

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO E IMÁGENES</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
En esta experiencia educativa se analizarán y discutirán herramientas estadísticas, convencionales y no convencionales, para la identificación de correlaciones entre variables físicas de los procesos y los parámetros estadísticos obtenidos del análisis de la información (series de tiempo e imágenes). La identificación de correlaciones en procesos químicos y biológicos pueden ser usados como parámetros indirectos de monitoreo de las variables que no son fácil de medir en tales procesos.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El estudiante desarrollará y aplicará diversas metodologías estadísticas, convencionales y no convencionales, para el análisis de información obtenida de procesos químicos y biológicos, tales como series de tiempo e imágenes. Así mismo, determinará correlaciones útiles para el monitoreo indirecto de procesos.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
--

UNIDAD 1
Series de tiempo e imágenes de procesos
Objetivos particulares
Obtener información experimental, en línea o en pseudo-línea, de diferentes procesos químicos y biológicos.
Temas
1.1 Monitoreo de procesos 1.2 Instrumentación 1.3 Sensores de variables de fácil medición (temperatura, pH, conductividad, presión, etc.) 1.4 Captura de imágenes de procesos

UNIDAD 2
Análisis convencional de series de tiempo
Objetivos particulares
Aplicar herramientas tradicionales de análisis de series de tiempo
Temas
2.1 Métodos ARIMA

2.2 Eliminación de tendencias  
2.3 Transformada de Fourier

### UNIDAD 3

Análisis no convencional de series de tiempo

Objetivos particulares

Aplicar herramientas no convencionales de análisis de series de tiempo y determinar correlaciones entre las variables físicas de los procesos y las variables estadísticas.

Temas

3.1 Dimensión fractal  
3.2 Exponentes de escalamiento  
3.3 Transformada wavelet

### UNIDAD 4

Análisis de imágenes de procesos

Objetivos particulares

Aplicar herramientas estadísticas para el análisis de imágenes que permitan identificar características texturales macroscópicas que reflejen los cambios físicos de los procesos. Así mismo, analizar las propiedades en las imágenes a diferentes escalas y correlacionar con los cambios físicos del proceso.

Temas

4.1 Filtros de imágenes mediante transformadas  
4.2 Dimensión fractal de imágenes  
4.3 Análisis multiescala

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Lectura y discusión de artículos científicos internacionales
- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Representadores gráficos
- Organización de grupos de trabajo
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas prácticos
- Manejo de software especializado como Matlab
- Clasificaciones
- Procedimientos
- Aprendizaje basado en problemas
- Resúmenes
- Plenaria

### EQUIPO NECESARIO

Libros y artículos (en físico y en electrónico)  
Programas de cómputo  
Internet  
Material audiovisual

Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Proyecto  
 Apuntador láser

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bloomfield, P. (2004). *Fourier analysis of time series: an introduction*, 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons.
- Gao, J., Cao, Y., Tung, W. W., Hu, J. (2007). *Multiscale analysis of complex time series: integration of chaos and random fractal theory, and beyond*, John Wiley & Sons.
- Kantz, H., Schreiber, T. (2004). *Nonlinear time series analysis (Vol. 7)*, Cambridge university press.
- Mandelbrot, B. B. (1983). *The fractal geometry of nature (Vol. 173)*, Macmillan.
- Percival, D. B., Walden, A. T. (2006). *Wavelet methods for time series analysis (Vol. 4)*, Cambridge university press.

#### Otros Materiales de Consulta:

- Artículos de investigación científica seleccionados de revistas especializadas en el área de procesamiento de datos, imágenes y series de tiempo.

#### EVALUACIÓN SUMATORIA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXÁMENES PRÁCTICOS	40 %
	DISCUSIÓN DE LITERATURA ESPECIALIZADA	20 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO DE APLICACIÓN	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>FENÓMENOS DE TRANSPORTE EN SISTEMAS MULTIFÁSICOS</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>La experiencia educativa de Fenómenos de Transporte II se ubica en el área disciplinar del programa de Maestría en Ingeniería Química (4 horas teoría y 1 hora práctica, 9 créditos). En ella se tiene como finalidad profundizar en los conocimientos de la transferencia de momentum, calor y masa para que el alumno cuente con la base teórica para la solución de problemas en medios multifásicos. Esto es necesario en la formación profesional en el campo de la ingeniería química debido a que los sistemas multifásicos surgen en una gran cantidad de aplicaciones reales de problemas actuales en los diferentes campos de la ingeniería química.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>El alumno será capaz de plantear, analizar y resolver problemas, químicos y biológicos, donde intervengan los fenómenos de transporte en medios multifásicos.</p>

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Sistemas Multifásicos
Objetivos particulares
<p>Se establecerán los balances microscópicos y macroscópicos de transferencia de momentum, calor y masa, donde se estudiarán las propiedades efectivas de las mismas. Así mismo se presentarán las bases del escalamiento (de la microescala a la macroescala) de las ecuaciones de transporte.</p>
Temas
<p>1.1 Ecuaciones de transporte microscópicos 1.2 Ecuaciones de transporte macroscópicos 1.3 Propiedades efectivas de transporte 1.4 Escalamiento</p>

UNIDAD 2
Transporte de Movimiento
Objetivos particulares

Se estudiará el transporte de momentum en medios heterogéneos considerando la ley de Darcy como ley constitutiva. Para ilustrar las aplicaciones prácticas se consideraran diversos problemas, químicos y biológicos, que se analizarán con herramientas computacionales, tales como Comsol y/o Matlab.

#### Temas

- 2.1 Flujo en medios porosos
- 2.2 Ley de Darcy
- 2.3 Aplicaciones en procesos químicos y biológicos

### UNIDAD 3

#### Transporte de Calor

##### Objetivos particulares

Se estudiará la transferencia de calor en medios porosos considerando la ley de Fourier como ley constitutiva. Para ilustrar las aplicaciones prácticas se considerarán diversos problemas, químicos y biológicos, que se analizarán con herramientas computacionales, tales como Comsol y/o Matlab.

#### Temas

- 3.1 Conservación de energía en medios porosos
- 3.2 Aplicaciones en procesos químicos y biológicos

### UNIDAD 4

#### Transporte de Masa

##### Objetivos particulares

Se estudiará el transporte de masa en medios porosos considerando la ley de Fick como ley constitutiva. Así mismo se estudiaran las interacciones entre las reacciones químicas y los fenómenos de transporte. Para ilustrar las aplicaciones prácticas se considerarán diversos problemas, químicos y biológicos, que se analizarán con herramientas computacionales, tales como Comsol y/o Matlab.

#### Temas

- 4.1 Conservación de masa en medios porosos
- 4.2 Efectos de la reacción química
- 4.3 Aplicaciones en procesos químicos y biológicos

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Lectura y discusión de artículos científicos internacionales
- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Representadores gráficos
- Organización de grupos de trabajo
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas prácticos
- Manejo de software especializado como Comsol Multiphysics
- Clasificaciones
- Procedimientos
- Aprendizaje basado en problemas

- Resúmenes
- Plenaria

#### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
 Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
 Programas de cómputo (Comsol y/o Matlab)  
 Internet  
 Material audiovisual  
 Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Conexión a internet  
 Proyector

#### BIBLIOGRAFÍA

- Civan, F. (2011). *Porous media transport phenomena*, John Wiley & Sons.
- Corapcioglu, M., Bear, J. (1984). *Fundamentals of transport phenomena in porous media*, Martinus Nijhoff Publishers.
- Faghri, A., Zhang, Y. (2006). *Transport phenomena in multiphase systems*, Elsevier.
- Ingham, D., Pop, I. (1998). *Transport phenomena in porous media*, Elsevier.
- Whitaker, S. (1999). *The method of volume averaging*, Springer.

#### Otros Materiales de Consulta:

- Bird, R. B., Stewart W. E., Lightfoot, E. N. (2010). *Fenómenos de Transporte*, 2ª Ed., Limusa Wiley.
- Glasgow, L. A. (2010). *Transport phenomena: An introduction to advanced topics*, Wiley.
- Welty J. R., Wicks Ch. E., Wilson R. E. (2008). *Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa*, 2ª Ed., Limusa Wiley.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	60 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

<b>DATOS GENERALES</b>
Nombre del Curso
<b>MODELADO Y SIMULACIÓN DE PROCESOS</b>

<b>PRESENTACIÓN GENERAL</b>
Justificación
<p>En esta experiencia educativa se formularán y analizarán modelos matemáticos para la descripción dinámica de procesos químicos y biológicos. La formulación de los modelos matemáticos se hará a partir de primeros principios, planteando los balances de materia, energía y momentum. Para la solución de los modelos matemáticos de procesos se usará software especializado como Matlab, Aspen, Comsol, entre otros. La descripción de los procesos a partir de modelos matemáticos permite el entendimiento general de las condiciones de operación de los procesos, de la operación unitaria hasta la una planta industrial completa.</p>

<b>OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO</b>
<p>Desarrollar y analizar modelos matemáticos que describen procesos actuales de interés industrial que le permitan determinar y evaluar las condiciones de operación de operaciones unitarias o procesos industriales completos.</p>

<b>UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS</b>
---

<b>UNIDAD 1</b>
Modelado de procesos
Objetivos particulares
Establecer los modelos matemáticos de procesos a partir de los principios fundamentales
Temas
<p>1.1 Conceptos básicos del modelado            1.2 Procesos con reacciones químicas y biológicas            1.3 Procesos con fenómenos de transporte            1.4 Casos de aplicación</p>

<b>UNIDAD 2</b>
Solución numérica de modelos matemáticos
Objetivos particulares
Aplicar herramientas computacionales para la solución de modelos matemáticos de procesos, usando software para la solución de ecuaciones de diferenciales y/o simuladores de procesos.
Temas

- 2.1 Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales
- 2.2 Simuladores comerciales
- 2.3 Análisis de casos de estudio

### UNIDAD 3

#### Modelos termodinámicos

#### Objetivos particulares

Analizar los diferentes modelos termodinámicos y sus aplicaciones en procesos químicos y biológicos. La descripción de los modelos será a partir de las ecuaciones de estado termodinámico y se compararán con los integrados en los simuladores comerciales.

#### Temas

- 3.1 Ecuaciones de estado
- 3.2 No idealidad
- 3.3 Software comercial
- 3.4 Comparación de modelos termodinámicos para diferentes casos de estudio

### UNIDAD 4

#### Simulación de procesos integrados

#### Objetivos particulares

Aplicar herramientas estadísticas para el análisis de imágenes que permitan identificar características texturales macroscópicas que reflejen los cambios físicos de los procesos. Así mismo, analizar las propiedades en las imágenes a diferentes escalas y correlacionar con los cambios físicos del proceso.

#### Temas

- 4.1 Simulación basada en modelos matemáticos
- 4.2 Simulación secuencial
- 4.3 Simulación modular simultanea
- 4.4 Análisis de casos prácticos

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Lectura y discusión de artículos científicos internacionales
- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Representadores gráficos
- Organización de grupos de trabajo
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas prácticos
- Manejo de software especializado como Matlab
- Clasificaciones
- Procedimientos
- Aprendizaje basado en problemas
- Resúmenes
- Plenaria

### EQUIPO NECESARIO

Libros y artículos (en físico y en electrónico)  
 Programas de cómputo  
 Internet  
 Material audiovisual  
 Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Proyector  
 Apuntador láser

#### BIBLIOGRAFÍA

- Al-Malah, K. I. (2016). *Aspen Plus: Chemical Engineering Applications*, John Wiley & Sons.
- Bequette, B. W., Bequette, W. B. (1998). *Process dynamics: modeling, analysis, and simulation*. Prentice Hall PTR.
- Chaves, I. D. G., López, J. R. G., Zapata, J. L. G., Robayo, A. L., Niño, G. R. (2016). *Process Analysis and Simulation in Chemical Engineering*, Springer.
- Luyben, W. L. (1996). *Process modeling, simulation and control for chemical engineers*, McGraw-Hill Higher Education.
- Verma A. (2014). *Process Modelling and Simulation in Chemical, Biochemical and Environmental Engineering*, CRC Press.
- Zimmerman, W. B. (2004). *Process modelling and simulation with finite element methods (No. 15)*, World Scientific.

#### Otros Materiales de Consulta:

- Artículos de investigación científica seleccionados de revistas especializadas en el área de procesamiento de datos, imágenes y series de tiempo.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATORIA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXÁMENES PRÁCTICOS	40 %
	DISCUSIÓN DE LITERATURA ESPECIALIZADA	20 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO DE APLICACIÓN	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>BIOPROCESOS</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa de Bioprocesos se ubica en el Área de Optativas del programa de Maestría en Ingeniería Química. Es crucial en la formación de un Maestro en Ingeniería Química que realiza proyectos relacionados con la ingeniería de procesos biológicos, va en profundidad hacia las características de dichos procesos, la degradación y formación de compuestos a partir de la materia orgánica, el análisis del proceso en conjunto, la cinética del mismo, así como las transformaciones de energía al interior. Los conocimientos adquiridos en esta EE le aportan al estudiante la capacidad de proponer, montar, dar seguimiento, modelar y analizar dichos procesos, cuantificar cinéticas y características, proponer modificaciones, las cuales son importantes para el diseño, seguimiento, análisis, optimización y control de los bioprocesos.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El estudiante comprenderá, analizará y aplicará conceptos teóricos y prácticos involucrados en los bioprocesos, sus características, control, tipos de tratamientos, metabolismo microbiano, factores claves de control de su crecimiento y cinética, aplicación de fundamentos y su cinética, de manera individual o en equipo, con responsabilidad, compromiso y respeto.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Depuración natural
Objetivos particulares
Conocer y comprender los procesos y factores involucrados en la depuración natural Identificar y clasificar los sistemas saprobios y tróficos Conocer y comprender las fases de crecimiento bacteriano, así como el comportamiento energético durante los sistemas naturales
Temas
1.1 Introducir a los procesos y factores involucrados en la depuración natural 1.2 Sistemas de clasificación 1.3 Crecimiento bacteriano y comportamiento energético

<b>UNIDAD 2</b>
Cinética
<b>Objetivos particulares</b>
Comprender las cinéticas de reacciones de cero, primero y segundo orden; Comprender la cinética enzimática, especialmente la teoría de Michaelis y Menten; Comprender el postulado de Monod y los modelos de crecimiento suspendido y adherido.
<b>Temas</b>
2.1 Reacciones de orden cero, primero y segundo 2.2 Cinética enzimática: teoría de Michaelis y Menten 2.3 Cinética del crecimiento: postulado de Monod 2.4 Modelos de crecimiento suspendido y adherido

<b>UNIDAD 3</b>
Procesos biológicos de tratamiento de agua y suelo
<b>Objetivos particulares</b>
Comprender y analizar los tipos de sistemas y procesos biológicos de tratamiento de agua y suelo.
<b>Temas</b>
3.1 Sistemas naturales 3.2 Sistemas aerobios 3.3 Sistemas anaerobios

<b>UNIDAD 4</b>
Biorreactores
<b>Objetivos particulares</b>
Comprender, examinar y clasificar los biorreactores Modelación de reactores
<b>Temas</b>
4.1 Clasificación de biorreactores 4.2 Reactores aerobios y anaerobios 4.3 Reactores totalmente mezclados 4.4 Reactores de flujo pistón 4.5 Reactores por lotes 4.6 Modelación de reactores

<b>UNIDAD 5</b>
Tratamiento de lodos
<b>Objetivos particulares</b>
Estudiar los procesos de tratamiento de lodos Estudiar y aplicar la digestión aerobia, anaerobia y composteo de lodos
<b>Temas</b>
5.1 Tratamiento de lodos

## 5.2 Digestión aerobia, anaerobia y composteo de lodos

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Lectura, análisis e interpretación
- Solución de problemas individual y en equipo
- Clasificaciones
- Elaboración de reportes
- Montaje y seguimiento de proyecto de tratamiento biológico a microescala
- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Organización de grupos de trabajo
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas
- Representadores gráficos
- Resúmenes
- Discusiones grupales en torno al proyecto de tratamiento a microescala

### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
Internet  
Material audiovisual  
Artículos Científicos (en físico o en electrónico)  
Programas de cómputo  
Laboratorio  
Pizarrón  
Marcadores  
Equipo de cómputo  
Conexión a internet  
Proyector  
Software Especializado  
Laboratorio para montaje de proceso biológico a microescala

### BIBLIOGRAFÍA

- AWWA, ASCE. (2012). *Water treatment plant design*, 5<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill.
- Grady, L., Daigger, G. T., Love, N. G., Filipe, D. M. (2011). *Biological wastewater treatment*, 3<sup>rd</sup> Ed. CRC Press.
- Metcalf & Eddy (2013). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery*, 5<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill.
- Ramalho, R. S. (1991). *Tratamiento de aguas residuales*, Reverté.

### Otros Materiales de Consulta:

- Katoh, S., Yoshida, F. (2009). *Biochemical Engineering*, Wiley-VCR.
- Water Pollution Control Federation (1990). *Wastewater biology: the microlife*, Alexandria.

### EVALUACIÓN

SUMATIVA		
	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	50 %
	TAREAS Y PARTICIPACIÓN	15 %
	PROYECTO FINAL	35 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>ECOLOGÍA INDUSTRIAL</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
El curso de Ecología Industrial se localiza en el área terminal. Este curso presentará a los estudiantes los conceptos y métodos de la ingeniería los procesos sostenibles. La ecología industrial es un campo de rápido crecimiento que utiliza sistemas naturales como modelo para diseñar sistemas industriales sostenibles. Ayuda a rediseñar los usos y flujos de recursos, materiales y energía de una manera que minimiza los impactos ambientales y los residuos. Esto implica el conocimiento para el desarrollo de procesos cíclicos, en oposición a los procesos lineales convencionales. Este curso pretende introducir los conceptos que subyacen a la ecología industrial e introduce herramientas fundamentales para evaluar cuantitativamente la sostenibilidad de los procesos físicos-químicos-biológicos, tales como el rastreo de materiales y energía, análisis de insumo-producto, evaluación del ciclo de vida del producto. Todo ello teniendo como principios básicos lo aprendido y aplicado en cualquiera de las ramas de la ingeniería.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El alumno desarrollará las habilidades necesarias para evaluar cualitativamente y cuantitativamente la sostenibilidad de los procesos de producción mediante la aplicación de los conceptos y herramientas de la ecología industrial y su aplicación en la práctica industrial y la investigación de la cadena de suministro.

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Introducción a los procesos sostenibles
Objetivos particulares
Introducir a los alumnos en los conceptos relacionados a los procesos sostenibles, valoración de la importancia del rastreo y análisis de los flujos másicos y energéticos a lo largo de la cadena de suministro y producción, así como su relevancia en la evaluación de sus parámetros de eficiencia desde el punto de vista de la ingeniería, impactos ambientales, económicos y sociales.
Temas
1.1 Ecología industrial y conceptos relacionados (simbiosis industrial) 1.2 Enfoque sistémico (integra los componentes industria-biósfera)

- 1.3 Ecosistema industrial, parque ecoindustrial, redes de trabajo ecoindustrial
- 1.4 Énfasis en las relaciones de los flujos materiales con el sistema industrial
- 1.5 Evolución de las dinámicas tecnológicas en el largo plazo (de un sistema industrial insustentable hacia un ecosistema industrial).

UNIDAD 2
Técnicas analíticas y herramientas de cuantificación
Objetivos particulares
Conocer y aplicar las metodologías existentes que evalúan cuantitativamente los flujos de masa y energía en la cadena de suministro y su dinámica de transformación en manufactura de productos y ejecución de servicios con la inclusión de los fundamentos de la ingeniería de los procesos.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Análisis de flujo de materia</li> <li>2.2 Ecoeficiencia y ecoindicadores</li> <li>2.3 Metabolismo industrial</li> <li>2.4 Contabilidad Medioambiental</li> <li>2.5 Aplicación del análisis insumo-producto (Input-Output Analysis) en los procesos industriales</li> </ul>

UNIDAD 3
Análisis de Ciclo de Vida (ACV)
Objetivos particulares
Capacitar al alumno en la utilización del ACV como una herramienta metodológica para cuantificar el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida a través de la recopilación y análisis de las entradas de insumos, productos intermedios y coproducto y productos de salidas del sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la reducción de los mismos.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Fases de aplicación del ACV</li> <li>3.2 Inventario industrial del ciclo de vida</li> <li>3.3 Evaluación de impacto del ciclo de vida</li> <li>3.4 Dinámica de procesos de ingeniería en el ciclo de vida</li> </ul>

UNIDAD 4
Casos de estudio en cadenas de suministro y procesos de producción
Objetivos particulares
Aplicar los métodos y herramientas utilizados en la identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de procesos y proyectos en el ámbito de la ingeniería de la sostenibilidad.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Huellas paramétricas (de impacto ambiental) desde el ACV</li> <li>4.2 Sostenibilidad de los sistemas energéticos</li> </ul>

#### 4.3 Sinergia del subproducto en la agroindustria

##### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Lectura y discusión de artículos científicos internacionales
- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Representadores gráficos
- Organización de grupos de trabajo
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas prácticos
- Manejo de software especializado
- Clasificaciones
- Procedimientos
- Aprendizaje basado en problemas
- Resúmenes
- Plenaria

##### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
Internet  
Material audiovisual  
Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
Programas de cómputo  
Pizarrón  
Marcadores  
Equipo de cómputo  
Conexión a internet  
Proyector  
Software Especializado (COMSOL, POLYMATH, MATLAB)

##### BIBLIOGRAFÍA

- Ayres, R., Ayres, L. (2002), *A handbook of industrial ecology*, Edward Elgar Publishing, Inc.
- Bourg, D., Erkman, S. (2003). *Perspectives on Industrial Ecology*, Greenleaf Publishing Limited.
- Dincer, I., Zamfirescu, C. (2011). *Sustainable energy systems and applications*, Springer Science & Business Media.
- Graedel, T. E., Allenby, B. R. (2010). *Industrial ecology and sustainable engineering*, Prentice Hall.
- Kaltschmitt, M., Themelis, N. J., Bronicki, L. Y., Vega, L. (2013). *Renewable energy systems*, Springer.
- Kauffman, J., Lee, K. M. (2013). *Handbook of sustainable engineering*, Springer.
- Suh, S. (2009). *Handbook of input-output economics in industrial ecology* (Vol. 23), Springer Science & Business Media.

Otros Materiales de Consulta:

- Christou, P., Savin, R., Costa-Pierce, B. A., Misztal, I., Whitelaw, C. B. A. (2013). *Sustainable Food Production*, Springer.
- Jelinski, L. W., Graedel, T. E., Laudise, R. A., McCall, D. W., Kumar, C., Patel, N. (1992). *Industrial Ecology: Concepts and Approaches*", National Academy of Sciences.
- Loftness, V., Haase, D. (2013). *Sustainable Built Environments*, Springer.

EVALUACIÓN		
SUMATIVA		
	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	40 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	40 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**Maestría en Ingeniería Química**

<b>DATOS GENERALES</b>
Nombre del Curso
<b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b>
<b>PRESENTACIÓN GENERAL</b>
<b>Justificación</b>
<p>El curso de Diseño de Experimentos forma parte del grupo de experiencias educativas optativas. Este curso llevará a los estudiantes a conocer las bases teóricas de la metodología de investigación que son el fundamento del adecuado diseño experimental, tanto en lo operativo, como en el campo del modelamiento y análisis estadístico, y comprender las bases teóricas de esta disciplina fundamental para el desarrollo ordenado de un proceso de investigación, a través de una estructura que articule de forma ordenada la hipótesis de trabajo, los objetivos y la propuesta experimental, para llegar a un análisis de resultados que se adecue a un modelo para el correcto análisis estadístico. El adecuado diseño de un experimento es fundamental no solo para optimizar tiempo y recursos, es indispensable para identificar con claridad los factores que determinan de manera real el comportamiento de una variable de respuesta, y permite tener de forma correcta los resultados de un proceso y realizar conclusiones debidamente fundamentadas.</p>
<b>OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO</b>
<p>El alumno desarrollará las competencias para seleccionar el modelo experimental que le permita implementar las metodologías adecuadas para los procesos de investigación, experimentación y análisis de resultados.</p>
<b>UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS</b>
<b>UNIDAD 1</b>
<b>Principios básicos del diseño experimental</b>
<b>Objetivos particulares</b>
<p>Conocer los principios teóricos del diseño de experimentos para proponer sus aplicaciones en un trabajo de investigación científica</p>
<b>Temas</b>
<p>La clasificación de los métodos de investigación          El proceso de investigación y los diseños          Experimentación: una estrategia para probar conjeturas y generar aprendizaje          El diseño de experimentos y el ciclo de Deming          Etapas y actividades de la planeación y análisis de un experimento          Definiciones básicas en el diseño de experimentos          Etapas en el diseño de experimentos          Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos</p>

<b>UNIDAD 2</b>
<b>Inferencia estadística</b>
<b>Objetivos particulares</b>

Conocer las bases de la inferencia estadística para aplicarlas en los diferentes modelos de diseño experimental
<b>Temas</b>
Elementos de inferencia estadística Conceptos básicos de prueba de hipótesis Planteamiento de una hipótesis estadística Prueba para la media Prueba para la varianza Criterios de rechazo y aceptación
<b>UNIDAD 3</b>
<b>Análisis de varianza</b>
<b>Objetivos particulares</b>
Conocer los elementos de los diseños completamente al azar y el análisis de varianza para implementar diversas pruebas de rangos múltiples y la comparación por contrastes
<b>Temas</b>
Experimentos con un solo factor Análisis de varianza. Diseño completamente al azar y ANOVA Comparaciones o pruebas de rango múltiples Verificación de los supuestos del modelo Diseño de bloques completos al azar Diseño en cuadro latino Diseño en cuadrado grecolatino.
<b>UNIDAD 4</b>
<b>Diseños factoriales</b>
<b>Objetivos particulares</b>
Conocer los conceptos básicos en diseños factoriales para proponer su uso en la investigación científica
<b>Temas</b>
Conceptos básicos en diseños factoriales Diseños factoriales con dos factores Diseños factoriales con tres factores Diseño factorial general Diseño factorial $2^n$ Modelos de efectos aleatorios.
<b>UNIDAD 5</b>
<b>Análisis de regresión</b>
<b>Objetivos particulares</b>
Conocer los fundamentos del análisis de regresión lineal y múltiple para ser aplicados dentro de los diseños experimentales en investigación científica
<b>Temas</b>
Regresión lineal simple Pruebas de hipótesis en la regresión lineal simple Calidad del ajuste en regresión lineal simple Regresión lineal múltiple

Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple Intervalos de confianza y predicción en regresión múltiple
<b>UNIDAD 6</b>
<b>Optimización de procesos</b>
<b>Objetivos particulares</b>
Conocer los fundamentos de la metodología de superficie de respuesta y sus respectivos diseños y modelos para aplicar el concepto de optimización
<b>Temas</b>
Análisis multivariado Introducción a la metodología de superficie de respuesta Técnicas de optimización Diseños de superficie de respuesta

<b>TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>
Durante este curso y para cada tema, se utilizará una estrategia didáctica la cual tendrá los siguientes elementos, que serán un eje vertebral de trabajo centrado en el aprendizaje, el desarrollo de conocimiento y de competencias, tanto disciplinares como las llamadas transversales, como lo son la comunicación oral y escrita, el trabajo colaborativo, el liderazgo, la creatividad, la innovación y el desarrollo de ideas. Aprendizaje basado en problemas Aprendizaje basado en casos Aprendizaje basado en investigación
<b>EQUIPO NECESARIO</b>
Proyector Pizarrón Computadora
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domínguez, D.J y Castaño, T.E. (2019) Diseño de experimentos: Estrategias y análisis en ciencias e ingeniería. Editorial: Alfaomega. México</li> <li>• Douglas, M. (2012). Diseño y análisis de experimentos. Editorial Limusa-Wiley. México.</li> <li>• Gutiérrez, P.H. y De la Vara, S. R. (2012). Análisis y diseño de experimentos. Editorial McGrawHill.</li> <li>• Reyes, C.P. (2003). Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas.</li> <li>• Mariano, G.R. (2014). Inferencia estadística y diseño de experimentos. Editorial Eudeba.</li> <li>• Escalante, V.E.J. (2014). Diseño y análisis de experimentos. Editorial LIMUSA.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS ELECTRONICAS (Última fecha de acceso:)</b>
<b>Otros Materiales de Consulta:</b>
Revistas científicas Software: Stata, Statitic, Minitab, SPSS.

<b>EVALUACIÓN</b>
-------------------

SUMATIVA		
	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	40 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	40 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
<p>La Microbiología Industrial se ocupa de la producción de bienes y servicios con células microbianas, representando por lo tanto una parte importante de la Biotecnología. Su inclusión en la formación de un profesional de la ingeniería química le permitirá obtener los conocimientos necesarios para participar en equipos de trabajo interdisciplinarios orientados hacia la solución de problemas en el ámbito industrial y ambiental en el que interactúan los microorganismos, así como en la formulación e implementación de procesos de base biotecnológica a nivel de laboratorio, planta piloto y de campo.</p>

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<p>Conocer los aspectos básicos de los procesos industriales basados en el uso de microorganismos, adquiriendo una visión completa sobre la selección, crecimiento, mantenimiento y metabolismo de los microorganismos asociado a la producción de compuestos de interés industrial.</p>

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
--

UNIDAD 1
Introducción y microorganismos de uso industrial
Objetivos particulares
<p>Establecer los antecedentes históricos sobre el uso industrial de los microorganismos, presentando las características más sobresalientes de las levaduras, mohos y bacterias utilizados industrialmente.</p>
Temas
<p>1.1 Historia 1.2 Microorganismos de uso industrial</p>

UNIDAD 2
Cultivos microbiológicos
Objetivos particulares
<p>Conocer las técnicas sobre el manejo de los cultivos microbianos, desde su aislamiento, purificación, conservación y activación previa a su uso en procesos de fermentación.</p>
Temas

2.1 Aislamiento 2.2 Mantenimiento 2.3 Requerimientos nutricionales y ambientales 2.4 Preparación de medios de cultivo 2.5 Inóculo
---

<b>UNIDAD 3</b>
Fermentaciones
Objetivos particulares
Comprender los procesos de la fermentación.
Temas
3.1 Concepto 3.2 Clasificación de los procesos de fermentación 3.3 Vías metabólicas implicadas 3.4 Fermentadores 3.5 Sistemas de fermentación

<b>UNIDAD 4</b>
Recuperación y purificación del producto
Objetivos particulares
Conocer los métodos para la obtención del producto de la fermentación.
Temas
4.1 Separación líquido-líquido 4.2 Desintegración celular 4.3 Extracción líquido-líquido

<b>UNIDAD 5</b>
Procesos de la fermentación y sus áreas de aplicación. Ejemplos
Objetivos particulares
Analizar ejemplos de procesos fermentativos
Temas
5.1 Producción de biomasa 5.2 Producción de enzimas 5.3 Tratamiento de residuos agroindustriales

<b>TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y discusión de artículos científicos internacionales</li> <li>• Exposición de temas con apoyo didáctico variado</li> <li>• Representadores gráficos</li> <li>• Organización de grupos de trabajo</li> <li>• Tareas para estudio independiente y en equipo</li> <li>• Solución de problemas prácticos</li> <li>• Laboratorio</li> </ul>

- Clasificaciones
- Procedimientos
- Aprendizaje basado en problemas
- Resúmenes
- Plenaria

#### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
 Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
 Internet  
 Material audiovisual  
 Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Conexión a internet  
 Proyector

#### BIBLIOGRAFÍA

- Baltz, R. H., Demian, A. L., Davies, J. E. (2010). *Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 3<sup>rd</sup> Ed., American Society for Microbiologyr.
- Hernández, P.A. (2006). *Microbiología Industrial*, EUNED.

#### Otros Materiales de Consulta:

- García-Garibay, M., Quintero-Ramirez, R., López-Murguía, A. (2004). *Biología Alimentaria*, Limusa.
- Scragg, A., (2004). *Biología para Ingenieros: Sistemas biológicos en procesos tecnológicos*, Limusa.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	60 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**Maestría en Ingeniería Química**

<b>DATOS GENERALES</b>
Nombre del Curso
<b>ESTABILIDAD FISICOQUÍMICA DE LOS ALIMENTOS</b>
<b>PRESENTACIÓN GENERAL</b>
<b>Justificación</b>
El entendimiento de los parámetros que determinan la estabilidad fisicoquímica de los alimentos es muy importante, ya que la industria les demanda tener la capacidad de evaluar y caracterizar productos alimenticios desde un punto de vista fisicoquímico, con el propósito de mantener el control de calidad y o mejorar la fabricación de estos para obtener productos con menores tasas de degradación y mejores propiedades estructurales. Esta experiencia educativa proporciona a los alumnos los conceptos fundamentales para conocer y controlar los mecanismos fisicoquímicos que rigen los procesos naturales de los productos alimenticios y es la plataforma para continuar con estudios avanzados de posgrado para hacer investigación en la ciencia de alimentos.
<b>OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO</b>
Proporcionar a los alumnos el conocimiento básico para caracterizar productos alimenticios desde un punto de vista fisicoquímico, con el propósito de mantener el control de calidad y o mejorar la fabricación de los mismos para obtener productos con menores tasas de degradación y/o mejores propiedades estructurales mediante el control de los mecanismos fisicoquímicos que rigen los procesos naturales de estabilidad durante el procesamiento y vida de anaquel.
<b>UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS</b>
<b>UNIDAD 1</b>
<b>Composición química de los alimentos</b>
<b>Objetivos particulares</b>
<b>Conocer los principales componentes de los alimentos que intervienen en su estabilidad fisicoquímica</b>
<b>Temas</b>
Agua en los alimentos Carbohidratos Proteínas Lípidos Vitaminas y minerales Pigmentos Aditivos
<b>UNIDAD 2</b>
<b>Propiedades físicas de los alimentos</b>
<b>Objetivos particulares</b>

<b>Conocer las propiedades físicas que intervienen en la estabilidad de los alimentos</b>
<b>Temas</b>
Forma Tamaño Porosidad
<b>UNIDAD 3</b>
<b>Aplicación de la cinética química en alimentos deshidratados</b>
<b>Objetivos particulares</b>
<b>Determinar la vida de anaquel de los alimentos</b>
<b>Temas</b>
Rapidez, orden de reacción y vida media. Pérdida de calidad del alimento como función del tiempo, temperatura y humedad. Predicción y control de la vida de anaquel.
<b>UNIDAD 4</b>
<b>Propiedades superficiales de alimentos</b>
<b>Objetivos particulares</b>
<b>Analizar los diferentes fenómenos superficiales que suceden en los alimentos</b>
<b>Temas</b>
Tensión superficial e interfacial en alimentos. Ecuaciones de Laplace, Kelvin, Young y Dupre. Adsorción Actividad de superficie. Isoterma de adsorción de Gibbs.
<b>UNIDAD 5</b>
<b>Propiedades de adsorción de alimentos</b>
<b>Objetivos particulares</b>
<b>Evaluar el efecto del proceso de adsorción sobre la estabilidad de alimentos deshidratados</b>
<b>Temas</b>
Actividad de agua ( $a_w$ ). Definición, medición y efecto en alimentos. Mapa de Labuza. Isoterma de adsorción y su clasificación. Isotermas de adsorción-desorción de humedad. Fenómenos de histéresis. Importancia durante el secado de alimentos. Modelamiento de la adsorción: Langmuir, Freundlich, BET, GAB. Determinación del área superficial específica del adsorbente. Propiedades termodinámicas de sorción.
<b>UNIDAD 6</b>
<b>Transiciones de fase en alimentos</b>
<b>Objetivos particulares</b>
<b>Analizar el efecto de la temperatura de transición vítrea en alimentos deshidratados</b>
<b>Temas</b>
Diagramas de fase.

Clasificación de transiciones de fase.  
 El estado vítreo.  
 El estado gomoso.  
 Movilidad molecular y plastificación.

### UNIDAD 7

#### Sistemas coloidales en alimentos

#### Objetivos particulares

**Identificar los diferentes sistemas coloidales y sus principales características fisicoquímicas que determinan su estabilidad en el almacenamiento**

#### Temas

Estructura, propiedades y clasificación de los sistemas coloidales en alimentos.  
 Preparación de coloides y distribución del tamaño de partícula.  
 Propiedades eléctricas de los coloides. Potencial Zeta.  
 Mecanismos de inestabilidad de los sistemas coloidales. Regla de Schulze-Hardy. Precipitación salina de coloides liófilos. Series liotrópica y liofóbica.  
 Teoría DLVO para interacciones coloidales.

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Elaboración de mapas conceptuales.  
 Exposición individual y en equipo  
 Reportes de lecturas  
 Atención a dudas y comentarios  
 Planteamiento de preguntas guía  
 Lectura e interpretación de textos  
 Lectura comentada en clase  
 Resolución de problemas reales

### EQUIPO NECESARIO

Proyector  
 Pizarrón  
 Computadora

### BIBLIOGRAFÍA

- Badui Dergal, S. (2019). Química de Alimentos. Ed. Alambra, México
- Walstra, P. (2003). Physical Chemistry of foods. USA: Marcel Dekker, Inc.
- Sahin, S., Sumnu, S. G. (2006). Physical Properties of Foods. USA: Springer.
- Devahastin, S. (2011). Physicochemical. Aspects of Food Engineering and Processing. USA: CRC Press.
- Adamson, A.W. and Gast. A. (2017). *Physical Chemistry of Surfaces*, NY, John Wiley & Sons, Inc.
- Silbey, R., Alberty, R.A. and Bawendi, M. (2004). *Physical Chemistry*, NY, John Wiley & Sons, Inc.
- Atkins, P., De Paula, J.K. and Keeler, J. (2018). *Atkins Physical Chemistry*, NY, Oxford University Press.
- Belton, P. (2008). *The Chemical Physics of Food*, UK, Blackwell Publishing,
- Castellan, G. W. (1998). *Fisicoquímica*, México, Pearson, Addison-Wesley.

- Dickinson, E. (1992). *An Introduction to Food Colloids*, Oxford University Press.

**REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)**

**Otros Materiales de Consulta:**

**EVALUACIÓN**

**SUMATIVA**

<b>Aspecto a Evaluar</b>	<b>Forma de Evaluación</b>	<b>Evidencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Resolución de problemas de estabilidad de alimentos	Examen escrito	Resolución del examen escrito	60
Capacidad de análisis	Discusión de artículos	Exposición	20
Trabajo en equipo. Aplicación de los conocimientos aprendidos para el desarrollo de un producto	Proyecto	Trabajo escrito y exposición del proyecto	20
Total			100

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
En la optativa de tópicos de introducción a la Ingeniería de Alimentos, se proporcionará a los alumnos que investiguen en el área de alimentos conocimientos profundos y específicos acordes con su proyecto de tesis. Al término del curso, el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en sus estudios sobre temas selectos de la Ingeniería de Alimentos; de abordar problemáticas específicas de su especialidad y de plantear soluciones técnicas innovadoras.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El alumno desarrollará habilidades para relacionar los principios básicos de la Ingeniería Química con los fundamentos del Procesamiento de Alimentos. En este curso serán discutidos los principios básicos de la ingeniería con énfasis en el área de investigación fundamentales en el procesamiento de alimentos.

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Reología de Alimentos
Objetivos particulares
Integrar las propiedades reológicas y texturales para proponer alternativas a problemas de proceso, diseño y/ o selección de equipo, evaluación o desarrollo de alimentos
Temas
1.1 Definición e importancia 1.2 Conceptos básicos 1.3 Tipos de pruebas reológicas 1.4 Viscoelasticidad-Modelos reológicos 1.5 Reología de masas 1.6 Viscosidad-Tipos de viscosímetros

UNIDAD 2
Cinética de las reacciones en el procesamiento de alimento
Objetivos particulares

Los estudiantes serán capaces de predecir analíticamente la cinética de cambio de los nutrientes de un alimento durante su procesamiento o almacenamiento.

#### Temas

- 2.1 Revisión de los términos
- 2.2 Modelos de evaluación de constantes
- 2.3 Aplicación: Vida de anaquel y cinética de deterioro de alimentos
- 2.4 Efecto de la temperatura de almacenamiento. Efecto de la humedad
- 2.5 Aplicación: La cinética de deterioro en la predicción y control de la vida de anaquel. Pruebas aceleradas de vida de anaquel

### UNIDAD 3

#### Fenómenos de superficie (adsorción) en alimentos

#### Objetivos particulares

Al término de esta unidad el alumno podrá relacionar los fenómenos de superficie implicados en el procesamiento de alimentos con las propiedades macroscópicas de los alimentos y de algunos de sus componentes.

#### Temas

- 3.1 Definición y tipos de adsorción
- 3.2 Factores que afectan a la cantidad adsorbida
- 3.3 Concepto de actividad de agua ( $a_w$ )
- 3.4 Isotermas: Langmuir, Freundlich, BET, GAB
- 3.5 Desorción. Fenómenos de histéresis. Importancia durante el secado de alimentos
- 3.6 Determinación del área superficial específica del adsorbente
- 3.7 Aplicación: Importancia de la actividad de agua en la vida de anaquel de alimentos

### UNIDAD 4

#### Transiciones de fase de alimentos

#### Objetivos particulares

Los alumnos tendrán la capacidad de determinar propiedades térmicas de alimentos a través de la interpretación de curvas calorimétricas y a través de modelos matemáticos. Identificación de los efectos de las transiciones térmicas sobre las propiedades y comportamiento del alimento

#### Temas

- 4.1 Clasificación de transiciones
- 4.2 Definiciones. Estado vítreo y estado gomoso
- 4.3 La transición vítrea: Punto de vista cinético y punto de vista termodinámico. Ecuación tipo Arrhenius
- 4.4 Temperatura de transición vítrea: Significado e importancia en el procesamiento y conservación de alimentos. Métodos de determinación
- 4.5 Diagrama de fases.

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Organización de grupos colaborativos
- Diálogos simultáneos

- Estudio de casos
- Seminarios
- Discusión dirigida
- Plenaria.
- Exposición con apoyo tecnológico variado
- Debates
- Lectura comentada
- Búsqueda y consulta de fuentes de información
- Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento

#### EQUIPO NECESARIO

Libros y artículos (en físico y en electrónico)  
 Programas de cómputo  
 Internet  
 Material audiovisual  
 Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Proyector

#### BIBLIOGRAFÍA

- Fito, P., Ortega-Rodríguez, E., Barbosa-Canovas, G. V. (2000). *Food engineering*, Chapman & Hall.
- Haynes, G. D. (1992). *Manual de datos para ingeniería de los alimentos*, Acribia.
- Heldman, D. R., Lund, D. B. (2006). *Handbook of food engineering*, 2<sup>nd</sup> Ed., CRC Press.
- Kakac, S., Liu, H., Pramuanjaroenkij, A. (2012). *Heat exchangers: Selection, rating, and thermal design*, 3<sup>rd</sup> Ed., CRC Press.
- Lewis, M. J. (1993). *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado*, Acribia.
- Rahman, M. S. (2008). *Food Properties Handbook*, 2<sup>nd</sup> Ed., CRC Press.
- Steffe, J. F. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering*, 2<sup>nd</sup> Ed., Freeman Press.
- Toledo, R. T. (2007). *Fundamentals of food process engineering*, 3<sup>rd</sup> Ed., Springer.

#### Otros Materiales de Consulta:

5 Artículos de investigación científica seleccionados de revistas especializadas en el área de alimentos.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATORIA

Forma de	Concepto	Porcentaje
----------	----------	------------

Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	20 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	60 %
	Total	100 %