diferentes sistemas de unidades utilizados dentro de la industria alimentaria. Explica el concepto de presión,



<p>energía.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Investigación documental.• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Comunicación oral y escrita.• Habilidades básicas de manejo de la computadora.• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Habilidades de investigación.• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).	<p>entalpía, energía, trabajo, potencia y describe ejemplos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Investiga, describe y resuelve problemas de la ecuación de estado, ley de gases ideales, leyes de la termodinámica, así como de la conservación de masa y energía.
2. Procesamiento térmico de los alimentos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Comprende los principios del procesamiento térmico de los alimentos y aplica los procesos de transferencia de calor en diversos procesos comerciales de los alimentos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.• Aplica conocimientos en la práctica.• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Comunicación oral y escrita• Solución de problemas.• Toma de decisiones.• Trabajo en equipo.• Manejo de software como hoja electrónica y lenguajes de programación.• Capacidad de aprender.• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).• Habilidad para trabajar en forma autónoma.	<ul style="list-style-type: none">• Investiga en diferentes fuentes las propiedades térmicas de los alimentos y los mecanismos de transferencia de calor.• Identifica los principales parámetros del procesamiento térmico y aplica los métodos generales para realizar cálculos de procesos.• Define y comprende los conceptos de esterilización y pasteurización comercial y realiza cálculos de tiempos efectivos de esterilización y pasteurización de alimentos.• Define y comprende los conceptos de extrusión de alimentos y conoce las principales variables que se deben de tomar en cuenta en este proceso.• Define y comprende los conceptos del calentamiento por microondas y del freído de los alimentos.



<ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica.• Compromiso ético.	
3. Deshidratación de Alimentos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Identifica los principios básicos del proceso de deshidratación de alimentos.• Comprende el concepto de actividad de agua y su utilidad en la estabilidad de los alimentos.• Utiliza hojas de cálculo y programas de simulación comercial para la predicción de curvas de secado y diseño de equipos de deshidratación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.• Aplica conocimientos en la práctica.• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Comunicación oral y escrita• Solución de problemas.• Toma de decisiones.• Trabajo en equipo.• Manejo de software como hoja electrónica y lenguajes de programación.• Capacidad de aprender.• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).• Habilidad para trabajar en forma autónoma.• Capacidad crítica y autocrítica.• Compromiso ético.	<ul style="list-style-type: none">• Identifica los principios básicos del proceso de deshidratación de alimentos, comprende el concepto de actividad de agua y su utilidad en la estabilidad de los alimentos.• Utiliza hojas de cálculo y programas de simulación comercial para la predicción de curvas de secado y diseño de equipos de deshidratación.• Elabora un mapa conceptual sobre la clasificación de los equipos de secado.• Determina curvas de secado de alimentos y determina la actividad de agua de los productos obtenidos.• Diseña una hoja de cálculo para la simulación numérica de curvas de secado mediante el uso de modelos matemáticos.• Utiliza softwares comerciales para simular el funcionamiento de un secador y estimar la capacidad dinámica y la eficiencia térmica del secador.
4. Refrigeración de Alimentos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Conoce las condiciones de enfriamiento necesarias para minimizar el crecimiento de los microorganismos.	<ul style="list-style-type: none">• Elabora presentaciones con el tema de clasificación, tipos y aplicaciones de diferentes equipos para refrigeración.• Realiza una discusión guiada sobre las



<ul style="list-style-type: none"> Describe los componentes que integran una máquina productora de frío. Haciendo referencia a la clase de refrigerante que se puede utilizar. Aplica los conceptos estudiados para realizar los cálculos que determinan la carga de enfriamiento y poder seleccionar la capacidad de la máquina productora de frío. Conoce los equipos más usuales para refrigerar y conservar a temperatura de refrigeración alimentos perecederos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis Capacidad de organizar y planificar el tiempo. Habilidad de buscar, procesar y analizar información proveniente de fuentes diversas. Dominio en el uso de tecnologías. 	<ul style="list-style-type: none"> consecuencias de no refrigerar los alimentos en la salud del consumidor. Realiza cálculos para alcanzar el punto frío de los alimentos. Visita industrial con la finalidad de conocer los diferentes equipos de refrigeración industrial utilizados en la industria de los alimentos. Realiza un análisis comparativo de los diferentes procesos de refrigeración industrial utilizados en la industria de los alimentos. Realiza investigación documental del comportamiento de los alimentos durante el almacenamiento en refrigeración.
--	--

5. Congelación de Alimentos.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Conoce los equipos para congelación de alimentos. Aplica los fundamentos de transferencia de calor y las características particulares del alimento para el diseño de cámaras de congelación. Conoce los efectos que provocará la congelación sobre la estructura de los alimentos, repercutiendo en la textura. Determina el tiempo de congelación para el diseño del sistema, que permita alcanzar la temperatura deseada y la calidad buscada. <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Elabora un mapa conceptual sobre los tipos de equipos de congelación industrial. Realiza ejercicios de cálculos para estimar los tiempos de congelación industrial para diferentes alimentos. Realiza práctica para determinar la curva de congelación industrial de un alimento. Realiza investigación documental del comportamiento de los alimentos durante el almacenamiento en congelación.



<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar el tiempo.• Habilidad de buscar, procesar y analizar información proveniente de fuentes diversas.• Dominio en el uso de tecnologías.	
6. Procesos de Separación Físico-Mecánicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Comprende los principios y fundamentos de los procesos de la separación físico-mecánicos en la industria de alimentos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Conocimiento de una segunda lengua.• Habilidades básicas de manejo de la computadora.• Habilidades de gestión de información.• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.• Capacidad crítica y autocrítica• Compromiso ético.• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Habilidades de investigación.• Capacidad de aprender.• Habilidad para trabajar en forma autónoma.	<ul style="list-style-type: none">• Investiga y describe ejemplos de los procesos de la separación Físico-Mecánicos en la industria de alimentos.• Discute los diferentes procesos de separación físico-mecánicos en la industria de alimentos.• Resuelve problemas que involucren los procesos de separación físico-mecánicos inherentes a la industria alimentaria.• Visita industrial con la finalidad de conocer la aplicación de los procesos de separación físico-mecánicos en la industria de los alimentos.



8. Práctica(s)

Tema	Práctica	Descripción
2	1	Tratamiento térmico de alimentos: Determinación de valor F por el método de Ball y Stumbo y por el método de Hayakawa
	2	Tratamiento térmico moderado: escaldado de vegetales para determinar los efectos del tratamiento térmico moderado sobre la actividad de la catalasa en tejidos vegetales.
	3	Proceso de Esterilización y pasteurización comercial.
3	4	Determinación de actividad de agua de los alimentos: método de los microclimas, métodos físicos.
	5	Determinación de curvas de secado de alimentos: Determinación de la influencia de los factores más importantes.
	6	Uso de la hoja de cálculo de Excel para la simulación numérica de curvas de secado.
4	7	Análisis del daño por frío de diferentes frutos y hortalizas.
	8	Determinar el tiempo de enfriamiento en frigoríficos de productos cárnicos, Lácteos, frutas y hortalizas.
5	9	Determinar el tiempo de congelación para el diseño del sistema, que permita alcanzar la temperatura deseada y la calidad buscada.

9. Proyecto de asignatura

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:

- **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

- Trabajos de investigación en donde se evalúa la calidad del contenido, pertinencia y presentación del mismo, de preferencia en formato digital.
- Solución de problemas referente a transferencia de calor.
- Solución de problemas referente a la refrigeración industrial de alimentos.
- Solución de problemas referente a la congelación industrial de alimentos.
- Solución de problemas referente a la deshidratación de alimentos.
- Reporte de prácticas realizadas.
- Cuestionarios teóricos de cada unidad.
- Examen escrito en línea.

11. Fuentes de información

Libros:

1. Bird, R. B., Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot. Transport Phenomena, 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2002.
2. Cao, E. Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos. 1a Edición. Impreso en Argentina. 2004.
3. Geankoplis, C. J. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 3a ed. CECSA. México. 1998.
4. Fellows, P.J. Food Processing Technology. 2a. Edition. CRC Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England. 2000.
5. Kern, Q. D. Procesos de Transferencia de Calor. 31a. Edición. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 1999.
6. McCabe, W., Smith, J., Harriott, P. Unit Operations of Chemical Engineering. 7th



- edition. Mc Graw-Hill Book Co. 2004.
7. Orrego, A. C. E. Procesamiento de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. 2003.
 8. Rudolf Plank. Empleo del frío en la industria de la alimentación. Ed. Reverté, España. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pOQNOei7mIUC&oi=fnd&pg=PR1&dq=procesos+de+refrigeraci%C3%B3n+de+alimentos&ots=VeHWDfhkSE&sig=PyG75NOcA1ndTfhZc72j_4FTRfE#v=onepage&q=procesos%20de%20refrigeraci%C3%B3n%20de%20alimentos&f=false
 9. Singh, R. P. and Heldman, D. R. Introduction to Food Engineering. 4th edition. Food Science and Technology International Series. Academic Press is an imprint of Elsevier. Mason, Ohio, USA. 2009.
 10. Smith, P.G. Introduction to Food Process Engineering. Kluwer Academic/Plenum Pub. E.U.A. 2003.
 11. Tejeda, A.; Montesinos, R. M., and Guzmán, R. Bioseparaciones. 2da. Edición. Pearson Educación. México. 2011.
 12. Wankat, C. P. Ingeniería de Procesos de Separación. 2da. Edición. Pearson Educación. México. 2008.

Artículos Cinéticos:

13. Llopis, R., Nebot-Andrés, L., Sánchez, D., Catalán-Gil, J., & Cabello, R. (2018). Subcooling methods for CO₂ refrigeration cycles: A review. International Journal of Refrigeration, 93, 85-107.
14. Gullo, P., Hafner, A., & Banasiak, K. (2018). Transcritical R744 refrigeration systems for supermarket applications: Current status and future perspectives. International Journal of Refrigeration, 93, 269-310.
15. Karampour, M., & Sawalha, S. (2018). State-of-the-art integrated CO₂ refrigeration system for supermarkets: A comparative analysis. International journal of refrigeration, 86, 239-257.
16. Bellos, E., & Tzivanidis, C. (2019). A comparative study of CO₂ refrigeration systems. Energy Conversion and Management: X, 1, 100002.