



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Cadena del Frío
Clave de la asignatura:	IMF-2503
SATCA¹:	3-2-5
Carreras:	Ingeniería en Agronomía, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Ingeniería en Industrias Alimentaria, Ingeniería en Desarrollo Comunitario, Ingeniería en Bioquímica e Ingeniería en Biotecnología.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>El estudiante que se forme en el campo de la Ingeniería en Postcosecha adquiera los conocimientos básicos y actuales en el área de la Cadena del Frío para la frigoconservación de productos hortofrutícolas en fresco, así como desarrolle un pensamiento crítico y científico. Donde el estudiante sea capaz de incursionar técnica y profesionalmente en el campo del diseño, construcción y supervisión de instalaciones frigoríficas destinadas al acondicionamiento y conservación de frutas y hortalizas en fresco. Así mismo el estudiante a través de la asignatura desarrollara una visión global de la Cadena del Frío, presentando relación y complemento con asignaturas como Sistemas de Producción Regionales y Alternativos, Sistemas de Producción Agrícola, Inocuidad Alimentaria y Bioseguridad, Olericultura, Gestión de la Calidad e Inocuidad Alimentaria, Formulación y Evaluación de Proyectos de los programas educativos.</p> <p>Su contenido impacta en las siguientes competencias del perfil de egreso.</p> <ul style="list-style-type: none">• Formula, desarrolla y evalúa sistemas de frigoconservación desde la cosecha hasta la llegada de los productos en fresco al consumidor para garantizar la seguridad alimentaria.• Desarrolla, diseña y ejecuta procesos para mantener la calidad de los productos agrícolas durante la cadena de suministro hasta su consumo con enfoque sostenible y sustentable.

Intención didáctica
<p>El ingeniero debe contar con los conocimientos básicos sobre productos agrícolas después de su cosecha o en su almacenamiento, donde se conocerá la tecnología del frío desde el diseño y la mejora en los sistemas de refrigeración. Esta asignatura es teórica-práctica ya se recomienda aplicar evaluaciones y diseño de sistemas de refrigeración con sus componentes.</p> <p>El temario está dividido en cuatro temas donde en el primer tema se conocen los fundamentos de la cadena de frío para poder identificar las variables como los fenómenos involucrados en los diferentes sistemas de frío con diferentes tipos de producción; en el segundo tema se identifican</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



los componentes de las instalaciones de refrigeración, las dimensiones, el aislamiento y las cargas para los diferentes tipos de sistemas de refrigeración; en el tercer tema se dan los fundamentos para realizar el análisis y selección de diferentes elementos de los sistemas como son los intercambiadores, compresores, condensadores y sus sistemas auxiliares y el cuarto tema busca que el ingeniero pueda diseñar sistemas de refrigeración sostenible y como este proceso es parte importante para la conservación de los productos hortofrutícolas y como depende de cada uno de los productos.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México 16 de octubre del 2024	Representantes del Instituto Tecnológico de Abasolo, Instituto Tecnológico de Irapuato e Instituto Tecnológico de Roque	
Tecnológico Nacional de México del 17 al 28 de octubre de 2024	Representantes del Instituto Tecnológico de Abasolo, Instituto Tecnológico de Irapuato e Instituto Tecnológico de Roque.	

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">Conoce los fundamentos de la tecnología del frío necesarios para identificar, seleccionar y aplicarla dentro del manejo postcosecha de productos hortofrutícolas.Conoce, aplica y analiza los elementos necesarios para el diseño de una cámara frigorífica de acuerdo a las características del producto hortofrutícola que desea conservar en fresco utilizando la cadena del frío.Conoce y aplica los conocimientos necesarios para la selección de válvulas de expansión, compresores, condensadores, evaporadores, tuberías y controladores de temperatura y presión tomando en cuenta el tipo fruta u hortaliza que se desea conservar en fresco, además del lugar donde se ubicará la cámara frigorífica.Conoce y diseña sistemas de refrigeración para productos hortofrutícolas en fresco con un enfoque sostenible y sustentable que garantice una reducción en el desperdicio y pérdida por falta de la frigoconservación dentro de la cadena de producción, acondicionamiento y transporte de productos hortofrutícolas en fresco.



5. Competencias previas

- Conoce y asocia el metabolismo primario de los productos hortofrutícolas para su conservación en fresco y bajo condiciones de refrigeración.
- Diferencia los índices de calidad de frutas y hortalizas en diferentes condiciones de producción.
- Identifica los factores de deterioro de los productos hortofrutícolas bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none">1.1. Concepto de sistema, ciclo y variables termodinámicas.1.2. Calor sensible y calor latente.1.3. Concepto de máquinas 2T y 3T.1.4. Formas de evaluar el rendimiento en máquinas 3T y 2T, además de sus relaciones1.5. Ciclo de Carnot de refrigeración.1.6. Ciclo de refrigeración real.1.7. Comparación entre el ciclo de Carnot y el ciclo real de refrigeración1.8. Fenómenos con efecto refrigerante.<ul style="list-style-type: none">1.8.1. Aplicaciones comerciales de los fenómenos con efecto refrigerante
2	Instalaciones Frigoríficas	<ul style="list-style-type: none">2.1. Características de la obra civil y el aislamiento térmico.2.2. Cálculo de carga térmica.2.3. Necesidades de espacio y restricciones en las construcciones2.4. Densidades de almacenamiento de productos hortofrutícolas2.5. Formas de calcular las dimensiones de un almacén frigorífico2.6. Aislantes térmicos, características, usos más comunes y colocación<ul style="list-style-type: none">2.6.1. Espesor óptimo económico.2.7. Fluidos de trabajo o refrigerantes y sus propiedades.<ul style="list-style-type: none">2.7.1. Elección del refrigerante2.8. Variables empleadas en el análisis de los sistemas de compresión mecánica y sistemas de absorción.



		<p>2.9. Hoja de cálculo electrónica.</p> <p>2.10. Sistemas de producción de frío empleados comercialmente.</p> <p>2.11. Tecnología disponible en los sistemas de producción de frío.</p>
3	Equipos y Servicios Auxiliares	<p>3.1. Efectos de los refrigerantes sobre los materiales de construcción.</p> <p>3.2. Influencia del aire, agua y lubricantes en los sistemas de producción de frío.</p> <p>3.3. El compresor: funciones, clasificación y formas de operación.</p> <p>3.3.1. Compresores disponibles en México, aplicaciones, eficiencia y costos.</p> <p>3.3.2. Cuidados en la operación del compresor y mecanismos de seguridad.</p> <p>3.4. Intercambiadores de calor: funciones, clasificación y usos.</p> <p>3.4.1. Intercambiadores empleados en refrigeración y en congelación y disponibilidad</p> <p>3.4.2. Cuidados en la operación de los intercambiadores y mecanismos de protección</p> <p>3.5. Velocidades de los fluidos en las instalaciones frigoríficas y diámetro de tuberías</p> <p>3.6. Válvulas empleadas y su función en las instalaciones</p> <p>3.7. Instrumentos de medición y control</p> <p>3.8. Energía eléctrica, sus características y formas de optimización</p> <p>3.9. Humedad relativa: influencia en los productos y el funcionamiento de los frigoríficos</p> <p>3.10. Coadyuvantes del frío y su influencia en el tiempo de conservación de los productos almacenados en frío</p>



4	Aplicaciones del frío para conservar las frutas y hortalizas en fresco	<ul style="list-style-type: none">4.1. Temperatura y sus efectos en los productos.4.2. Transportes refrigerados: características, usos y sistemas de producción de frío empleados.4.3. Empaque y forma de manejo de productos hortofrutícolas en fresco.4.4. Compatibilidad térmica y por riesgo de contaminación entre frutas y hortalizas en fresco.4.5. Formas de manejo para preservar la calidad de los productos.4.6. La cadena de frío y su importancia en la conservación de la calidad de los productos perecederos.4.7. Concepción y diseño de almacenes frigoríficos4.8. Materiales de construcción y aplicaciones en la instalación frigorífica.4.9. Estimación de costos4.10. Planos y diagramas que debe presentar el contratista
---	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Fundamentos de Termodinámica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Conoce los fundamentos de la cadena del frío necesarios para identificar, seleccionar y aplicarla dentro la postcosecha de productos hortofrutícolas. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.• Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none">• Identificar y analizar las variables y los fenómenos involucrados en los sistemas de producción de frío.• Analizar el proceso reversible del ciclo termodinámico de Carnot.• Analizar los sistemas termodinámicos a 2 temperaturas y a 3 temperaturas, así como el ciclo básico de refrigeración.



2. Instalaciones Frigoríficas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Conoce, aplica y analiza los elementos necesarios para el diseño de una cámara frigorífica de acuerdo con las características de la fruta u hortaliza que desea conservar utilizando la cadena del frío. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de investigación.• Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas	<ul style="list-style-type: none">• Identificar los componentes de las instalaciones de una cámara frigorífica.• Calcular las dimensiones de las instalaciones frigoríficas.• Evaluar el aislamiento térmico en las instalaciones frigoríficas.• Analizar los fluidos de trabajo para aplicaciones específicas.• Evaluar de la carga térmica en diferentes alimentos que se someterán a frigoconservación, así como de los componentes que conforman el sistema de producción de frío.
3. Equipos y Servicios Auxiliares	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Conoce y aplica los conocimientos necesarios para la selección de válvulas de expansión, compresores, condensadores, evaporadores, tuberías y controladores de temperatura y presión tomando en cuenta el tipo de alimento, las condiciones del clima donde se establece la cámara frigorífica. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.• Capacidad de comunicación oral y escrita.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar los compresores comúnmente empleados en los sistemas de producción de frío.• Analizar los condensadores comúnmente empleados en los sistemas de producción de frío.• Analizar los intercambiadores de calor que se utilizan en los sistemas de producción de frío.• Analizar la importancia de los servicios auxiliares en la conservación los productos.

4. Aplicaciones Agroindustriales del Frío	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Conoce y diseña sistemas de refrigeración de alimentos con un enfoque sostenible y sustentable que garantice reducir el desperdicio de alimentos por falta de la frigoconservación dentro de la cadena de producción, acondicionamiento y transporte de productos hortofrutícolas en fresco. <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes. Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar la influencia del frío en la conservación de los productos hortofrutícolas. Diseñar un almacén frigorífico de acuerdo a las necesidades de frío de cualquier fruta u hortaliza que se conserve en fresco. Analizar los componentes de los transportes frigoríficos y la forma de operación para conservar las condiciones de funcionamiento requeridas de acuerdo al producto hortofrutícola a conservar.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de carga térmica de un sistema de producción de frío dentro de la industria alimentaria. Diseñar un almacén frigorífico de acuerdo con las necesidades de frío de cualquier producto hortofrutícola en fresco Diseño de un plano de un sistema de refrigeración de una planta de empaque de frutas u hortalizas en fresco Reconocimiento físico de una unidad de refrigeración dentro de un transporte para refrigerar o congelar un producto hortofrutícola.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <p>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.</p> <p>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.</p>



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.

El proyecto deberá contemplar la capacidad de conocimiento del funcionamiento del sistema operativo, la selección y aplicación de los métodos y paradigmas y su fundamentación.

10. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: mapas conceptuales, reportes de investigación, estudios de casos, exposiciones en clase, reportes de visitas, portafolio de evidencias, tablas comparativas, glosarios, entre otros.

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, rúbricas, entre otros, mediante la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.

En esta asignatura se requerirá la revisión del portafolio de evidencias, de las soluciones computarizadas y la aplicación de los comandos, instalación de sistema operativo y el funcionamiento de la configuración y actualizaciones.

Utilizar una rúbrica que contenga los niveles de alcance del estudiante:

- Completo: Que cubra todos los requisitos y que posea innovación y añadiduras de investigación.
- Original: Que sea una solución no copiada ni existente en internet u otras fuentes de conocimiento.
- Funcional: Que tenga las capacidades operativas mínimas.
- Comprendido: Que el estudiante conozca de fondo el proyecto y sea capaz de identificar todo lo realizado.

11. Fuentes de información

1. American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers. 2007. Ashrae Handbook. Equipment. New York U.S.A.
2. Antonio Madrid, Gómez-Pastrana, José Manuel, Santiago Regidor, Fernando. (2003). Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos. Editorial: Mundi-Prensa. Madrid, España.
3. Boast R. (1997). Refrigeración: libro de bolsillo. Editorial Acribia.
4. Mascheroni, R. H. (2012). Operations in food refrigeration. CRC Press.
5. Dincer, I. (1997). Heat transfer in food cooling applications. CRC Press.
6. Thompson, J. F., Mitchell, F. G., & Rumsay, T. R. (2008). Commercial cooling of fruits, vegetables, and flowers (Vol. 21567). UCANR Publications.