



| TITULACION | PLAN DE ESTUDIOS | CURSO ACADÉMICO |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|
| CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS | 0885 | 2018-2019 |

| | |
|-------------------------|--|
| TITULO DE LA ASIGNATURA | Ingeniería Alimentaria |
| SUBJECT | Food Engineering |
| MÓDULO | 3. Tecnología de los Alimentos |
| MATERIA | 3.2. Operaciones Básicas en la Industria Alimentaria |

| | |
|--|-------------|
| CODIGO GEA | 804285 |
| CARÁCTER (BASICA, OBLIGATORIA, OPTATIVA..) | Obligatoria |
| SEMESTRE/S (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) | 5º y 6º |

| | |
|----------------------------------|--|
| FACULTAD | Veterinaria |
| DPTO. RESPONSABLE | Ingeniería Química y Materiales |
| CURSO | 3º |
| PLAZAS OFERTADAS (si procede) | |

| | CRÉDITOS ECTS |
|--------------------|---------------|
| CRÉDITOS TOTALES | 12 |
| PRESENCIALES | 40% |
| NO PRESENCIALES | 60% |
| TEORÍA | 6 |
| PRÁCTICAS | 1.5 |
| SEMINARIOS | 4 |
| TRABAJOS DIRIGIDOS | |
| TUTORÍAS | 0.25 |
| EXÁMENES | 0.25 |

| | NOMBRE | E-MAIL |
|-------------|----------------------------------|----------------------|
| COORDINADOR | Elena de la Fuente González | helenafg@quim.ucm |
| PROFESORES | Dolores Blanco Flores | dblancof@quim.ucm.es |
| | Antonio Tijero Cruz | atijero@quim.ucm.es |
| | Maria Isabel Guijarro Gil | migg@quim.ucm.es |
| | José Santiago Torrecilla Velasco | jstorre@ucm.es es |
| | Mª Concepción Monte Lara | cmonte@ucm.es |
| | Elena de la Fuente González | helenafg@ucm.es |



| | | |
|--|---------------------|------------------|
| | Pedro Yustos Cuesta | pyustos@quim.ucm |
| | | |
| | | |
| | | |

BREVE DESCRIPTOR

Se estudiarán las operaciones de procesado de alimentos y su aplicación en la industria alimentaria. Asimismo se estudiara su efecto en las propiedades tecnológicas, sensoriales y nutritivas de los alimentos. Asimismo, se estudiaran operaciones de conservación de alimentos y su influencia en la industria alimentaria. Finalmente se transmitirá conceptos generales de control de procesos en la industria alimentaria.

REQUISITOS Y CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

Conocimientos previos recomendados:

- Estadística, álgebra lineal, cálculo diferencial y exponencial.
- Software de hojas de cálculo.
- Fundamentos de transferencia de materia, fluidodinámica y transmisión de calor, así como resolución de balances de materia y entálpicos adquiridos en la asignatura de Fundamentos de Ingeniería Química.

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

El objetivo general de la asignatura se centra en el aprendizaje de las operaciones de procesado, conservación de alimentos y control de procesos que se llevan a cabo más frecuentemente en esta industria. Los temas se abordan desde una perspectiva ingenieril pero teniendo en cuenta que están dirigidos preferentemente a alumnos de muy diferente formación básica.

GENERAL OBJECTIVES OF THIS SUBJECT

The main objective of this subject is focused on learning about the most usual processing, conservation operations and control of processes in food industry. The topics are addressed from an engineering point of view but taking into account that the students have a very broad basic formation.

COMPETENCIAS GENERALES DE LA ASIGNATURA

- CG1. Capacidad para aplicar los principios de la ingeniería para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, característicos del sector alimentario.
- CG2. Concebir, proyectar, calcular y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería



alimentaria, en términos de calidad, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.

- CG3. Demostrar el conocimiento y comprensión de los conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la Química que se encuentran íntimamente relacionadas con el sector industrial alimentario. Continuar sus estudios en áreas multidisciplinares.
- CG4. Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas. Relacionando la ingeniería alimentaria con otras disciplinas. Reconociendo y analizando nuevos problemas y planeando estrategias para solucionarlos.
- CG5. Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería alimentaria que permitan el desarrollo continuo de la profesión. Utilizando información científica y técnica de forma eficaz.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES DE LA ASIGNATURA

- CG-T1. Reconocer los elementos esenciales de la actividad profesional del graduado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, incluyendo los principios éticos y responsabilidades legales del ejercicio de la profesión.
- CG-T2. Valorar la importancia de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos en el contexto industrial, económico, medioambiental y social y relacionarla con otras ciencias.
- CG-T3. Mantener y actualizar, de manera autónoma y continuada, los conocimientos sobre nuevos productos, avances, metodologías y técnicas en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.
- CG-T4. Utilizar información científica de calidad, bibliografía y bases de datos especializadas, así como otros recursos relevantes para la Ciencia y Tecnología de los Alimentos.
- CG-T5. Adquirir la formación básica para la actividad investigadora, siendo capaces de formular hipótesis, diseñar experimentos y recoger e interpretar la información para la resolución de problemas siguiendo el método científico.
- CG-T6. Desarrollar capacidad crítica, adaptación a nuevas situaciones y contextos, creatividad y capacidad para aplicar el conocimiento a la resolución de problemas en el ámbito alimentario.
- CG-T7. Trabajar en equipo y con profesionales de otras disciplinas.
- CG-T8. Organizar y planificar tareas, así como tomar decisiones en su ámbito profesional.



- CG-T9. Transmitir información, ideas, problemas y soluciones utilizando los medios audiovisuales más habituales y elaborar informes de carácter científico-técnico en español y en inglés.
- CG-T10. Asesorar legal, científica y técnicamente a la industria alimentaria y a los consumidores.
- CG-T11. Divulgar conocimientos y prácticas correctas en materia alimentaria.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE LA ASIGNATURA

- CE-TA1. Comprender los fundamentos de los fenómenos de transporte y de las operaciones unitarias físicas y químicas en el procesado de alimentos, y aplicar balances de materia y energía a un proceso alimentario determinado.
- CE-TA2. Diseñar las operaciones básicas y los reactores químicos necesarios para obtener un producto alimenticio determinado.
- CE-TA3. Manejar los principios y técnicas actuales de producción, procesado, transformación, conservación y control de parámetros en la elaboración de alimentos.
- CE-TA4. Utilizar los métodos y aplicaciones de la biotecnología en la industria alimentaria y evaluar los riesgos sanitarios y medioambientales que estas prácticas conllevan.
- CE-TA5. Considerar los principales residuos generados en la industria alimentaria, así como las posibles vías de tratamiento y recuperación.
- CE-TA6. Diseñar y elaborar nuevos procesos y productos para satisfacer las necesidades del mercado.
- CE-TA7. Definir, describir y diseñar el proceso productivo óptimo para la utilización eficiente de los recursos disponibles para la obtención de un producto alimenticio.

OTRAS COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA (SI PROCEDE)

RESULTADOS DE APRENDIZAJE BUSCADOS

Con esta asignatura se pretende que el alumno conozca los procesos de fabricación y las tecnologías empleadas en el procesado de alimentos, la conservación de los productos alimentarios y el control de procesos de las Industrias del sector Alimentario. Asimismo se persigue que el alumno sea capaz de aplicar e integrar los conocimientos adquiridos en el grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos en un ámbito industrial.

El objetivo principal del aprendizaje que se persigue es dotar al alumno de los conocimientos tecnológicos necesarios para proyectar y gestionar procesos pertenecientes al sector



alimentario desde un punto de vista ingenieril. Proporcionando al alumnos los conocimientos esenciales para la gestión de los recursos relacionados con la tecnología y procesado de productos agroalimentarios.

CONTENIDOS TEMÁTICOS (PROGRAMA TEÓRICO y PRÁCTICO)

PRIMERA PARTE: OPERACIONES DE CONSERVACIÓN Y PROCESADO DE ALIMENTOS

- Tema 1. Tratamientos térmicos de productos envasados. Transmisión de calor en el proceso. Cálculo del tiempo de operación. Operaciones previas. Equipos.
- Tema 2. Tratamientos térmicos de productos a granel. Procesado aséptico. Sistemas de intercambio de calor. Métodos HTST y UHT. Etapas de una instalación de envasado aséptico. Equipos.
- Tema 3. Radiación electromagnética. Tipos de radiación. Radiación ionizante: Estado actual de la tecnología. Tratamientos. Unidades. Dosimetría. Relación radiactividad-dosis.
- Tema 4. Termodinámica del vapor de agua. El vapor de agua como agente de transporte de calor en la industria alimentaria. Vapor saturado y recalentado. Tablas y diagramas de vapor.
- Tema 5. Evaporación. Objetivos. Esquema del evaporador. Diseño de evaporadores: cálculo del área de evaporación. Parámetros que afectan a la temperatura de ebullición. Resistencia a la transmisión de calor. Ensuciamiento. Parámetros económicos. Aprovechamiento del calor aportado. Evaporadores de circulación natural y forzada.
- Tema 6. Psicrometría. Diagrama psicrométrico. Procesos de enfriamiento y calefacción del aire. Procesos de secado adiabático con aire.
- Tema 7. Secado. Conservación de los alimentos por desecación. Propiedades del sólido húmedo. Actividad de agua. Humedad en equilibrio. Teoría del secado. Cálculo del calor necesario. Métodos de secado más usados en tecnología alimentaria. Aparatos.
- Tema 8. Liofilización. Etapas de proceso. Transferencia de calor y materia. Duración de la operación. Concentración por congelación.
- Tema 9. Producción industrial del frío. Aplicaciones del frío a los alimentos. Producción de frío mecánico. Fluidos refrigerantes. Diagrama de funcionamiento de una instalación de frío mecánico. Diagrama entálpico de los fluidos condensables. Ciclos de refrigeración. Frío criogénico.
- Tema 10. Conservación de alimentos por congelación. Teoría de la cristalización. Formación de cristales. Curvas de congelación. Velocidad de congelación: Congelación rápida y lenta. Recristalización. Cálculo de la carga de



refrigeración. Tiempo de congelación. Descongelación.

Tema 11. Métodos e instalaciones de congelación. Congelación por aire, por contacto indirecto, por inmersión.

Tema 12. Almacenamiento frigorífico de alimentos. Necesidades frigoríficas. Factores a considerar en el diseño de un almacén frigorífico.

Tema 13. Contaminación en la Industria Alimentaria: gestión de residuos, efluentes hídricos y atmosféricos.

Tema 14. Caracterización de partículas sólidas: forma y tamaño. Análisis por tamizado, series de tamices. Separación de alimentos por tamaños.

Tema 15. Reducción de tamaño de los alimentos sólidos. Objetivos. Tipos de fuerzas empleadas. Principios de operación. Requerimientos energéticos. Equipo. Operación de las instalaciones.

Tema 16. Sedimentación. Definición. Objetivos. Fundamentos: Movimiento de partículas en un fluido. Velocidad terminal de sedimentación libre. Velocidad de sedimentación impedida. Sedimentación discontinua. Sedimentación continua. Equipo: Sedimentadores. Decantadores.

Tema 17. Fluidización. Fundamentos. Tipos fluidización. Propiedades lechos fluidizados. Caída de presión en lechos porosos. Caída de presión en lechos fluidizados. Velocidad mínima de fluidización. Velocidad de arrastre. Ventajas y desventajas de lechos fluidizados. Aplicaciones.

SEGUNDA PARTE: CONTROL DE PROCESOS

Tema 18. Control de procesos. Comportamiento dinámico de sistemas. Dominio del tiempo. Dominio de Laplace. Diagrama de Bloques y función de transferencia.

Tema 19. Controladores. Acciones de control. Sistemas de control. Lazos de control Instrumentación industrial. Aplicaciones a operaciones y procesos.

TERCERA PARTE: OPERACIONES DE PROCESADO DE ALIMENTOS

Tema 20. Comportamiento reológico de los alimentos líquidos. Clasificación de los fluidos de la industria alimentaria. Fluidos newtonianos. Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos no newtonianos. Ecuaciones y parámetros reológicos. Determinación de parámetros reológicos. Tipos de viscosímetros.

Tema 21. Agitación, mezcla, aireación. Diferencias y objetivos. Modelos de flujo en tanques agitados. Equipo de agitación: tanques y agitadores. Consumo de potencia. Forma y tiempo de mezcla. Cambio de escala. Emulsificación y homogeneización de líquidos.



Tema 22. Filtración. Definición. Objetivos. Tipos. Teoría de filtración: velocidad; filtración a presión constante; filtración a velocidad constante. Métodos para aumentar la velocidad de filtración: adición de coadyuvantes y coagulación. Selección del medio filtrante. Limpieza. Elección del equipo de filtración. Equipos de filtración discontinuos y continuos. Filtros centrifugos. Precipitadores electrostáticos.

Tema 23. Centrifugación. Definición. Objetivos. Fundamentos. Separación de líquidos inmiscibles. Separación de sólidos en líquidos: sedimentación centrífuga. Teoría de la centrifugación: velocidad terminal, número de gas, tiempo de operación y caudal admitido. Cambio de escala. Equipo: centrifugas tubulares, de discos, de transportador helicoidal. Filtración centrífuga.

Tema 24. Prensado. Fundamentos. Variables de la operación. Operación en discontinuo: Prensas hidráulicas. Operación en continuo: prensas de rodillos y de tornillo.

Tema 25. Mezcla de sólidos y pastas. Fundamentos y objetivos. Mezcla de sólidos pulverizados y granulados. Segregación. Mezcladores. Mezcla de masas y pastas. Amasadoras, dispensadores, masticadores. Criterios de eficacia. Extrusión. Fundamentos.

Tema 26. Destilación. Principios generales. Concepto de etapa de equilibrio y eficacia. Destilación discontinua. Destilación continua en columnas: fraccionamiento. Destilación por arrastre de vapor. Equipos.

Tema 27. Extracción sólido-líquido. Fundamentos de la operación. Aplicaciones industriales. Equilibrio: representación en diagramas triangulares. Cinética. Factores influyentes. Operación: en una etapa de equilibrio, en varias etapas en serie, en continuo y contracorriente. Equipos. Extracción supercrítica: fundamentos, oportunidades y aplicaciones comerciales.

METODO DOCENTE

Los contenidos de la asignatura se presentarán mediante clases teóricas, seminarios y tutorías. Los créditos asociados a cada uno de estas actividades han sido mostrados en la tabla inicial.

- **Clases teóricas.** Las clases de teoría consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá el temario completo de la asignatura.
- **Seminarios.** En la realización de esta actividad, se resolverán problemas propuestos y cuestiones teórico-prácticas que se entregará al alumno con tiempo suficiente como para que el alumno pueda resolverlo.
- **Prácticas de laboratorio.** Se desarrollarán actividades prácticas en grupos reducidos donde se afianzarán los conceptos teóricos impartidos en las clases



teóricas. Los alumnos deberán presentar los guiones de las prácticas realizadas.

- **Tutorías.** Se desarrollarán en grupos reducidos. Durante estas actividades se plantearán cuestiones, problemas, casos prácticos, ejercicios numéricos con el objetivo de supervisar el progreso de los alumnos. En estas actividades el profesor, no solo evaluará la actividad realizada sino que además orientará al alumno. Estas actividades serán programadas al comienzo de la asignatura.

Recursos didácticos, además de los clásicos, se utilizarán principalmente presentaciones en formato digital y material de apoyo tales como libros de la asignatura (bibliografía básica recomendada) artículos de revisión que serán entregados previamente a los alumnos a través del Campus Virtual, etc.

Se utilizará el **campus virtual** como vía de comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas, seminarios, tutorías y trabajos dirigidos. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales.

| Actividad formativa | Competencias |
|------------------------------------|---|
| Clases magistrales (teoría) | CE-TA1; CE-TA2; CE-TA3; CE-TA4; CE-TA5; CE-TA6; CE-TA7 |
| Prácticas | CG-T6; CG-T7; CG-T11; CE-TA3; CE-TA7; |
| Seminarios | CE-TA1; CE-TA2; CE-TA3; CE-TA4; CE-TA5; CE-TA6; CE-TA7; CG-T11 |
| | |
| | |

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para que el alumno sea evaluado es obligatorio que asista al 100 % de las tutorías programadas y prácticas de laboratorio, haber participado en más del 70% de las clases de teoría y en el 70 % de los seminarios que se realicen a lo largo de la asignatura.

Se realizarán dos exámenes parciales distribuidos a lo largo del curso, el primero centrado en las Operaciones de Conservación de Alimentos (30% de la nota final) y el segundo en las de Procesado de Alimentos y de instrumentación y control (30% de la nota final). La calificación obtenida en las prácticas de laboratorio tendrá un peso del 20% en la nota final. Los seminarios, tutorías y trabajos dirigidos aportarán el restante 20% a la calificación final del alumno (15 y 5%, respectivamente). Para superar la asignatura por parciales es necesario que se haya obtenido una calificación superior o igual a 4 tanto en la parte de teoría como en la de problemas de cada uno de los parciales y que la calificación final sea superior o igual a 5.

De no superarse cada una de las partes de la asignatura por curso (a través de los exámenes parciales), el alumno contará con dos convocatorias más: una correspondiente a la convocatoria ordinaria (junio) y otra a la extraordinaria (septiembre). En cada uno de estos dos exámenes se evaluarán la totalidad del



temario de la asignatura. En este caso, la calificación final del alumno estará formada por un 60% del examen escrito, 20% de las prácticas de laboratorio, 15 % de la calificación de los seminarios y el 5% de las tutorías y trabajos dirigidos. Las calificaciones obtenidas en los seminarios y tutorías y trabajos dirigidos obtenidas durante el curso serán guardadas para las dos convocatorias antes mencionadas.

OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA RECOMENDADA

- J. AGUADO (Editor). Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. I. Conceptos Básicos. Editorial Síntesis. Madrid, 1999.
- F. RODRÍGUEZ. (Editor). Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. II. Operaciones de procesado de alimentos. Editorial Síntesis. Madrid, 2002.
- F. RODRÍGUEZ. (Editor). Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. III. Operaciones de conservación de alimentos. Editorial Síntesis. Madrid, 2002.
- CASP y J. ABRIL. Procesos de conservación de alimentos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 1999.
- J.A. ORDOÑEZ. Tecnología de los alimentos. Volumen I. Componentes de los alimentos y procesos. Editorial Síntesis. Madrid, 1998.
- BRENNAN, BUTERS, COWEL, LILLY. Las operaciones de la ingeniería de alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. 3ª Ed. española, 1998.
- CHEFTEL (Jean Claude y Henri). Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos. Ed. Acribia. vol. I y II.
- JACKSON, A.T. y LAMB, L. Calculation in Food & Chemical Engineering. The McMillan Press Ltd., 1981.
- FELLOWS, P. Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, 1993.
- MAFART, P Y BÉLIARD, E. Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol I. Procesos físicos de conservación. Ed. Acribia. Zaragoza, 1ª Ed. 1994.
- MAFART, P Y BÉLIARD, E. Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol II. Técnicas de separación. Ed. Acribia. Zaragoza, 1ª Ed. 1994.
- SINGH., R.P. Introducción a la ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, 1997.
- McCABE, J.C. SMITH, y P. HARRIOT: Operaciones básicas de la Ingeniería Química. Ed. McGraw-Hill, Madrid, 1991.
- OLLERO DE CASTRO, P., y FERNÁNDEZ, E.: Control e instrumentación de los procesos químicos. Ed Síntesis. 2006.
- CREUS, A.: Instrumentación Industrial, Ed. Marcombo. 8ª Ed. 2011.