

## **Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos**

### **26215 - Operaciones básicas en la industria alimentaria**

**Guía docente para el curso 2010 - 2011**

**Curso: 2, Semestre: 2, Créditos: 6.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **María Luisa Salvador Solano** mlsalva@unizar.es
- **Isabel Guedea Medrano** iguedeam@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Esta asignatura requiere haber adquirido las competencias relativas a las materias de formación básicas de primer curso (“Química General”, “Física General y Fundamentos del Análisis Físico” y “Matemáticas”), así como las de la asignatura de segundo curso “Fundamentos de Ingeniería Química” con la que está estrechamente relacionada.

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Las fechas e hitos clave de la asignatura están descritos con detalle, junto con los del resto de asignaturas del segundo curso en el Grado de CTA, en la página Web de la Facultad de Veterinaria (enlace: <http://veterinaria.unizar.es/gradocta/>). Dicho enlace se actualizará al comienzo de cada curso académico.

---

## **Inicio**

---

## **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Es capaz de analizar las operaciones unitarias más importantes de la industria alimentaria empleando modelos físicos sencillos que reproduzcan la acción de la operación.
- 2:** Es capaz de elegir la o las operaciones básicas más adecuadas para la preparación, obtención, conservación y transformación de los alimentos.
- 3:** Es capaz de evaluar cómo y sobre qué influyen los parámetros que caracterizan las principales operaciones básicas de la industria alimentaria.

**4:** Es capaz de resolver problemas de cálculo básicos para determinar las variables de operación del procesado industrial de un alimento.

**5:** Es capaz de analizar las ventajas, inconvenientes y limitaciones de los equipos e instalaciones con los que se realizan las principales operaciones básicas en la industria alimentaria.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura “Operaciones Básicas de la Industria Alimentaria” es de carácter obligatorio y forma parte del módulo disciplinar de “Procesado e Ingeniería de los Alimentos”. Tiene una carga docente de 6 ECTS y se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso del Grado.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Uno de los objetivos específicos del título de Graduado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos es la de formar profesionales de calidad en procesado de alimentos y en desarrollo e innovación de procesos. Es en el ámbito de este perfil profesional en donde se enmarca la asignatura de “Operaciones Básicas de la Industria Alimentaria”. Como asignatura del módulo “Procesado e Ingeniería de los Alimentos” contribuye a conseguir las competencias y destrezas propias del mismo, concretamente:

-“Identificar y valorar las problemas asociados a los diferentes alimentos y su procesado y proponer aquellas medidas necesarias para solventarlas”.

-“Conocer e interpretar los fundamentos de los procesos de la industria alimentaria, así como los aspectos técnicos más novedosos de cada proceso y/o producto, relacionados con su composición, funcionalidad y procesado”.

-“Elaborar, transformar, higienizar y conservar alimentos”.

Con este planteamiento, el objetivo general de esta asignatura es que los alumnos adquieran los conocimientos fundamentales de las operaciones básicas de la industria alimentaria y los principios ingenieriles necesarios para aplicar estos conocimientos a casos concretos del procesado de alimentos; y de esta forma, que el alumno sea capaz de caracterizar los parámetros que definen una operación, cuantificarlos y relacionarlos.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura está estrechamente relacionada con la denominada “Fundamentos de la Ingeniería Química” del bloque de materias de formación básica, puesto que permite que el alumno conozca los conceptos básicos de ingeniería química aplicables a la ciencia y tecnología de los alimentos.

Por otra parte las competencias adquiridas en esta asignatura serán imprescindibles para otras asignaturas del tercer curso como son Tecnología de los Alimentos I y II, ya que cualquier tratamiento o tecnología utilizados en un procesado industrial se basa en una operación unitaria. Las destrezas y habilidades adquiridas con esta asignatura serán de gran utilidad para la superación del módulo de integración ubicado en el octavo semestre donde el alumno realizará un prácticum y un proyecto fin de grado.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Conocer e interpretar las operaciones básicas de aplicación en la industria alimentaria para la preparación, obtención, conservación y transformación de alimentos.
- 2:** Conocer e interpretar las formas existentes de formulación, procesado, conservación, transformación, envasado, almacenamiento y distribución de los alimentos, cualquiera que sea su destino o forma de comercialización.
- 3:** Seleccionar y aplicar las tecnologías más adecuadas para diseñar un procesado, conservación o transformación de todos los tipos de alimentos.
- 4:** Seleccionar los equipos, líneas de producción e instalaciones más adecuados para cada tipo de procesado de los diversos alimentos.
- 5:** Calcular, optimizar y controlar los procesos.
- 6:** Conjugar la abstracción a la que conduce la explicación de conceptos generales con la aplicación de estos conceptos a diferentes casos concretos, distinguiendo lo fundamental de lo superfluo, con lo que se contribuirá a adquirir las siguientes competencias genéricas o transversales: capacidad de razonamiento crítico, capacidad de aplicación de los conocimientos teóricos al análisis de situaciones, resolución de problemas y toma de decisiones en contextos reales y capacidad de adaptación a situaciones nuevas.
- 7:** Aprender de forma autónoma y autoevaluarse. Se fomentará que el alumno adquiera nuevos conocimientos por sí mismo y desarrolle la confianza en sus conocimientos y en sus resultados.
- 8:** Desarrollar la capacidad de comunicación escrita en castellano.
- 9:** Dominio de aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Contribuyen junto con el resto de competencias adquiridas en otras asignaturas del módulo de “Procesado e Ingeniería de los Alimentos” a la formación de profesionales de calidad en “procesado de alimentos” y en “desarrollo e innovación de procesos en el ámbito alimentario”; proporcionando a los alumnos una visión globalizadora de los principios básicos comunes de las diferentes industrias, independientemente del tipo de alimento procesado.

Además, las competencias transversales que se trabajan contribuyen a la formación integral de futuros Graduados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** Prueba escrita de evaluación consistente en dos partes. La primera consta de 4 preguntas teórico-prácticas

de desarrollo breve. Supondrá el 35 % de la calificación final de esta prueba y se evaluarán los resultados de aprendizaje 2, 3 y 5. La segunda parte consta de 2 problemas de cálculo. Supondrá el 65 % de la calificación final de esta prueba y se evaluarán los resultados de aprendizaje 1 y 4. La calificación obtenida en esta actividad de evaluación tendrá un peso del 65 % en la calificación final de la asignatura. Esta prueba se realizará tras finalizar el cuatrimestre y tendrá una duración de 3 h.

**2:**

Las competencias, habilidades y destrezas adquiridas en las prácticas de laboratorio (resultados de aprendizaje 3 y 5) se evaluarán mediante una prueba escrita que constará de 4 preguntas de desarrollo breve. Tendrá una duración de 1 h y supondrá el 15 % de la calificación final de la asignatura.

**3:**

Evaluación de trabajos prácticos de resolución de problemas y cuestiones entregados al final de cada bloque, con los que se evaluarán los resultados de aprendizaje 1 y 4. Supondrán el 20 % de la calificación final de la asignatura

## Criterios de evaluación

### Criterios de valoración y niveles de exigencia

Cada actividad de evaluación se calificará de 0 a 10. Para superar la asignatura y demostrar que el alumno ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos, la calificación obtenida en cada una de las actividades de evaluación debe de ser igual o superior a 4.

Los criterios de valoración de las actividades de evaluación que consistan en la resolución de problemas de cálculo serán: la búsqueda de propiedades físicas y químicas en tablas, diagramas, ábacos y figuras, el manejo de cambio de unidades, el planteamiento del problema, la resolución de las ecuaciones planteadas y la exactitud en el cálculo.

En las actividades de evaluación que consistan en preguntas teórico-prácticas de desarrollo breve se valorará: el uso correcto del castellano, la capacidad de síntesis, la claridad expositiva, la coherencia en el razonamiento, la adecuación de la respuesta a lo que se pregunta y el grado de conocimiento del tema tratado.

## Estudiantes no presenciales

### Pruebas para estudiantes no presenciales o aquellos que se presenten en otras convocatorias distintas de la primera

Las pruebas de evaluación serán las mismas que para el resto de estudiantes. La calificación obtenida en los trabajos prácticos de resolución de problemas y cuestiones entregados a lo largo del curso, será válida para todas las convocatorias de un mismo curso académico.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La asignatura está estructurada en 44 horas de clases magistrales, 4 horas de seminarios, y 12 horas de prácticas de laboratorio y planta piloto y la realización de trabajos prácticos individuales.

Dos tercios de las horas de las clases magistrales se dedicarán a la exposición de los aspectos teóricos más relevantes de cada tema, y un tercio de las horas a la resolución de cuestiones y problemas. Los alumnos dispondrán al comienzo de cada bloque en los que se divide la asignatura, de documentación sobre los aspectos teóricos, así como de las cuestiones y problemas que se tratarán en cada uno de los temas de ese bloque. Además, después de que un tema se haya trabajado en las clases, se propondrán a los alumnos cuestiones y problemas para el trabajo personal. Los alumnos dispondrán de las soluciones para su autoevaluación.

Los seminarios se organizarán con los alumnos divididos en grupos, constarán de dos sesiones de dos horas, donde se trabajará participativamente en la resolución conjunta de cuestiones prácticas y problemas planteados previamente a los alumnos.

Las prácticas constarán de seis sesiones de 2 horas en las que los alumnos divididos en grupos, pondrán en funcionamiento, recogerán datos y analizarán el funcionamiento de diferentes equipos con los que se llevará a cabo una determinada operación básica. Previamente a la realización de las prácticas los alumnos dispondrán de información sobre el diagrama de flujo de la instalación a utilizar, descripción de la misma, datos a adquirir durante el desarrollo de las prácticas, así como de preguntas a contestar tras la realización de las mismas.

A lo largo del curso los alumnos deberán realizar tres trabajos prácticos individuales, de corta duración, y consistentes en la respuesta a cuestiones teórico/prácticas o en la resolución de algunos problemas de cálculo.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

BLOQUE I. INTRODUCCIÓN.

Descriptores:

*Tema 1. Conceptos fundamentales.*

El procesado de los alimentos. Las operaciones básicas en el procesado industrial alimentario. Principios en los que se fundamentan las diferentes operaciones básicas. Los fenómenos de transporte en las operaciones básicas. Clasificación de las operaciones básicas: según la propiedad que se transporta, según las fases implicadas, según su aplicación. Tipos de contacto entre las corrientes en una operación básica: simple, múltiple, continuo, discontinuo, directo e indirecto o contracorriente. Diagramas de flujo.

Actividades enseñanza-aprendizaje: 0,3 ECTS

-Clases magistrales: 3 h (se tratarán los contenidos teóricos del tema 1)

-Estudio por parte del estudiante: 4 h de trabajo autónomo: teoría, cuestiones planteadas.

**2:**

BLOQUE II. OPERACIONES BÁSICAS DE TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

Descriptores:

*Tema 2. Caracterización de partículas sólidas. Fluidización y Transporte neumático.*

Forma de las partículas. Tamaño de las partículas. Análisis por tamizado de alimentos granulares o pulverulentos. Superficie específica, tamaño medio y número de partículas de una mezcla heterogénea de partículas. Lechos fluidizados. Velocidad mínima de fluidización. Velocidad terminal. Aplicaciones de la fluidización en la industria alimentaria. Transporte neumático.

*Tema 3. Sedimentación y centrifugación.*

Sedimentación gravitatoria: Velocidad final de caída. Sedimentación impedida. Sedimentadotes discontinuos y continuos. Centrifugación: Separación de líquidos inmiscibles. Separación sólido-líquido. Tipos de centrífugas. Aplicaciones de la sedimentación y centrifugación en la industria alimentaria.

*Tema 4. Filtración.*

Fundamento teórico. Filtración a presión constante. Filtración a caudal constante. Filtración centrífuga. Desarrollo práctico de la filtración: coadyuvantes. Capacidad óptima de filtración. Aparatos de filtración. Aplicaciones en la industria alimentaria.

*Tema 5. Operaciones con membranas.*

Definición de membrana y capacidad de retención de una membrana. Tipos de membranas. Naturaleza del flujo a través de membranas. Polarización de concentración, estrategias para su reducción.

Limpieza. Diseño de módulos. Configuración de proceso. Diafiltración. Aplicaciones en la industria alimentaria.

**Tema 6. Mezcla y emulsificación.**

Teoría del mezclado de sólidos: Índice de mezclado. Teoría del mezclado de líquidos: Exigencias energéticas para sistemas agitadores de líquidos. Equipos de mezcla: para líquidos de viscosidad pequeña o moderada, para pastas de gran viscosidad y sólidos plásticos, para productos sólidos secos. Emulsificación: tensión superficial, agentes emulsionantes, estabilidad. Aparatos para emulsificación. Ejemplos de emulsiones en la industria alimentaria.

**Actividades enseñanza-aprendizaje: 2,2 ECTS**

-Clases magistrales: 18 h (10 h de teoría y 8 h de resolución de cuestiones y problemas)

-Prácticas de laboratorio:

2 h para realizar *Práctica 1. Concentración de proteínas mediante ultrafiltración*. 2 h para realizar *Práctica 2. Clarificación de cerveza mediante filtración*.

-Trabajo práctico individual evaluable: resolución de cuestiones y problemas planteados (2 h).

-Estudio por parte del estudiante: 31 h de trabajo autónomo: teoría, resolución de cuestiones y problemas planteados en cada uno de los temas.

**3:**

**BLOQUE III. OPERACIONES BÁSICAS DE TRANSMISIÓN DE CALOR**

**Descriptores:**

**Tema 7. Calentamiento y enfriamiento.**

Cálculo de la transmisión de calor en intercambiadores de calor: de tubos concéntricos, de carcasa y tubos, de placas, de superficie ampliada y de pared rascada. Eficacia del intercambio de calor.

**Tema 8. Evaporación.**

Introducción. Cálculo de la transmisión de calor en los evaporadores: balance de energía, incremento ebulloscópico, coeficiente de transmisión de calor. Métodos de operación: evaporador de simple efecto, economía del proceso, alternativas para un mayor aprovechamiento energético, evaporadores de múltiple efecto: paralelo y contracorriente.

**Tema 9. Refrigeración y congelación.**

Cálculo de la carga de frío. Cálculo del tiempo de congelación: ecuación de Plank y modificaciones de la misma.

**Actividades enseñanza-aprendizaje: 1,5 ECTS**

-Clases magistrales: 11 h (7 h de clases teóricas y 4 h de resolución de cuestiones y problemas).

-Seminario (2 h): resolución conjunta de cuestiones prácticas y de problemas.

-Prácticas de laboratorio:

2 h para realizar *Práctica 3. Concentración de una disolución por evaporación y posterior cristalización*.

-Estudio por parte del estudiante: 21 h de trabajo autónomo: teoría, resolución de cuestiones y problemas planteados en cada uno de los temas.

**4:**

**BLOQUE IV. OPERACIONES BÁSICAS DE TRANSFERENCIA DE MATERIA.**

**Descriptores:**

**Tema 10. Destilación.**

Introducción. Equilibrio líquido-vapor de mezclas binarias. Destilación simple de mezclas binarias: destilación

discontinua, destilación súbita. Rectificación de mezclas binarias.

#### Tema 11. Lixiviación.

Equilibrio de extracción. Cinética de extracción. Factores que influyen en la extracción. Extracción en una etapa y en varias etapas: contacto sencillo, contacto múltiple en corriente directa y en contracorriente. Equipos de lixiviación. Extracción con fluidos supercríticos. Usos de la extracción en la industria agroalimentaria.

#### Actividades enseñanza-aprendizaje: 1,4 ECTS

-Clases magistrales: 5 h para tratar los contenidos teóricos y 3 h de resolución de cuestiones y problemas.

-Seminario (2 h): resolución conjunta de cuestiones prácticas y de problemas.

-Prácticas de laboratorio:

2 h para realizar *Práctica 4. Destilación de vino en columna de relleno*.

2 h para realizar *Práctica 5. Extracción de pigmentos de la zanahoria*.

-Trabajo práctico individual evaluable: resolución de cuestiones y problemas planteados (2 h).

-Estudio por parte del estudiante: 18 h de trabajo autónomo: teoría, resolución de cuestiones y problemas planteados en cada uno de los temas.

**5:**

#### BLOQUE V. OPERACIONES BÁSICAS DE TRANSMISIÓN DE CALOR Y TRANSFERENCIA DE MATERIA.

#### Descriptores

#### Tema 12. Secado.

Fundamentos. Métodos de secado de los alimentos. Secado con aire caliente: diagrama psicrométrico, curvas de secado de un alimento. Balances de materia y energía en secaderos ideales. Cálculos de secado por contacto con una superficie caliente.

#### Actividades enseñanza-aprendizaje: 0,6 ECTS

-Clases magistrales: 2 h para tratar los contenidos teóricos y 2 h de resolución de cuestiones y problemas.

-Prácticas de laboratorio:

2 h para realizar *Práctica 6. Determinación de la curva de secado de un alimento*.

-Estudio por parte del estudiante: 8 h de trabajo autónomo: teoría, resolución de cuestiones y problemas planteados sobre el tema.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Las fechas e hitos clave de la asignatura están descritos con detalle, junto con los del resto de asignaturas del segundo curso en el Grado de CTA, en la página Web de la Facultad de Veterinaria (enlace: <http://veterinaria.unizar.es/gradocita/>). Dicho enlace se actualizará al comienzo de cada curso académico.

## **Bibliografía y otros recursos**

### **Bibliografía y otros recursos**

Brennan, J.G.; Butters, J.R.; Cowell, N.D. y Lilly, A.E., "Las Operaciones en la Ingeniería de los Alimentos", 3<sup>a</sup> ed. Acribia,

Zaragoza, 1998.

Casp Vanaclocha, A., Abril Requena, J., "Procesos de conservación de alimentos". Mundi-Prensa, 2<sup>a</sup> ed., 2003.

Coulson, J.M.; Richardson, J.F., y cols., "Ingeniería Química. Operaciones Básicas". Tomo II. 3<sup>a</sup> ed. Reverté, Barcelona, 1981.

Coulson, J.M.; Richardson, J.F., y cols., "Ingeniería Química. Soluciones a los problemas del tomo II. Tomo V. 3<sup>a</sup> ed. Reverté, Barcelona, 1982.

Fellows, P. "Tecnología del procesado de alimentos. Principios y prácticas". Acribia, 2<sup>a</sup> ed, Zaragoza, 2007.

Ibarz, A.; Barbosa, G., "Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos". Mundi-Prensa, Madrid. 2005.

Lewis, M.J., "Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado". Acribia, Zaragoza, 1993.

Rodriguez, F.(Ed.), Aguado, J., Calles, J.A., Cañizares, P., López, B., Santos, A., Serrano, D., "Ingeniería de la Industria Alimentaria". Vol II."Operaciones de procesado de alimentos" Vol. III. "Operaciones de conservación de alimentos". Editorial Síntesis, Madrid, 2002.

Sing, R.P. y Heldman, D.R., "Introducción a la Ingeniería de los Alimentos", Acribia, 2<sup>a</sup> ed, Zaragoza, 2009.

Toledo, R.T., "Fundamentals of Food Process Engineering". Chapman and Hall, 2<sup>a</sup> ed., reimpr., Nueva York, 1994.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Casp Vanaclocha, Ana. Procesos de conservación de alimentos / Ana Casp Vanaclocha, José Abril Requena . 2<sup>a</sup> ed. corr. Madrid : A. Madrid Vicente : Mundi-Prensa, 2003
- Coulson, John Metcalfe. Ingeniería química : unidades SI / J. M. Coulson y J. F. Richardson. T. II, Operaciones básicas / con la colaboración de J. R. Backhurst y J. H. Harker ; versión española de la 3<sup>a</sup> ed. original [por Joaquín Casal Fábrega]. - [1<sup>a</sup> ed.], reimpr. Barcelona [etc.] : Reverté, imp. 2003
- Coulson, John Metcalfe. Ingeniería química : unidades SI / J.M. Coulson, J.F. Richardson. T. V, Soluciones a los problemas de ingeniería química del tomo II / por J.R. Backhurst y J.H. Harker; versión española por Fidel Mato Vázquez . - [1a ed.] Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 1982
- Fellows, Peter.. Tecnología del procesado de los alimentos : principios y prácticas / Peter Fellows ; traducción de Jesús Ceamanos Lavilla . 2<sup>a</sup> ed. Zaragoza : Acribia, D.L. 2007
- Ibarz, Albert. Operaciones unitarias en la ingeniería de los alimentos / Albert Ibarz, Gustavo V. Barbosa-Cánovas . Madrid : Mundi-Prensa, 2005
- Ingeniería de la industria alimentaria. Vol. II, Operaciones de procesado de alimentos / Francisco Rodríguez Somolinos, editor ; José Aguado Alonso ... [et al.]. Madrid : Síntesis, 2002
- Las operaciones de la ingeniería de los alimentos / J.G. Brennan ... [et al.]. 3<sup>a</sup> ed Zaragoza : Acribia, 1998
- Lewis, M.J.. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado / M.J. Lewis ; traducido por Julián Zapico Torneros, Juan Pablo Barrio Lera . Zaragoza : Acribia, D.L.1993
- Singh, R. Paul. Introducción a la ingeniería de los alimentos / R. Paul Singh, Dennis R. Heldman ; traducción de Jesús Ceamanos Lavilla . 2<sup>a</sup> ed., [traducción de la 3<sup>a</sup> ed. en inglés] Zaragoza : Acribia, imp. 2009
- Toledo, Romeo T.. Fundamentals of food process engineering / Romeo T. Toledo . 2nd ed.,[reimpr.] New York : Chapman and Hall, 1994