

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Operaciones de Transferencia de calor**

Carrera: **Ingeniería en Industrias Alimentarias**

Clave de la asignatura: **ALM-1017**

**SATCA1 2 – 4 – 6**

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta los principios básicos de los mecanismos de transferencia de calor en los procesos de industrialización de alimentos. La importancia de esta materia radica cuando en los procesos de alimentos es retirado o adicionado el calor para lograr la conservación; ya sea en procesos de refrigeración, congelación, esterilización o pasteurización

El contenido temático de la materia de Operaciones con Transferencia de Calor desarrolla las competencias tecnológicas siguientes: Comprensión y aplicación de las operaciones unitarias relacionadas con la transferencia de calor; Intercambiadores de calor, Evaporadores, Tratamientos térmicos y Extracción de Calor.

Se busca que al estudiar este programa se genere el desarrollo de nuevas tecnologías enfocadas al área de la industria alimentaria a través de actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes que le muestren las tecnologías emergentes en el área de transformación de alimentos que requiere del empleo de calor.

### **Intención didáctica.**

Esta asignatura se organiza en cinco unidades, en la primera unidad se estudian los fundamentos de los mecanismos de transferencia de calor, para aplicarlos en la segunda unidad en el cálculo de intercambiadores de calor y en la tercera unidad en el diseño de evaporadores. En las dos últimas unidades se estudian las aplicaciones de esterilización y pasteurización de alimentos, procesos en los cuales se emplean los fundamentos de transferencia de calor en estado estacionario para los procesos de refrigeración y congelación.

Para lograr lo antes mencionado se proponen actividades integradoras como análisis de temas por medio de la investigación y desarrollo temático por grupo e individualmente, visitas a empresas, prácticas de laboratorio, exposiciones por equipo y de manera individual, evaluación continua por medio de cuestionarios, reportes y estudios de casos. Se debe resaltar en el estudiante la capacidad de comprensión de conceptos e ideas generadas durante el curso, las cuales le ayudaran a aplicar estos conocimientos en la práctica; además de desarrollar habilidades que permitan su formación integral.

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas
<p>Identificar, diferenciar y dominar los fundamentos, características y aplicación de los equipos de las operaciones de transferencia de calor más comunes requeridos en el procesamiento de alimentos (Intercambio de Calor, Evaporación, Pasteurización, Ultra pasteurización, Esterilización, Refrigeración, Congelación y Ultra congelación), para optimizar procesos de producción considerando la reducción de costos de operación y el impacto ambiental.</p>	<p><b>Competencias instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades de análisis, síntesis, organización y planificación, razonamiento crítico</li> <li>• Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.</li> <li>• Destrezas en el uso de nuevas tecnologías de la información, relacionadas al área.</li> <li>• Capacidad de gestión de la información</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Comunicación oral y escrita que permita relacionarse con profesionales de otras disciplinas</li> <li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> <li>• Compromiso ético</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Aprendizaje autónomo</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> <li>• Preocupación por la calidad de su trabajo</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul>

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, 14 de septiembre al 5 de Febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Altiplano, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Industrias alimentarias

#### 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Identificar, diferenciar y dominar los fundamentos, características y aplicación de los equipos de las operaciones de transferencia de calor más comunes requeridos en el procesamiento de alimentos (Intercambiador de calor, Evaporación, Pasteurización, Ultra pasteurización, Esterilización, Refrigeración, Congelación y Ultra congelación), para optimizar procesos de producción, considerando la reducción de costos de operación y el impacto ambiental.

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conversión de unidades en los diferentes sistemas.
- Conocer y aplicar conceptos de masa, densidad, viscosidad, tipos de fluidos, volumen, flujo de fluidos y ecuaciones diferenciales.
- Comprender y aplicar las leyes de la termodinámica.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de Transferencia de Calor	1.1 Principios de Mecanismos de Transmisión de Calor. 1.2 Transferencia de calor en estado estacionario. 1.3 Transferencia de calor en estado no estacionario
2	Intercambiadores de Calor	2.1. Definición, características y fundamentos de los intercambiadores de calor. 2.2. La diferencia media logarítmica de temperaturas 2.3. El método efectividad-número de unidades de transferencia 2.4. Diseño y selección de un intercambiador de calor
3	Evaporadores.	3.1 Definición, características y fundamentos de un sistema de Evaporación. 3.2 Tipos de Equipos de Evaporación. 3.3 Cálculo de Coeficientes Totales de Transferencia de calor en evaporadores. 3.4 Balances de materia y energía en evaporadores. 3.5 Innovaciones tecnológicas en sistemas de Evaporación. 3.6. Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de evaporación en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental, así como proveedores y cotizaciones.
4	Tratamientos térmicos (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización).	4.1. Definición, características y fundamentos de un sistema de tratamiento térmico. 4.2. Pasteurización y Ultra pasteurización. 4.3. Esterilización. 4.5. Innovaciones tecnológicas en Sistemas de tratamientos Térmicos. 4.6. Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de Tratamiento Térmico en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental, así como proveedores y cotizaciones.
5	Extracción de Calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación).	5.1. Definición, características y fundamentos de un sistema de extracción de calor. 5.2. Descripción de los sistemas de refrigeración, refrigerantes, ciclos de refrigerantes y

		<p>diagramas de Mollier.</p> <p>5.3. Instalaciones frigoríficas, elementos para el diseño de cuartos de refrigeración y pre enfriado.</p> <p>5.4. Cálculo del tiempo de congelación y descongelación de los alimentos.</p> <p>5.5. Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de Extracción de Calor en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental, así como proveedores y cotizaciones.</p>
--	--	---

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Exámenes teóricos de cada unidad
- Establecer un proceso de alimentos que implique alguna de las operaciones de intercambio de calor, evaporadores, tratamientos térmicos y/o extracción de calor donde el alumno determine: el equipo más adecuado, su operación, mantenimiento, suministros requeridos (luz. agua, vapor, aire, gas Lp, etc.), costos de consumo de energía y otros costos de operación.
- Reporte de las prácticas realizadas.
- Reporte de las visitas realizadas a empresas de alimentos.
- Realizar visita industrial dentro de la industria de alimentos para identificar los equipos correspondientes a evaporación, extracción de calor y tratamiento térmico, para que en cada uno de ellos se analicen los aspectos de: materiales de construcción, operación, mantenimiento, suministros utilizados (luz. agua, vapor, aire, gas lp, etc.). Realizar el informe o reporte de visita correspondiente.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Fundamentos de Transferencia de Calor.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Entender y comprender los fundamentos básicos de la transferencia de calor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar en diferentes fuentes los mecanismos de transferencia de calor, señalarlas mediante el uso de esquemas.</li><li>• Identificar la diferencia entre la Transferencia de calor en estado estacionario y no estacionario, para su posterior análisis en mesas de discusión</li></ul>

## Unidad 2: Intercambiadores de Calor

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Identificar y diferenciar las características propias de los intercambiadores de calor, que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre los factores que inciden en un intercambiador de calor en la industria de alimentos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Investigar sobre los intercambiadores de calor utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Realizar cálculos correspondientes a los intercambiadores de calor.</li><li>• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos un intercambiador de calor.</li><li>• Para un proceso en la industria de alimentos que implique un intercambiador de calor, investiga cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.</li><li>• Emplea un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema</li></ul>

## Unidad 3: Evaporadores.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Identificar y diferenciar las características propias de los evaporadores, que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre los factores que inciden en un evaporador en la industria de alimentos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Investigar sobre los evaporadores utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Realizar cálculos correspondientes a los evaporadores.</li><li>• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos un evaporador.</li><li>• Para un proceso en la industria de alimentos que implique un evaporador, investigar cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.</li><li>• Emplear un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema</li></ul>

**Unidad 4: Tratamientos térmicos (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización).**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Identificar las características propias de un equipo de tratamiento térmico (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización); que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre los factores que inciden en los equipos de tratamiento térmico (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización) en la industria de alimentos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Investigar sobre los equipos de tratamiento térmico (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización) utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Realizar cálculos correspondientes a los equipos de tratamiento térmico (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización).</li><li>• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos uno de los equipos de tratamiento térmico (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización).</li><li>• Para un proceso en la industria de alimentos que implique uno los equipos de tratamiento térmico (Pasteurización, Ultra pasteurización y Esterilización), investigar cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.</li><li>• Emplear un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema</li></ul>



## Unidad 5: Extracción de Calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación).

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Identificar las características propias de un equipo de extracción de calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación).; que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre los factores que inciden en los equipos de extracción de calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación) en la industria de alimentos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Investigar sobre los equipos de extracción de calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación) utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.</li><li>• Realizar cálculos correspondientes a los equipos de extracción de calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación).</li><li>• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos uno de los equipos de extracción de calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación).</li><li>• Para un proceso en la industria de alimentos que implique uno los equipos de extracción de calor (Refrigeración, Congelación y Ultra congelación), investigar cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.</li><li>• Emplear un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema</li></ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

### Fuentes impresas (libros)

1. C.J. Geankoplis, Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias, 3ª Ed., Editorial CECSA, México, 1998.
2. Pierre Mafart, Ingeniería Industrial Alimentaria Vol. I, 3ª Ed., Editorial Acribia, España, 1998.
3. Alan S. Foust, Leonard A. Wenzel, Curtis W. Clump, Louis Maus, L. Bryce Andersen, Principios de Operaciones Unitarias, 2ª Ed., Editorial CECSA, México, 1998.
4. María del Carmen Lomas Esteban, Introducción al Cálculo de Procesos Tecnológicos de los Alimentos, Editorial Acribia, España, 1998.
5. R.L. Earle, ingeniería de los Alimentos, 2ª Ed., Editorial Acribia, España, 1998.
6. J.G. Brennan, J.R. Butters, N.D. Cowll, A.E.V. Lilley, Las Operaciones de la Ingeniería de Alimentos 3ª Ed., Editorial Acribia, España, 1998.
7. Heldman, D. R. And Sing, P. R. Food Process Engineering, The Avi. U.S.A. 1981.
8. Charm, S. E., The Fundamentals Of Food Engineering, The Avi U.S.A. 1982
9. Desrosier, N. W., The Technology In Food Preservation, Second, Edition. The Avi. U.S.A 1981
10. Batty Folkman, Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos, Ed. Ceca
11. Jhon H. Perry, Manual Del Ingeniero Químico, Ed. Mc. Graw Hill
12. Peter Fellows, Tecnología del Procesado de los Alimentos. Principios y Prácticas. Ed. Acribia.
13. Bartholomai, A., Fabricas de alimentos: Procesos, equipamientos y costos, Ed. Acribia
14. Barbosa-Canovas y Otros, Métodos experimentales de la ingeniería de los alimentos, Ed. Acribia

### Fuentes electrónicas

- <http://www.aiaa.org.mx>
- <http://info.pue.udlap.mx/pg2/esc/edei/diq/dqui.html>
- <http://www.die.uaslp.mx/carreras/ia.html>
- <http://www.computrabajo.com.mx/em-cv-miRa1o1j.htm>
- <http://www.uam.mx/opciones/alimentos.html>
- <http://www.universia.net.mx/contenidos/estudios/Estudios.htm>
- <http://www.universia.net.mx/contenidos/centros/facultades.jsp>
- <http://www.ugto.mx/programas/licenciatura.htm>
- <http://www.cuautitlan2.unam.mx/ingali.htm>
- [http://latina.chem.cinvestav.mx/RLQ/colombia/universidades\\_colombia.html](http://latina.chem.cinvestav.mx/RLQ/colombia/universidades_colombia.html)
- <http://www.healthig.com/bromatologia/bromatologia.html>
- <http://www.healthig.com/bromatologia/bromatologia.html>
- [http://info.pue.udlap.mx/ia\\_dept/ma/mc\\_alim.html](http://info.pue.udlap.mx/ia_dept/ma/mc_alim.html)
- <http://www.simbiosis.unam.mx/transgenicos/presentacion1.htm>

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Concentración de productos en evaporadores simple y marmita cerrada.
- Determinar el tiempo de enfriamiento en frigoríficos de productos cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas.
- Evaluar la formación de cristales en la congelación rápida y lenta.
- Determinar el punto de congelación de diferentes alimentos.
- Calculo del tiempo y temperatura de alimentos conservados en recipientes cerrados.
- Calculo de los valores  $F_0$  y  $BB$ .