



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Química Bioquímica y Farmacia
Departamento: Química
Area: Tecnología Química y Biotecnología

(Programa del año 2026)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
OPERACIONES UNITARIAS III	ING. EN ALIMENTOS	12/20 23	2026	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BARBERO, BIBIANA PATRICIA	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
OCHOA, NELIO ARIEL	Prof. Colaborador	P.Tit. Exc	40 Hs
PALATNIK, DIANA RAQUEL	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs
TAGUA, DEBORA BELEN	Auxiliar de Laboratorio	JTP Simp	10 Hs
TAKARA, EDUARDO ANDRES	Auxiliar de Laboratorio	JTP 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 - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
11/03/2026	23/06/2026	15	120

IV - Fundamentación

En muchas industrias alimentarias existen procesos de separación que se emplean para obtener un producto valioso o bien, para eliminar algún compuesto indeseado desde una materia prima o producto final. Este curso se enfoca particularmente al estudio de las operaciones de separación gobernadas por la transferencia de materia y por la transferencia simultánea de materia y energía que ocurren en la interfase de un sistema gas-líquido (absorción, destilación, humidificación) o sólido-fluido (lixiviación, deshidratación, adsorción, intercambio iónico, cristalización). Además, se abordará el estudio de la separación a través de membranas (microfiltración, ultrafiltración, ósmosis inversa).

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

OBJETIVOS

Lograr que el/la estudiante desarrolle capacidad para el análisis y diseño de equipos de transferencia de materia y transferencia simultánea de calor y materia.

EJES MULTIDIMENSIONALES Y TRANSVERSALES EN LA FORMACIÓN DEL FUTURO PROFESIONAL

Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería en alimentos:

Una parte importante de la asignatura está dedicada al análisis crítico de problemas típicos relacionados a operaciones de

transferencia de materia y transferencia simultánea de materia y calor. Las guías de problemas plantean casos prácticos en los cuales se deben identificar las variables operativas involucradas, formular expresiones matemáticas que las relacionen y encontrar soluciones a las incógnitas.

Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería en alimentos:

En las clases teóricas de esta asignatura se describen las características básicas de los equipos utilizados para llevar a cabo operaciones de transferencia de materia y transferencia simultánea de materia y calor, y se presentan los métodos de cálculo para el dimensionamiento de estos equipos. Durante las clases prácticas de resolución de problemas se realizan cálculos de dimensionamiento. Estas actividades contribuyen a la formación de los futuros profesionales en cuanto a la concepción y diseño de equipos, lo que constituye una etapa fundamental de la ingeniería del proceso en un proyecto de ingeniería.

Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en alimentos:

Las actividades prácticas de la asignatura apuntan a desarrollar habilidades para la utilización de técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería. En particular, para la resolución de problemas se emplea habitualmente software específico para cálculos o representaciones gráficas (Matlab, Excel, Origin, GeoGebra) y para la realización de prácticos de laboratorio se utilizan equipos e instrumentos de medición de uso común en el ámbito de la ingeniería en alimentos.

Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo:

En la asignatura se proponen actividades a realizar en grupos, lo cual apunta a desarrollar capacidades para el desempeño en equipos de trabajo. Por ejemplo, los prácticos de laboratorio se realizan en grupos de 3-4 estudiantes, en los que todos participan activamente ejecutando alguna tarea. Se valora la capacidad organizativa, colaborativa y responsabilidad de cada uno para el desarrollo del trabajo y alcanzar los objetivos.

Fundamentos para una comunicación efectiva:

El plan de trabajos prácticos de la asignatura prevé acciones para fortalecer las capacidades de comunicación oral y escrita de manera efectiva. Después de la realización de los prácticos de laboratorio, los estudiantes presentan informes escritos en los cuales se solicita respetar lineamientos estándares. Para algunos informes se solicita un estilo académico-científico y para otros, un estilo técnico. Por otro lado, se propone la preparación y exposición oral sobre un tema específico de la asignatura (secado), en el cual se valoran, mediante rúbrica, los aspectos técnicos (calidad de la información presentada, fuentes de información consultadas, organización de la información), la calidad de la presentación visual (equilibrio entre cantidad de texto y figuras, esquemas, diagramas; tamaño de letras, figuras, esquemas, etc.; estética general; animaciones; otros recursos), la calidad de la expresión oral (intensidad de la voz, claridad de la dicción, fluidez y velocidad; uso de terminología apropiada; relación con la audiencia) y el empleo del tiempo preestablecido en la consigna.

Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable:

En todas las actividades de la asignatura se fomenta la actuación profesional ética y responsable. Por ejemplo, se exige la transparencia en la presentación de los resultados experimentales obtenidos en los prácticos de laboratorio, el cumplimiento de plazos de presentación de informes, el respeto en el trato entre pares, etc.

Fundamentos para el aprendizaje continuo:

Durante el cursado de la asignatura se estimula el uso de bibliografía variada disponible en la biblioteca de la UNSL, así como otras fuentes de información disponibles en la web, haciendo hincapié en que cada tema en particular puede ser estudiado en profundidad con literatura específica.

Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora:

Con el objetivo de desarrollar una actitud emprendedora, en esta asignatura se plantean dos trabajos prácticos de laboratorio en los cuales los estudiantes proponen el procedimiento a implementar. Uno de los trabajos prácticos consiste en usar una columna de absorción de gases en modo de columna de desorción, para lo cual los estudiantes deben proponer un sistema gas-líquido y las condiciones operativas. El otro trabajo práctico consiste en evaluar el efecto de condiciones operativas en un proceso de lixiviación.

VI - Contenidos

CONTENIDOS MÍNIMOS: Operaciones Unitarias con transferencia de materia y transferencia simultánea de calor y

materia: absorción-desorción de gases, destilación, humidificación, adsorción e intercambio iónico, secado, lixiviación, cristalización y separación a través de membranas. Equipos de contacto continuo y por etapas. Balances de materia y energía. Condiciones de equilibrio. Dimensionamiento de equipos (número de etapas teóricas, unidades de transferencia, altura de la unidad transferida). Aplicaciones en la industria alimentaria.

PROGRAMA ANALÍTICO Y/O DE EXAMEN:

Parte 1: Operaciones con transporte en la interfase gas-líquido.

INTRODUCCIÓN:

Operaciones de transferencia de masa en la interfase gas-líquido. Equipos. Torres de platos: eficiencia de la etapa vs. condiciones de operación. Torres empacadas o rellenas: características del empaque y accesorios de las torres. Análisis de torres de platos vs. torres empacadas.

TEMA 1: ABSORCIÓN Y DESORCIÓN DE GASES

Definiciones. Aplicaciones. Equilibrio líquido-gas. Solubilidad de gases en líquidos. Curvas de solubilidad. Operación en una etapa (absorción y desorción): balance de materia, curva de operación, eficiencia de una etapa. Operación continua con flujo en corrientes paralelas y flujo a contracorriente (absorción y desorción): balance de materia, curva de operación, relación L_s/G_s mínima (para absorción) o máxima (para desorción). Determinación del número de platos teóricos. Determinación de la altura de una torre empacada.

TEMA 2: DESTILACIÓN

Definición. Aplicaciones. Equilibrio líquido-vapor. Curvas de equilibrio. Volatilidad relativa. Desviaciones del comportamiento ideal. Destilación flash o instantánea. Destilación diferencial o simple. Rectificación continua de mezclas binarias. Diseño de la torre de destilación. Cálculo del número de platos teóricos. Método de McCabe-Thiele. Localización del plato de alimentación. La línea q . Relación de reflujo. Relación de reflujo vs. número de platos. Relación de reflujo óptima.

TEMA 3: HUMIDIFICACIÓN

Definición. Aplicaciones. Sistema aire-agua: propiedades del aire húmedo, diagrama psicrométrico. Temperatura de saturación adiabática. Temperatura de bulbo húmedo. Relaciones fundamentales para operaciones de contacto continuo a contracorriente. Humidificación de un gas. Enfriamiento de agua.

Parte 2: Operaciones con transporte en la interfase sólido –fluido

TEMA 4: ADSORCIÓN E INTERCAMBIO IÓNICO

Definición. Aplicaciones. Características de los adsorbentes. Isotermas de adsorción. Operación por lotes, en una etapa o varias etapas a corrientes cruzadas y contracorriente. Operación continua en lecho móvil. Operación continua en lecho fijo. Curva de ruptura. Determinación de la altura del lecho útil y no útil.

TEMA 5: SECADO

Definición. Objetivo. Aplicaciones. Contenidos de humedad. Distintos tipos de humedad. Clasificación de las operaciones de secado. Secado por lotes: secadores de bandejas, velocidad de secado, tiempo de secado. Mecanismos de secado por lotes con circulación tangencial. Secado por circulación transversal. Secado continuo. Secado spray. Liofilización. Otros tipos de secado.

TEMA 6: LIXIVIACIÓN

Definición. Aplicaciones. Equilibrio sólido-líquido. Diagramas triangulares y rectangulares. Factores que influyen en la extracción sólido-líquido: preparación del sólido, temperatura de lixiviación, disolvente. Operación en una etapa. Operación en varias etapas a corrientes cruzadas y a contracorriente. Cálculos y diagramas de equilibrio. Equipos para extracción sólido-líquido. Extracción supercrítica.

TEMA 7: CRISTALIZACIÓN

Introducción. Equilibrio sólido-líquido. Cristalización-saturación. Metaestabilidad. Solubilidad-Temperatura. Generación de cristales. Nucleación y velocidad de crecimiento de cristales. Equipos utilizados en cristalización. Aplicaciones en la industria de alimentos.

Parte 3: Operaciones con transporte entre fases separadas por membranas

TEMA 8: MICROFILTRACIÓN, ULTRAFILTRACIÓN Y ÓSMOSIS INVERSA

Introducción. Estructuras de la membranas poliméricas e inorgánicas. Módulos de membranas industriales. Clasificación de los procesos separativos por membranas. Procesos impulsados por potencial eléctrico: Electrodiálisis (ED). Aplicaciones. Procesos impulsados por presión: Microfiltración (MF) y Ultrafiltración (UF): Sistemas de flujo de alimentación. Interpretación del flujo permeado. Concepto de los coeficientes de tamizado y rechazo de la membrana. Osmosis Inversa

(OI). Aplicaciones de la MF-UF-OI en la industria de los alimentos: Tratamiento de leche, suero de leche, concentración de jugos de fruta.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos consisten en la resolución de problemas, realización de experimentos, preparación de una exposición oral y respuestas a cuestionarios.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Apuntan a adquirir destreza en la aplicación de balances de masa y entalpía; cálculos del número de etapas y altura de unidades de transferencia; y eficiencia de separación en las distintas operaciones estudiadas en el curso. Los enunciados de los problemas a resolver se presentan en una guía por cada tema.

TRABAJOS EXPERIMENTALES

El objetivo de los experimentos propuestos es observar algunos fenómenos de transferencia de masa y evaluar el efecto de variables de proceso. Se plantean experimentos relacionados a los temas:

Absorción: ensayos en una columna rellena sobre el sistema agua-dióxido de carbono. Evaluación del efecto de la temperatura y el caudal de líquido.

Desorción: ensayos a realizar en el mismo equipo empleado para absorción, pero en condiciones de operación propuestas por los/as alumnos/as.

Humidificación: mediciones de temperatura de bulbo húmedo usando un psicrómetro y determinación de las características del aire húmedo.

Adsorción: ensayos de adsorción en batch para obtener una isoterma de adsorción y ensayos con una columna rellena de carbón activado para determinar la curva de ruptura.

Lixiviación: ensayos de extracción de compuestos solubles desde té o remolacha. Evaluación del efecto de distintas condiciones de proceso, tales como tiempo, temperatura, naturaleza del disolvente, modo de contacto sólido-líquido.

EXPOSICIÓN ORAL

Esta tarea se lleva a cabo sobre el tema de Secado (o Deshidratación), ampliando la temática presentada en las clases teóricas hacia el secado por radiación solar y microondas, secado por atomización o spray, liofilización y deshidratación osmótica.

CUESTIONARIOS

Para afianzar los conceptos básicos de cada operación unitaria estudiada en el curso, se proponen cuestionarios, a modo de guías de estudio. Los cuestionarios de extracción supercrítica, cristalización y operaciones con membranas se presentan como obligatorios.

CONSIDERACIONES SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE

Se informará a los/as alumnos/as respecto a las medidas de Seguridad e Higiene que deberán respetar, especialmente durante la realización de los prácticos de laboratorio.

VIII - Regimen de Aprobación

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las metodologías de enseñanza aplicadas en esta asignatura en las clases teóricas, prácticos de laboratorio y prácticas de aula promueven una enseñanza participativa, activa, en la que se busca el desarrollo de habilidades y competencias que permitan a los estudiantes enfrentar los desafíos del mundo laboral y social actual.

Mediante la resolución de problemas se espera que los/as alumnos/as desarrollen la capacidad de resolver cálculos que podrían presentarse en situaciones reales y que hagan un análisis crítico de tales resultados.

Con la realización de experimentos y trabajos prácticos de laboratorio se busca que los/as alumnos/as desarrollen la capacidad de planificar experimentos, adquieran destreza en la manipulación y operación de equipos de laboratorio e instrumentos de medición, fortalezcan la capacidad de observación e interpretación de resultados experimentales y la capacidad de redacción de informes escritos.

La preparación y exposición oral sobre Secado intenta desarrollar la capacidad de búsqueda, clasificación y organización de información, así como la destreza para la comunicación oral de la misma.

Para REGULARIZAR la asignatura se requiere:

- Asistir como mínimo al 80% de las clases de resolución de problemas.
- Realizar los experimentos propuestos y aprobar los informes correspondientes.
- Presentar la exposición oral.

- Presentar las respuestas de los cuestionarios obligatorios.
- Aprobar 2 (dos) exámenes parciales de resolución de problemas con un mínimo de 7 (escala 1 a 10). Cada parcial tendrá una primera opción de recuperación durante la semana siguiente a la fecha del parcial, y una segunda recuperación al final del cuatrimestre. La inasistencia a las evaluaciones parciales deberá ser justificada, en caso contrario, se considerará no aprobado.

Para APROBAR la asignatura POR RÉGIMEN DE PROMOCIÓN sin examen final se requiere:

- Asistir como mínimo al 80% de las clases teóricas y de resolución de problemas.
- Realizar los experimentos propuestos y aprobar los informes correspondientes.
- Presentar la exposición oral.
- Presentar las respuestas de todos los cuestionarios.
- Aprobar 2 (dos) exámenes parciales de resolución de problemas con un mínimo de 8 (escala 1 a 10) en primera instancia.
- Aprobar 2 (dos) cuestionarios sobre contenidos teóricos durante la semana posterior al examen parcial de trabajos prácticos.
- Aprobar un coloquio integrador durante la última semana del cursado.

Para APROBAR la asignatura MEDIANTE UN EXAMEN FINAL (alumnos regulares) se requiere:

- Haber cumplido con las condiciones de regularidad
- Aprobar un examen oral sobre los contenidos teóricos de la asignatura.

Para APROBAR la asignatura COMO ALUMNO LIBRE se requiere:

Aprobar un examen escrito de resolución de problemas.

Aprobar un examen escrito sobre los trabajos experimentales, el que incluirá el análisis e interpretación de datos obtenidos durante un experimento.

Aprobar un examen oral sobre los contenidos teóricos de la asignatura.

IX - Bibliografía Básica

- [1] Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. McCabe W. L., Smith J. C. y Harriot P. 7º Ed. Editorial Mc. Graw Hill. 2007.
- [2] Unit Operations in Food Engineering. Ibarz A., Barbosa-Cánovas G.V., Editorial CRC Press, 2003.
- [3] Transport Processes and Unit Operations. Geankoplis, C.J., 3º ed., Editorial Prentice-Hall, Inc., 1993.
- [4] Ingeniería de la Industria Alimentaria Vol II. Operaciones de Procesados de Alimentos. F. Rodríguez y col. Editorial Síntesis, 2002.
- [5] Operaciones de transferencia de masa. Treybal R.E., Editorial Mc.Graw Hill, 1980.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Brennan G.J., Butters J.R., Cowell N.D. y Lilley A. 2º ed., Editorial Acribia, 1980
- [2] Ingeniería de procesos de Separación. Wankat P. 2º ed., Editorial Pearson Educación, 2008.
- [3] Manual del Ingeniero Químico. Perry Robert 5º, 6º, 7º ú 8º ed., Editorial Mc Graw – Hill.
- [4] Tecnología del procesado de alimentos. Fellows P, 2º ed., Editorial Acribia, S.A., 2007.
- [5] Membranas. Procesos con Membranas. Marchese y col., Editorial Univ., 1995.
- [6] Membrane Separations Technology. Principles and Applications. Noble R.D. and Stern S.A., Editorial Elsevier, 1995.
- [7] Ingeniería Industrial alimentaria. Vol. II. Técnicas de separación. P. Mafart, E. Beliard. Editorial Acribia, 1994.
- [8] Handbook of food engineering. Heldman D. y Lund D. B. Editorial Marcel Dekker Inc. 1992.
- [9] Fundamentals of food process engineering. R. Toledo. Editorial Aspen Publishers, 1992.
- [10] Artículos de revistas especializadas.

XI - Resumen de Objetivos

Se espera que los/as alumnos/as desarrollen capacidades para el análisis y dimensionamiento de equipos empleados en las operaciones unitarias que involucran la transferencia de materia y la transferencia simultánea de materia y energía.

XII - Resumen del Programa

Operaciones unitarias con transporte en la interfase gas-líquido (absorción/desorción de gases, destilación, humidificación) y en la interfase sólido-fluido (adsorción e intercambio iónico, secado, lixiviación, cristalización) así como las operaciones de separación a través de membranas. Balances. Condiciones de equilibrio. Cálculo de eficiencia. Número de unidades transferidas. Altura de unidad transferida. Equipos. Aplicaciones en la industria alimentaria.

XIII - Imprevistos

Se resolverán en cuanto se presenten.

XIV - Otros