



**Ministerio de Cultura y Educación**  
**Universidad Nacional de San Luis**  
**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Departamento: Ingeniería de Procesos**  
**Area: Procesos Físicos**

**(Programa del año 2014)**

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias 3	Ing. en Alimentos	Ord.C .D.02 3/12	2014	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GRZONA, LILIANA MYRIAM	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
SOTERAS, EDGAR MARIO	Responsable de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	3 Hs	4 Hs	1 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
11/08/2014	21/11/2014	15	120

### IV - Fundamentación

Los procesos de separación son muy importantes en las industrias agro-alimentarias. Tanto los productos alimenticios de base (azúcar, aceite, especias, etc) como los más elaborados son sometidos a alguna fase de separación, ya sea para eliminar fracciones indeseables o no comestibles como para la recuperación de productos valiosos.

Las operaciones de separación que veremos en este curso pueden agruparse en aquellas en las que el mecanismo controlante de la separación es la transferencia de masa a nivel molecular (destilación, extracción, absorción, adsorción, cristalización), aquellas en las que tanto la transferencia de masa como de calor son controlantes y por lo tanto se estudian como transferencia simultánea de calor y masa ( humidificación y deshidratación) y finalmente aquellas operaciones nuevas aplicadas al procesamiento de alimentos tales como separación por membranas ( ultrafiltración y osmosis inversa).

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Al finalizar el curso los alumnos:

- Desarrollarán la habilidad para analizar una operación de separación a nivel del equipo empleado.
- Recomendarán el equipo adecuado para un sistema particular.
- Conocerán los principios de funcionamiento de los diferentes equipos empleados en las operaciones de transferencia de masa en alimentos con particular atención en el diseño higiénico (sanitario) y la corrosión.
- Plantearán balances de masa y energía que les permitan analizar las condiciones de operación de los equipos.

## VI - Contenidos

### Programa Analítico

#### Unidad 1.- Destilación

Introducción a las Operaciones de Transferencia de Materia. Equilibrio líquido-vapor. Destilación de mezclas binarias. Rectificación continua de mezclas binarias. Rectificación discontinua. Algoritmos y aproximaciones de cálculo.

#### Unidad 2.- Absorción

Equilibrio gas-líquido. Mecanismos de absorción. Diseño de columnas empacadas y columnas de platos.

#### Unidad 3.- Extracción sólido-líquido

Extracción sólido-líquido. Tipos de procesos de extracción. Principios generales. Equilibrio sólido líquido. Equipos de extracción. Algoritmos y aproximaciones de cálculo.

#### Unidad 4.- Adsorción e Intercambio iónico

Fundamentos. Procesos de equilibrio. Cinética del proceso. Operación por etapas. Columnas de lecho fijo. Columnas de lecho móvil.

#### Unidad 5.- Cristalización

Cristalización y tipos de cristales. Solubilidad de equilibrio en la cristalización. Rendimientos y balances de materia y energía en la cristalización. Equipo para la cristalización. Teoría de la cristalización. Teorías de la nucleación. Velocidad de crecimiento de los cristales. Distribución de tamaño de partícula en los cristales. Modelos de cristalizadores.

#### Unidad 6.- Humidificación

Humedad absoluta. Humedad relativa. Punto de rocío. Volumen húmedo. Diagrama psicrométrico. Torres de enfriamiento. Relación general para el contacto aire-agua. Línea de operación. Altura de la torre.

#### Unidad 7.- Deshidratación de alimentos.

Fundamentos de secado. Isotermas de sorción de agua en alimentos. Predicción de velocidades de secado: curvas de secado. Cambios de calidad de alimentos durante el secado. Equipos.

Liofilización: fundamentos. Procesos relacionados con la liofilización. Liofilizadores industriales.

#### Unidad 8.- Concentración por membranas

Fundamentos. Tipos de membranas. Operaciones de ultrafiltración, microfiltración y osmosis inversa. Instalaciones. Aplicaciones a la industria de alimentos. Efectos sobre los alimentos.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los problemas que se plantean en los trabajos prácticos de aula, hacen hincapié en una comprensión básica de los conceptos que gobiernan la selección, comportamiento y cálculo de los procesos de separación basados en transferencia de materia y en transferencia simultánea de energía y materia.

Algunos problemas son del tipo de discusión cualitativa: sirven para ampliar la comprensión del estudiante de los conceptos básicos e incrementar la capacidad de interpretar y analizar nuevas situaciones con éxito.

La mayoría de problemas están basados en procesos reales específicos y en situaciones de procesamiento de alimentos reales.

Los Trabajos Prácticos de la asignatura consistirán:

- En la resolución de problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas.
- Realización de los siguientes prácticos de laboratorio y Planta Piloto:

1. Destilación simple
2. Destilación por arrastre con vapor
3. Extracción sólido-líquido (equipo a instalar)
4. Torre de enfriamiento
5. Determinación actividad acuosa
6. Deshidratado de alimentos.
7. Adsorción

- Realización de visitas a plantas industriales (de existir disponibilidad económica).

## VIII - Regimen de Aprobación

La evaluación forma parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y se llevara a cabo en dos etapas:

Evaluación durante el dictado de la asignatura: Régimen de regularidad.

Evaluación final de los conocimientos de la asignatura: Régimen de aprobación.

### Régimen de regularidad

Para alcanzar la regularidad los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Asistir al 80% de las clases de prácticos de aula.
- Asistir al 100% de los prácticos de laboratorio y planta piloto con aprobación de los informes correspondientes.
- Aprobar dos parciales o sus respectivas recuperaciones.

### Régimen de aprobación

Los requisitos para alcanzar la aprobación de la asignatura son los siguientes:

- Aprobar un examen escrito de resolución de problemas “a libro abierto”
- Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura.

Para aquellos alumnos que cumplan con las correlatividades que constan en el plan de estudios de la carrera, podrán promocionar la asignatura cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Asistir al 80% de las clases de prácticos de aula.
- Asistir al 100% de los prácticos de laboratorio y planta piloto con aprobación de los informes correspondientes.
- Aprobar dos parciales o sus respectivas recuperaciones con un puntaje mínimo de 80 puntos sobre 100.
- Aprobar un coloquio integrador durante la última semana del cuatrimestre.

Para aquellos alumnos que se encuentren en condición de libre, para aprobar la asignatura el alumno debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Aprobar un examen escrito que consistirá en un problema de aplicación y una actividad relacionada con los prácticos experimentales de laboratorio y/o planta piloto.
- Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura.

Las unidades de examen coinciden con el programa analítico.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] Operaciones Unitarias en la Ingeniería de alimentos. A. Ibarz, G. V. Barbosa-Canovas. Ediciones Mundi-Prensa (2005)
- [2] Operaciones de Transferencia de Masa, R. Treybal . Mc Graw – Hill. (2002).
- [3] Procesos de transporte y Principios de procesos de separación. Christie J. Geankoplis.(2008).
- [4] Ingeniería Industrial alimentaria. Vol. II. Técnicas de separación. P. Mafart, E. Beliard. Ed.Acribia.(1994).
- [5] Handbook of food engineering. D. Heldman y D. B. Lund. Marcel Dekker Inc. (1992)
- [6] Tecnología del procesado de alimentos. Principios y práctica. P. Fellows. 2da. Edición. Editorial Acribia (2007)
- [7] Fundamentals of food process engineering. R. Toledo. Aspen publishers (1992).
- [8] Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. G.J.Brennan, J.R.Butters, N.D.Cowell y A. Lilley. Editorial Aspen Publisher (1998)

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] Principios de Operaciones Unitarias. A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus, L. B. Andersen. C.E.C.S.A. (1979).
- [2] The fundamentals of food engineering. S. Charm. The AVI publishing company inc. (1971).
- [3] Handbook of food processing equipment. G. D. Saravacos, A. K. Kostaropoulos. Kluwer Academic/Plenum publishers (2002).
- [4] Deshidratación de alimentos. G. A. Barbosa Canovas, H. Vega Mercado. Editorial Acribia (2000).
- [5] Ultrafiltration and microfiltration handbook. M. Cheryan. Ed. CECPress. (1998).

## XI - Resumen de Objetivos

Al concluir el desarrollo del curso se espera que el alumno reconozca los equipos de transferencia de materia y de transferencia simultánea de energía y materia empleados en la industria de la alimentación, que sea capaz de seleccionarlos, verificarlos, diseñarlos y optimizarlos, y que reconozca las variables involucradas en cada operación. Ello basándose en pautas de eficacia, seguridad, economía y cuidado del medio ambiente.

## XII - Resumen del Programa

Las operaciones de separación que veremos en este curso pueden agruparse en aquellas en las que el mecanismo controlante

de la separación es la transferencia de masa a nivel molecular, así estudiaremos en la primera parte los fundamentos y equipos utilizados en las operaciones de destilación, absorción, extracción líquido-líquido, extracción sólido-líquido, adsorción y cristalización. A continuación analizaremos aquellas operaciones en las que tanto la transferencia de masa como de calor son controlantes y por lo tanto se estudian como transferencia simultánea de calor y masa ( humidificación y deshidratación) y finalmente aquellas tecnologías de separación mas nuevas aplicadas al procesamiento de alimentos tales como separación por membranas ( ultrafiltración y osmosis inversa).

### **XIII - Imprevistos**

### **XIV - Otros**