



### 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Ingeniería de Alimentos.
<b>Clave de la asignatura:</b>	PAF-2402
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	(3 -2 – 5)
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Bioquímica

### 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>La materia de Ingeniería de Alimentos contribuye al perfil de egreso del Ingeniero Bioquímico en la integración de equipos interdisciplinarios y multidisciplinarios para el diseño, selección, adaptación y operación de equipos y procesos que involucran la conservación y procesamiento de alimentos.</p> <p>Esta asignatura es importante en la formación profesional del Ingeniero Bioquímico, puesto que le proporciona herramientas para: el diseño de equipos para la extrusión de alimentos; diseño y selección de envases y embalajes para alimentos, considerando las características de los materiales; conservación de los alimentos mediante el diseño de tratamientos térmicos (a altas y a bajas temperaturas) y tratamientos no térmicos.</p> <p>Se relaciona con otras asignaturas del plan de estudios como: Fenómenos de Transporte I y II, Operaciones Unitarias II en cuanto a los principios básicos de transferencia de momento, energía y masa; Microbiología, ya que le permite contar con las herramientas necesarias para la manipulación y control de microorganismos; con Ciencia de Alimentos, debido a que puede conocer, comprender, interpretar y evaluar la importancia que los componentes de los alimentos tienen en sus propiedades funcionales y fisicoquímicas, así como sus alteraciones durante el procesamiento. También se relaciona con las materias de Tecnología de Alimentos I y II, Ingeniería de Proyectos, Ingeniería de Procesos y Formulación y Evaluación de Proyectos, en las que podrá realizar proyectos que involucren el diseño y selección de procesos y equipos de conservación y/o transformación de alimentos.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>La asignatura de Ingeniería de Alimentos está integrada por cuatro temas, correspondientes a cuatro áreas de la ingeniería de alimentos:</p> <p>El primer tema aborda los conceptos de envasado, empaque, embalaje y etiquetado; a través del estudio de los diferentes tipos de materiales de empaque y embalaje, así como la interacción con los alimentos, selección y diseño de sistema envase-embalaje para</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



alimentos, considerando también la normatividad vigente para el etiquetado de alimentos pre-ensados y bebidas no alcohólicas.

En el segundo tema se aborda la Extrusión de Alimentos, en el que se consideran aspectos introductorios como definición e importancia de la extrusión y la reología de las masas extruidas, los factores que influyen en la calidad de los productos extruidos, tipos de equipos de extrusión utilizados, y finalmente en el cálculo de algunos parámetros de diseño de equipos de extrusión.

El diseño de tratamientos térmicos de alimentos, tales como la pasteurización y la esterilización, así como tratamientos no térmicos, se abordan en el tercer tema, donde además se evalúa la calidad nutricional de los alimentos sometidos a dichos procedimientos.

El cuarto tema de estudio en esta asignatura, incluye el diseño de equipos e instalaciones frigoríficas y la determinación de algunos parámetros de congelación, para la conservación de alimentos.

En esta asignatura el estudiante desarrollará competencias como: la investigación científica, para conocer cómo el diseño de los equipos involucrados en estos procesos de conservación y almacenamiento de los alimentos afectan su calidad, aprender los diferentes parámetros de diseño de equipo y seleccionar los más adecuados. También es importante propiciar el uso adecuado de conceptos y de terminología técnico-científico en el desarrollo de problemas de Ingeniería de Alimentos. Se deben promover actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes como son artículos científicos, libros especializados, internet entre otros, que permitan fomentar actividades grupales a través de la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. La realización de prácticas de laboratorio le permitirá al estudiante operar como una competencia profesional, con diferentes equipos donde se evalúen los parámetros de diseño. Finalmente, el uso de simuladores comerciales proporcionados por el maestro o por la red de internet, podría dar al estudiante la capacidad de obtener una competencia profesional para el diseño y selección de equipo, investigar los diferentes parámetros de diseño y operación de extrusión, envases y embalajes, de pasteurización, esterilización, tratamientos no térmicos, refrigeración y congelación, que podrían en muchos casos reducir el tiempo de cálculo para el diseño.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tepic, octubre 2019	Academia de Ingeniería Química y Bioquímica.	Elaboración y desarrollo del módulo de Especialidad en Procesos Alimentarios de la carrera de Ingeniería



Instituto Tecnológico de Tepic, junio 2023		Bioquímica por integrantes de la Academia de Ingeniería Química y Bioquímica.
--	--	---

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"><li>● Diseña sistemas integrales de almacenamiento (envase, empaque, embalaje, etiqueta) para alimentos considerando su composición y relación con las características de los materiales, de acuerdo a la normatividad vigente.</li><li>● Determina parámetros de diseño de equipos para extrusión de alimentos considerando los fenómenos de transporte y materiales de construcción, conservando la calidad del producto extruido y cumpliendo con la normatividad vigente.</li><li>● Aplica los principios de procesamiento térmico en el diseño de procesos para conservación de productos alimenticios, de acuerdo a las características de los alimentos y los equipos de transferencia de calor, conservando la calidad nutricional de los alimentos procesados.</li><li>● Diseña equipos e instalaciones frigoríficas (refrigeración y congelación) requeridos por los procesos para la conservación, distribución y almacenamiento en punto de venta de alimentos.</li></ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"><li>● Interpreta y aplica razonamientos de ecuaciones diferenciales.</li><li>● Formula balances de momento, materia y energía.</li><li>● Caracteriza las propiedades reológicas de los fluidos para conocer las condiciones de flujo dentro de los equipos.</li><li>● Conoce los conceptos de flujo turbulento, laminar y de fluidización para interpretar cómo afecta el tipo de flujo en los fenómenos de transferencia.</li><li>● Obtiene las propiedades termodinámicas requeridas.</li><li>● Interpreta y aplica diagramas de equilibrio de fases.</li><li>● Reconoce las características celulares y microbianas.</li><li>● Conoce, comprende, interpreta y evalúa la importancia que los componentes de los alimentos tienen en sus propiedades funcionales y fisicoquímicas.</li><li>● Usa software o lenguajes de programación para el planteamiento y resolución de problemas.</li></ul>
--

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Envases, empaques, embalajes y etiquetado	1.1. Envases y empaques. 1.1.1. Tipos de materiales de empaque. 1.1.2. Propiedades de los materiales de empaque. 1.1.3. Evaluación y selección de materiales de empaque.



		<p>1.1.4. Interacción envase-producto. Envases activos e inteligentes.</p> <p>1.2. Embalajes.</p> <p>1.2.1. Tipos de materiales de embalaje.</p> <p>1.2.2. Propiedades de los materiales de embalaje.</p> <p>1.2.3. Evaluación y selección de materiales de embalaje.</p> <p>1.2.4. Calidad en alimentos (pruebas de evaluación).</p> <p>1.3. Normatividad en envases, embalajes y etiquetado.</p>
2	Extrusión	<p>2.1 Propiedades reológicas de masas.</p> <p>2.2 Procesos de extrusión y clasificación de Equipos de extrusión.</p> <p>2.2.1 Definición e importancia (aplicaciones).</p> <p>2.2.2 Factores que influyen en la calidad de los productos extruidos</p> <p>2.2.3 Tipos de extrusión y equipos utilizados.</p> <p>2.3 Diseño de equipos de extrusión.</p> <p>2.3.1 Componentes del extrusor.</p> <p>2.3.2 Cálculo de la potencia y tratamiento térmico.</p>
3	Pasteurización, esterilización y procesos de conservación no térmicos.	<p>3.1. Importancia de los tratamientos térmicos. Propiedades térmicas de los alimentos.</p> <p>3.2. Métodos de tratamiento térmico.</p> <p>3.3. Equipos de pasteurización y esterilización.</p> <p>3.4. Cinética de muerte térmica.</p> <p>3.4.1. Resistencia térmica de los microorganismos. Valor D.</p> <p>3.4.2. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de muerte térmica. Valor Z.</p> <p>3.4.3. Velocidad letal, letalidad y tiempo de procesamiento. Valor F.</p> <p>3.5. Diseño de equipos de pasteurización y esterilización.</p> <p>3.6. Efectos sobre la calidad nutricional.</p>
4	Refrigeración y Congelación	<p>4.1. Refrigeración.</p> <p>4.1.1. Importancia de la refrigeración.</p> <p>4.1.2. Métodos de refrigeración.</p> <p>4.1.3. Tipos, usos y propiedades termodinámicas de los refrigerantes. Diagrama entalpía - concentración.</p> <p>4.2. Sistema de refrigeración.</p> <p>4.2.1. Componentes.</p> <p>4.2.2. Ciclos de refrigeración.</p> <p>4.3. Diseño de cámaras de refrigeración y aplicaciones.</p>



		<p>4.3.1. Determinación de las cargas de refrigeración.</p> <p>4.3.2. Cálculo de la potencia del compresor.</p> <p>4.3.3. Determinación de áreas de transferencia del condensador y del compresor.</p> <p>4.3.4. Dimensionamiento de la válvula de expansión.</p> <p>4.4. Congelación.</p> <p>4.4.1. Importancia de la congelación.</p> <p>4.4.2. Proceso de congelación de materiales biológicos.</p> <p>4.4.3. Métodos de congelación.</p> <p>4.4.4. Efectos del congelamiento en los materiales biológicos.</p> <p>4.4.5. Equipos de congelación.</p> <p>4.4.6. Tiempo de congelación.</p> <p>4.4.7. Cálculo de equipos de congelación.</p>
--	--	--

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Envases, empaques, embalajes y etiquetado</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Identifica la importancia de las funciones del envase y embalaje en la industria de alimentos.</p> <p>Explica los principios de transporte térmico y migración de humedad y gases de respiración en los materiales de envase, así como sus propiedades mecánicas.</p> <p>Interpreta claramente los diferentes sistemas de envasados en la industria de alimentos.</p> <p>Conoce y aplica la normatividad en envases, empaques, embalajes y etiquetado.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Mediante una presentación, explicar los diferentes tipos de materiales de empaque y embalaje y sus propiedades.</p> <p>Argumentar con fundamentos científicos las funciones de barrera, termodinámicas y térmicas de los materiales de empaque y embalaje.</p> <p>Investigar la normatividad aplicable a empaques, embalajes y etiquetado.</p> <p>Realizar en equipo, una presentación referente a la evaluación y selección de materiales de empaque.</p>



<b>2. Extrusión</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Competencias específicas:</b> Identifica las propiedades reológicas de las masas usadas en los procesos de extrusión.</p> <p>Conoce y comprende el proceso de extrusión de alimentos.</p> <p>Analiza los factores que influyen en la calidad de los productos extruidos.</p> <p>Diseña equipos de extrusión mediante el cálculo de la potencia y tratamiento térmico.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b> Se comunica de manera oral y escrita. Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de resolución de problemas. Capacidad de trabajo en equipo. Gestión de la Información.</p>	<p>Identificar propiedades reológicas de fluidos que puedan utilizarse como masas en los extrusores.</p> <p>Explicar en qué consiste el proceso de extrusión.</p> <p>Investigar los tipos de extrusión, equipos y aplicaciones.</p> <p>Resolver problemas de parámetros de diseño de equipos de extrusión.</p> <p>Presentar en equipo el diseño de un extrusor.</p>
<b>3. Pasteurización, Esterilización y Procesos de conservación no térmicos</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Competencias específicas:</b> Conoce los diferentes métodos de tratamiento térmico y comprende su importancia en la conservación de alimentos.</p> <p>Evalúa la importancia de las propiedades de los alimentos con influencia y relevancia durante el procesamiento de alimentos a alta temperatura.</p> <p>Identifica y describe los criterios de diseño para el proceso de tratamiento térmico a alta temperatura.</p> <p>Calcula parámetros de diseño de equipos involucrados en el procesamiento térmico.</p> <p>Evalúa las características de calidad nutricional de productos sometidos a tratamientos térmicos.</p>	<p>Investigar los diferentes métodos de tratamiento térmico y su importancia en la conservación de alimentos.</p> <p>Realizar un resumen de los criterios de diseño para la selección del proceso de tratamiento térmico a alta temperatura.</p> <p>Resolución de problemas de parámetros de diseño de equipos de tratamiento térmico.</p> <p>Realizar una presentación en equipo del diseño de un tratamiento térmico a un producto particular, considerando la sustentabilidad del proceso y la calidad nutricional del producto.</p>



<p><b>Competencias genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	
<p><b>4. Refrigeración y Congelación</b></p>	
<p><b>Competencias</b></p>	<p><b>Actividades de aprendizaje</b></p>
<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Conoce y comprende los sistemas de producción en frío (refrigeración y congelación).</p> <p>Evalúa la importancia de las propiedades de los alimentos con influencia y relevancia durante el procesamiento de alimentos a baja temperatura.</p> <p>Conoce y evalúa los diferentes tipos de refrigerantes (usos, propiedades termodinámicas, impacto en el ambiente y costo).</p> <p>Comprende y analiza el ciclo de refrigeración.</p> <p>Determina parámetros de diseño de cámaras de refrigeración (cálculo de carga térmica y de los diferentes elementos que constituyen una cámara de refrigeración).</p> <p>Calcula parámetros de diseño, como tiempo de congelación de alimentos.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Investigar los diferentes métodos de tratamiento a bajas temperaturas y su importancia en la conservación de alimentos.</p> <p>Realizar un resumen de los criterios de diseño para la selección del proceso de tratamiento térmico a baja temperatura.</p> <p>Resolución de problemas de parámetros de diseño de equipos de refrigeración y congelación.</p> <p>Realizar una presentación en equipo del diseño de refrigeración y/o de congelación de un producto particular, considerando la sustentabilidad del proceso y la calidad nutrimental del producto</p>



## 8. Práctica(s)

1. Diseño de un equipo de extrusión a partir de los parámetros geométricos del extrusor y los fenómenos de transporte de la masa extruible.
2. Evaluación del valor nutritivo de un alimento sometido a un tratamiento térmico.
3. Determinación del tiempo de congelación de un alimento.
4. Utilización de software comercial y/o de acceso libre para el diseño de equipos de extrusión, tratamiento térmico a alta y baja temperatura.
5. Visitas Industriales y/o a Centros de Investigación.

## 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.





- Exámenes dentro y fuera del aula. Algunos de los exámenes pueden ser con consulta de material bibliográfico y uso de computadora, para apreciar la capacidad del estudiante para búsqueda e integración de información específica.
- Participación del estudiante durante el desarrollo del curso.
- Sesiones de preguntas y respuestas profesor-estudiante, estudiante-estudiante. Seminarios de temas selectos impartidos por los estudiantes.
- Talleres de resolución de problemas por equipos de trabajo.
- Planteamiento de problemas selectos cuya resolución (opcional) acreditará puntos extra a la evaluación en turno.
- Reportes de prácticas de laboratorio.

## 11. Fuentes de información

1. Alarcón Creus, J. (1998). Tratado Práctico de Refrigeración Automática. 12a ed. Marcombo. España.
2. Alvarado, J., Aguilera, J. M. (2001). Métodos para Medir propiedades Físicas en Industrias de Alimentos. Acribía. España.
3. Belitz, H.D. et al (2009). Food Chemistry, 4a ed. Springer, Leipzig, Alemania.
4. Berk, Z. (2009). Food Process Engineering and Technology. Academic Press Elsevier. Estados Unidos.
5. Dincer, I. (2009). Heat transfer in food cooling applications. Boca Raton: CRC Press.
6. D'Souza J, Pradhan J. (2010). Handbook of food processing, packaging and labeling. New Delhi: SBS Publishers.
7. Dossat, R. (1999). Principios de Refrigeración. Compañía Editorial Continental. México.
8. Fellows, P. (1994). Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y prácticas. Acribia, S.A. España
9. Guy, R. (2002). Extrusión de Alimentos: Tecnología y Aplicaciones. Acribia, España.
10. Han, J.H. (2005). Innovations in Food Packaging. Holland. Editorial Elsevier.
11. Helman DR, Lund DB, editors. (2009). Handbook of food engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.
12. Ibarz, A. & Barbosa-Cánovas, G.V. (2003). Unit Operations in Food Engineering. Boca Raton: CRC Press.
13. Incropera FP, DeWitt, DP. (2011). Introduction to heat transfer. 5th ed. New York: Wiley.
14. Karel M, Kund DB. (2009). Physical principles of food preservation. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.
15. Lee DS, Yam KL. (2008). Food packaging science and technology. Boca Raton: CRC Press.
16. Lewis MJ, Heppell NJ. (2009). Continuous thermal processing of food: pasteurization and UHT sterilization. New York: Springer.
17. Madrid, A., Gómez, P. J., Santiago F., Madrid J. (1995). "Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos". Acribía. España.
18. Rao MA, Rizvi SS, Datta AK. (2005). Engineering properties of foods. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press.



19. Richardson P. (2010). Tecnologías térmicas para el procesado de los alimentos. Zaragoza: Acribia.
20. Rijk R, Veraart R, editors. (2010). Global legislation for food packaging materials. Weinheim: Wiley-VCH.
21. Robertson, GL. (2006). Food packaging: principles and practice. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.
22. Sandeep K. (2010). Thermal processing of foods: control and automation. New York: Blackwell.
23. Singh, RP, Heldman DR. (2012). Introduction to food engineering. 4th ed. San Diego, CA: Academic Press.
24. Sharma, SK, Mulvaney, SJ y Rizvi, SS. (2003). Ingeniería de Alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. México. LIMUSA.
25. Smith, P. G. (2011). Introduction to Food Process Engineering, 2nd ed. Springer.
26. Sun DW, editor. (2011). Thermal food processing: new technologies and quality issues. Boca Raton: CRC Press.
27. Torella, A. E. 1996. La Producción de Frío. Universidad Politécnica de Valencia. España.
28. Wilson CL, editor. (2007). Intelligent and active packaging for fruits and vegetables. Boca Raton: CRC Press.
29. Artículos en revistas especializadas del área.
30. Fuentes de Internet. Nota: se consideran como fuentes serias de información en Internet a los sitios web de universidades e instituciones de educación superior de prestigio, centros de investigación (no comercial), organismos gubernamentales tanto nacionales como internacionales y organismos sin fines de lucro.