

28937 - Operaciones básicas II

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23

Asignatura: 28937 - Operaciones básicas II

Centro académico: 201 - Escuela Politécnica Superior

Titulación: 583 - Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Créditos: 6.0

Curso:

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos 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/a en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural es el de capacitar al egresado para la dirección y gestión de toda clase de industrias agroalimentarias. Es en el contexto de este perfil profesional en donde se enmarca la materia de "Operaciones Básicas". Con la asignatura "Operaciones Básicas II" se pretende que el alumnado sea capaz de analizar las operaciones básicas con materiales sólidos más comunes de la industria agroalimentaria mediante modelos físicos que reproduzcan la operación. Además, también se pretende que el alumnado se familiarice con las herramientas propias de la ingeniería de procesos, tales como los diagramas de bloques y de flujo, y adquiera una visión global de los procesos más importantes de la industria agroalimentaria.

Para alcanzar los objetivos planteados, se programarán actividades de aprendizaje que tratarán los contenidos siguientes: estudio de las operaciones básicas con sólidos (secado, filtración, sedimentación, etc.) y descripción de los procesos más importantes que se llevan a cabo en las industrias agroalimentarias (producción de leche comercial, zumos de fruta, cerveza y harina).

El planteamiento y los objetivos de la asignatura están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>):

- Objetivo 7: garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.
Meta 7.3: de aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
- Objetivo 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
Meta 9.4: de aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El estudio de la ingeniería de procesos es un intento de combinar todas las variedades de procesamiento físico en un relativo número pequeño de operaciones básicas o unitarias. En el caso concreto de la ingeniería de procesos agroalimentarios, todos los procesos físicos que intervienen en ellos se pueden descomponer en un conjunto de operaciones básicas, las cuales no dependen del tipo específico de proceso y sí de principios físicos coherentes.

La asignatura Operaciones Básicas II se relaciona con asignaturas obligatorias de la especialidad de Industrias

Agrarias y Alimentarias. Estas asignaturas son:

- Operaciones Básicas I, donde se estudian los balances de materia y energía sin reacción química y las operaciones básicas basadas en la transmisión de calor o en la transferencia de materia.
- Ingeniería de las Industrias Agroalimentarias, centrada en el estudio de balances de materia y energía con reacción química, estequiometría y cinética de la reacción química y diseño de reactores enzimáticos y biorreactores microbianos.
- Diseño y Optimización de Industrias Agroalimentarias, donde se estudian fundamentos de diseño de sistemas productivos, técnicas de modelización, optimización y simulación de procesos agroalimentarios.
- Equipos Auxiliares y Control de Procesos, centrada en el estudio de la instrumentación y el control en las industrias agroalimentarias, la dinámica y el comportamiento de procesos propios de la industria agroalimentaria, y los sistemas de medición y control.

Conviene recalcar la fuerte relación de precedencia con la asignatura "Operaciones Básicas I".

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es muy conveniente que el alumnado haya superado las materias siguientes, que corresponden al módulo de formación básica del Grado: Matemáticas, Física y Química. Los conocimientos previos más importantes relacionados con estas materias son: álgebra lineal (resolución de sistemas de ecuaciones), cálculo infinitesimal (resolución de ecuaciones diferenciales), cálculo numérico (resolución numérica de ecuaciones no lineales, integración numérica), termodinámica (principio de conservación de la energía), física de fluidos (dinámica de los fluidos) y química general (formulación de compuestos, disoluciones, equilibrio químico).

Por otro lado, se recomienda haber cursado (y superado a ser posible) la asignatura Operaciones Básicas I. Los conocimientos y habilidades adquiridos en esta asignatura previa son muy importantes para el seguimiento adecuado de la asignatura que nos ocupa. Son especialmente importantes los conocimientos previos en balances de materia y energía, transmisión de calor y transferencia de materia. Por lo que respecta a las habilidades, la experiencia adquirida por parte del estudiantado durante las sesiones prácticas de laboratorio y las sesiones de resolución de problemas mediante el programa EES (de la asignatura precedente) resultará sumamente útil.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:

Competencias básicas (en virtud del Real Decreto 861/2010, de 2 de julio):

- **CB 2.** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- **CB 3.** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- **CB 4.** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- **CB 5.** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Competencias generales (en virtud de la Orden CIN/323/2009, de 9 de febrero):

- **CG 2.** Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a su ámbito de trabajo.
- **CG 3.** Que los estudiantes tengan la capacidad de trabajar en equipo.

Competencias específicas (en virtud de la Orden CIN/323/2009, de 9 de febrero):

- **CE 20a.** Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería y tecnología de los alimentos: ingeniería y operaciones básicas de alimentos; procesos en las industrias agroalimentarias.

2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes

resultados:

1. Ser capaz de estimar el tiempo de secado necesario para un determinado alimento sólido en un secadero discontinuo de geometría laminar.
2. Ser capaz de realizar el diseño básico de un secadero de sólidos con aire caliente en continuo, haciendo especial hincapié en la eficiencia energética.
3. Ser capaz de determinar la pérdida de carga máxima admisible en sistemas de transporte neumático de sólidos en fase diluida.
4. Ser capaz de calcular la sección mínima de un sedimentador en continuo que asegure la clarificación y el espesamiento.
5. Ser capaz de cuantificar los parámetros de diseño y las condiciones de operación de una centrífuga para una operación de clarificación.
6. Ser capaz de determinar el número de ciclones en paralelo y sus dimensiones óptimas para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas.
7. Ser capaz de estimar el tiempo necesario de filtración (en sistemas con caída de presión constante) para obtener un determinado volumen filtrado.
8. Ser capaz de determinar el área de membrana necesaria y el número de etapas en serie para una operación de ultrafiltración.
9. Ser capaz de desarrollar los diagramas de bloques y de flujo para un proceso agroalimentario determinado.
10. Ser capaz de analizar las ventajas y los inconvenientes de las distintas alternativas que se pueden utilizar para una operación básica determinada en el seno de un proceso agroalimentario, con especial hincapié en la eficiencia energética y los aspectos ambientales.

Los resultados de aprendizaje 2 y 10 están alineados con el ODS 7, y más concretamente con la meta 7.3 de duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. Por su parte, los resultados de aprendizaje 2-6 y 8 se alinean con el ODS 9, ya que los futuros egresados serán capaces de diseñar operaciones unitarias más eficientes y sostenibles, en línea con la meta 9.4.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La consecución de los resultados de aprendizaje previstos para la presente asignatura facilitará la adquisición, por parte del alumnado, de una competencia específica de la especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias (CE 20). Dicha competencia está incluida en la lista de competencias a adquirir en la Orden CIN/323/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Agrícola. En consecuencia, la importancia de los resultados de aprendizaje es elevada, puesto que están estrechamente ligados a las atribuciones profesionales de los futuros egresados.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje

previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:

NOTA: La asignatura se evaluará mediante el **sistema de prueba global**, aunque se ofrece al estudiantado la posibilidad de ser evaluado parcialmente mediante algunas de las actividades de evaluación que se detallan a continuación, con anterioridad a la fecha establecida para la prueba global (según el calendario de exámenes aprobado por la Junta de Escuela).

1. **Prueba escrita de evaluación**, que consistirá en la resolución de varios problemas (según pautas y

formatos seguidos en las sesiones de resolución de problemas). La calificación de la prueba escrita no podrá ser inferior a 4 puntos (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La superación de la prueba escrita acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1–5; por lo tanto, dicha actividad permitirá evaluar la contribución a la consecución del ODS 9 (meta 9.4), mediante la conceptualización de operaciones unitarias más eficientes y sostenibles. La calificación de la prueba escrita supondrá el 60% de la calificación final de la asignatura. Asimismo, se podrá mantener la calificación de la prueba escrita hasta la 2ª convocatoria (del mismo curso académico), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

- Evaluación de las prácticas de laboratorio.** Para esta actividad, hay que diferenciar dos situaciones en función de la asistencia a las clases de prácticas de laboratorio: a) estudiantes que han realizado el 75% —como mínimo— de las sesiones programadas; y b) estudiantes que se presentan a la prueba global sin haber realizado el mínimo de sesiones establecido. Para el alumnado que se encuentre en la primera situación, la evaluación de las prácticas de laboratorio consistirá en una **prueba escrita** que se llevará a cabo durante la última semana lectiva del semestre. Dicha prueba consistirá en la resolución en un tiempo máximo de 1,5 horas, mediante tratamiento y análisis de los datos del enunciado, de dos casos relacionados con las sesiones de prácticas de laboratorio. La superación de esta actividad acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1, 4 y 7; lo que permitirá también evaluar el grado de contribución al ODS 9 (meta 9.4). La calificación de la prueba escrita de prácticas no podrá ser inferior a 3,5 puntos para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. A su vez, dicha calificación supondrá el 20% de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para la 2ª convocatoria, siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos.
- Evaluación del trabajo dirigido en régimen colaborativo.** Para este fin, cada equipo elaborará una memoria donde se describirá el trabajo realizado. Durante la última semana lectiva del semestre, los equipos podrán entregar la memoria del trabajo y realizar la presentación oral del mismo en horario de clase. La calificación del trabajo se determinará en función de la calidad de la memoria escrita y de la presentación oral, teniendo en cuenta los pesos siguientes: 50% contenidos, 30% presentación y defensa, y 20% aspectos formales. La superación de esta prueba acreditará el logro de los resultados de aprendizaje 9 y 10; además, y en línea con lo expuesto en el apartado 2.2, esta actividad de evaluación proporcionará información útil acerca del grado de consecución del ODS 7 (meta 7.3 de duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética). Con el fin de diferenciar el grado de contribución a trabajo por parte de cada integrante del equipo, el docente calificará la actividad con una nota global para todo el equipo. Los propios integrantes del equipo en cuestión deberán asignarse su calificación individual, respetando que el sumatorio de las notas individuales sea igual a la nota global. La calificación obtenida en esta prueba —que no podrá ser inferior a 3,5 puntos para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación— supondrá el 20% de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para la 2ª convocatoria, siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos.
- Evaluación de las visitas técnicas,** que consistirá en la cumplimentación de un cuestionario por parte del alumnado (de forma individual) a través del curso de la asignatura en *Moodle*. Dicho cuestionario se cumplimentará en horario de clase y en un máximo de 20 minutos (idealmente el mismo día que se realice la prueba escrita de prácticas de laboratorio). La cumplimentación del cuestionario será voluntaria y la calificación obtenida en el mismo, en el caso de ser satisfactoria, será tenida en cuenta por el equipo docente en aquellas situaciones en las cuales la calificación final de la asignatura esté muy cerca de un determinado nivel (p. ej.: 4,9; 6,9; 8,9; etc.).

La **calificación final (CF)** de la asignatura se obtendrá de la manera siguiente:

$$CF = 0,6 \cdot C_{pe} + 0,2 \cdot C_{lab} + 0,2 \cdot C_{tr}$$

donde C_{pe} , C_{lab} y C_{tr} corresponden a las calificaciones obtenidas para la prueba escrita, prácticas de laboratorio y trabajo dirigido en régimen colaborativo, respectivamente. En el caso de que alguna de las calificaciones anteriores sea inferior a la nota mínima para poder ser promediada, la calificación final se obtendrá de la manera siguiente: a) si $CF \geq 4$ (obtenida mediante la ecuación 1), la calificación final será de «suspense (4,0)»; y b) si $CF < 4$, la calificación final será de «suspense (CF)».

Para aquellos estudiantes que no hayan sido evaluados a lo largo del semestre en alguna de las actividades anteriores (2, 3 y 4), y se presenten a la prueba global (en cualquiera de las dos convocatorias), se propone lo siguiente:

- **Para la evaluación de las prácticas de laboratorio:** Si el estudiante realizó tres o cuatro de las sesiones programadas a lo largo del curso, deberá realizar la prueba escrita de prácticas de laboratorio el día de la prueba global y en los mismos términos que los descritos arriba. Los estudiantes que, por el contrario, únicamente realizaron la mitad o menos de las sesiones prácticas, deberán realizar una **prueba práctica**, la superación de la cual será requisito imprescindible para poder realizar, a continuación, la prueba escrita de prácticas de laboratorio. La prueba práctica se llevará a cabo el mismo día de la prueba global y consistirá en la realización de una de las cuatro sesiones prácticas contempladas en la asignatura, que se establecerá por sorteo. Para su ejecución, se formarán grupos de 1, 2 o 3 integrantes en función del número de estudiantes presentados. La calificación de esta prueba práctica será de «apto» o de «no apto». La primera habilitará al estudiante para la realización de la prueba escrita de prácticas de laboratorio, mientras que la segunda se traducirá en una calificación de cero puntos para las prácticas de laboratorio.
- **Para la evaluación del trabajo dirigido en régimen colaborativo.** Cada equipo entregará la memoria

correspondiente al trabajo a través de *Moodle* (con antelación al inicio de la prueba global) y realizará la correspondiente presentación oral a la conclusión de la prueba escrita de evaluación global. En casos debidamente justificados, se aceptarán trabajos individuales.

Tasas de éxito en cursos anteriores

2018/19	2019/20	2020/21
71,43%	66,67%	0,00% ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Únicamente 1 estudiante presentado.		

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

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

1. Durante la realización de las **clases teóricas**, se abordará el estudio de los contenidos que figuran en el programa de contenidos. La pizarra y el proyector se utilizarán de manera combinada. La exposición de cada uno de los temas se articulará alrededor de una presentación de diapositivas, que facilitará la estructuración de los contenidos y la explicación de deducciones gráficas complejas. Además, el uso del proyector también facilitará la descripción de equipos empleados en la Industria Agroalimentaria, mediante la proyección de diagramas constructivos, vídeos, etc. La utilización simultánea de la pizarra permitirá serenar y acompasar el ritmo de la clase, destacando aquellos aspectos clave y/o de difícil comprensión.
2. En las **sesiones prácticas de resolución de problemas** se plantearán y resolverán problemas relacionados con los contenidos teóricos. Durante el desarrollo de las sesiones, que se llevarán a cabo en aula informática, se fomentará la participación del alumnado.
3. En las **sesiones prácticas de laboratorio** se realizarán trabajos experimentales. Se formarán grupos de 2 ó 3 integrantes, a propuesta del alumnado con anterioridad a la realización de la primera sesión. El orden de realización de las prácticas se establecerá al inicio del curso. Los guiones de las prácticas y el manual de laboratorio (que incluye las normas de seguridad), así como alguna información adicional complementaria, estarán disponibles en la página de la asignatura en Moodle desde el inicio del curso. Durante la realización de las prácticas, el alumnado deberá mostrar una actitud correcta en el laboratorio. Por actitud correcta, se entiende que el/la estudiante cumple con los criterios relativos a limpieza, orden y seguridad. Hacer caso omiso de las normas de seguridad o comportarse de tal manera que se ponga en peligro la seguridad (la propia o la de los demás) será motivo de penalización.
4. Para la actividad de aprendizaje correspondiente al **trabajo dirigido en régimen colaborativo**, se formarán equipos de trabajo compuestos por 2 o 3 integrantes. La composición de los equipos podrá ser igual o no que la de los grupos de prácticas de laboratorio. El trabajo consistirá en la descripción de un proceso agroalimentario (relacionado con los Temas 6-9, o perteneciente a otro sector agroalimentario) y el estudio de alternativas para llevar a cabo una determinada operación unitaria del proceso elegido. Idealmente, el trabajo en régimen cooperativo debería realizarse progresivamente a lo largo del semestre con el fin de evitar excesivas cargas de trabajo durante las últimas semanas del semestre.
5. Se contempla la realización de dos **visitas técnicas** durante el curso. Las visitas se llevarán a cabo en el mismo día o en días distintos en función de la localización de las instalaciones en cuestión. Durante el curso las mismas, se fomentará la participación activa del alumnado.

4.2. Actividades de aprendizaje

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

1. **Clases teóricas.** Actividad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos mediante el método expositivo. Esta actividad contribuirá a la consecución de los resultados de aprendizaje alineados con los ODS 7 (meta 7.3) y 9 (meta 9.4).

2. **Sesiones prácticas de resolución de problemas.** Modalidad presencial en la cual se resolverán problemas relacionados con los contenidos de la asignatura. Dicha actividad contribuirá a la consecución de los resultados de aprendizaje relacionados con los ODS 7 (meta 7.3) y 9 (meta 9.4).
3. **Sesiones prácticas de laboratorio.** Actividad presencial destinada a la realización de varias prácticas de laboratorio, con temáticas relacionadas con el programa de la asignatura (cuatro sesiones de dos horas cada una). La actividad contribuirá a la consecución de los resultados de aprendizaje alineados con el ODS 9 (meta 9.4)
4. **Estudio y trabajo cooperativo.** Esta modalidad no presencial se centrará en la realización de un trabajo dirigido en grupos de 2 ó 3 integrantes. Esta actividad contribuirá a la consecución de los resultados de aprendizaje alineados con el ODS 7 (meta 7.3).
5. **Estudio y trabajo autónomo.** Durante esta actividad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal. Como recurso adicional, el estudiantado dispondrá de varios cuestionarios en el curso de la asignatura en moodle. La cumplimentación de dichos cuestionarios será absolutamente voluntaria y no formará parte del sistema de evaluación.
6. **Tutorías.** Podrán ser presenciales (en el despacho del profesor) o virtuales (mediante Google Meet). A su vez, las tutorías podrán ser individuales (relacionadas con el estudio y trabajo autónomo) o grupales (para el seguimiento del trabajo dirigido).

4.3. Programa

Programa de teoría

Bloque temático I: operaciones básicas basadas en la transferencia simultánea de calor y materia.

Tema 1: FUNDAMENTOS DE PSICROMETRÍA. Propiedades del aire húmedo y temperaturas características (de rocío, de saturación adiabática y de bulbo húmedo). Uso del diagrama psicrométrico implementado en EES. Calentamiento y humidificación del aire.

Tema 2: SECADO DE SÓLIDOS CON AIRE CALIENTE. Actividad del agua. Curva de secado (periodos de velocidad de secado constante y decreciente). Tipos de secaderos más utilizados en la Industria Agroalimentaria. Cálculo del tiempo de secado en secaderos discontinuos de geometría laminar. Balances de materia y energía en secaderos continuos. Caudal de calor cedido por el aire y absorbido por el sólido. Ecuación de diseño en secaderos continuos (incluyendo secaderos rotatorios).

Bloque temático II: operaciones básicas basadas en el transporte de cantidad de movimiento.

Tema 3: FLUIDIZACIÓN y TRANSPORTE NEUMÁTICO. Caracterización de partículas sólidas. Trituración, molienda y tamizado en la Industria Agroalimentaria. Velocidad mínima de fluidización. Lecho fluidizado burbujeante (BFB) y circulante (CFB). Ecuación de Ergun para regímenes laminar, turbulento y de transición. Dimensionado de secaderos de lecho fluidizado. Transporte neumático en fase diluida. Cálculo de la pérdida de carga a lo largo de una línea de transporte en fase diluida.

Tema 4: SEDIMENTACIÓN y CENTRIFUGACIÓN. Velocidad terminal de una partícula en el seno de un fluido. Sedimentación por gravedad en régimen discontinuo. Cálculo del área mínima de un sedimentador en continuo. Separación centrífuga de líquidos inmiscibles. Clarificación y decantación centrífuga. Utilidad del factor sigma para el escalado. Ciclones para la separación de partículas sólidas de una corriente gaseosa. Cálculo de las dimensiones de ciclones normalizados. Descripción de los equipos de separación centrífuga más utilizados.

Tema 5: FILTRACIÓN Y SEPARACIÓN POR MEMBRANAS. Ecuación general de la filtración basada en la Ley de Darcy. Filtración a caída de presión constante y a caudal volumétrico medio constante. Equipos para filtración (filtro prensa y filtro de tambor rotatorio). Operaciones de separación por membranas basadas en diferencias de presión. Características de las membranas (estructura, composición y configuración). Ultrafiltración. Ósmosis inversa. Aplicaciones de la tecnología de membranas en la Industria Agroalimentaria.

Bloque temático III: procesos de la industria agroalimentaria.

Tema 6: PROCESOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA. Producción de leche de consumo (desnatado, homogenización y tratamiento UHT). Producción de nata y mantequilla (pasteurización, desodorización, batido y amasado). Producción de yogur (siembra, fermentación, cadena de frío). Producción de queso (coagulación, extracción de suero, prensado, secado y maduración).

Tema 7: PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DE ZUMOS DE FRUTAS. Extracción de zumo y aceites esenciales en función del tipo de fruta. Producción de zumo propiamente dicho (decantación centrífuga y clarificación, mezcla y corrección, desaireación y pasteurización). Producción de zumo concentrado (preconcentración por ósmosis inversa y evaporación de múltiple efecto).

Tema 8: PROCESOS DE LA INDUSTRIA DE LA HARINA DE TRIGO. Recepción de grano y limpieza. Molienda y tamizado. Productos de molturación (salvado, harinas de trigo duro y trigo blando, sémolas de trigo durum y de trigo duro convencional). Mezclado óptimo de harinas de distinta fuerza. Purificación de sémolas. Introducción a la tecnología de la panificación.

Tema 9: PROCESOS EN LA ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE CERVEZA. Cocción. Clarificación y enfriamiento del mosto. Fermentación discontinua. Filtración de la cerveza. Estabilización coloidal y microbiológica. Ultrafiltración. Pasteurización y envasado. Producción de cerveza sin alcohol mediante

fermentación controlada y técnicas posfermentación.

Programa de prácticas

Se realizarán cuatro sesiones prácticas de laboratorio:

Sesión 1: secado de un sólido con aire caliente. Los grupos de prácticas obtendrán la curva de secado experimental de un determinado alimento (p. ej.: zanahoria o manzana en juliana) en un secadero de bandejas a escala de laboratorio y para unas condiciones determinadas del aire a la entrada de la cámara de secado.

Sesión 2: molienda y fluidización. Cada grupo analizará el efecto de las condiciones de molienda en la distribución de tamaños de partícula de café molido, que se determinará mediante una serie de tamices normalizados. Por otro lado, se determinará la velocidad mínima de fluidización, y otros parámetros de la partícula, para un lecho de arena de sílice fluidizado con aire comprimido.

Sesión 3: filtración y sedimentación gravitatoria. Los grupos de prácticas realizarán, en un filtro prensa a escala de laboratorio, una filtración a caída de presión constante de una suspensión acuosa de carbonato cálcico. A partir de los datos experimentales, se estimarán los parámetros del sistema (resistencia específica y volumen equivalente). Por otro lado, se determinarán las velocidades de sedimentación impedida de una suspensión acuosa (también de CaCO_3) a seis concentraciones distintas. Los resultados obtenidos permitirán a los grupos de prácticas la construcción del gráfico de flujo másico de sólidos en régimen discontinuo.

Sesión 4: separación centrífuga de líquidos inmiscibles. Cada grupo llevará a cabo una serie de ensayos de centrifugación de leche entera fresca. Para ello se utilizará una centrífuga de cámara y discos con fines docentes. Se determinará el efecto de las condiciones de operación (temperatura de la leche, velocidad de giro, y posición de la zona neutra) en el rendimiento de la separación. La concentración de grasa en las muestras de leche entera y leche desnatada se medirá mediante el método Gerber.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del semestre. A continuación, se presenta el calendario previsto de la asignatura:

Semana	Clases de Teoría	Sesiones prácticas	Otras actividades
1	3 h	Resolución de problemas (1 h)	Formación de los equipos realizar el trabajo dirigido
2	3 h	Resolución de problemas (1 h)	
3	3 h	Resolución de problemas (1 h)	
4	2 h	Resolución de problemas (2 h)	Presentación de la propue trabajo dirigido
5	3 h	Resolución de problemas (1 h)	
6	2 h	Resolución de problemas (2 h)	
7	2 h	Resolución de problemas (1 h)	Seguimiento del trabajo dii mediante tutorías grupales
8	2 h	Práctica de laboratorio 1 (2 h)	
9		Práctica de laboratorio 2 (2 h) + Resolución de problemas (2 h)	
10		Práctica de laboratorio 3 (2 h)	Seguimiento del trabajo dii mediante tutorías grupales
11	2 h	Práctica de laboratorio 4 (2 h)	
12	2 h	Resolución de problemas (2 h)	

13	4 h		Visitas técnicas (7 h)
14	2 h	Resolución de problemas (2 h)	
15			Presentaciones de los trabajos dirigidos (15-20 min por equipo) Prueba escrita de práctica de laboratorio (1,5 horas) + Conferencia acerca de las visitas técnicas

Volumen de trabajo

La propuesta de la distribución de la carga de trabajo del alumnado se presenta en la tabla siguiente:

Actividad	Horas presenciales	Factor	Horas no presenciales
Clases teóricas	30	1,5	45
Sesiones prácticas de problemas	15	1,0	15
Sesiones prácticas de laboratorio	8	0,75	6
Realización del trabajo en régimen cooperativo			14,5
Visitas técnicas	7	0,5	3,5
Evaluación	6		
HORAS TOTALES	66		84
CARGA DE TRABAJO TOTAL	150 horas		

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- BB** Rhodes, Martin. Introduction to particle technology / Martin Rhodes. Chichester [etc.] : John Wiley and sons, cop. 1998
- BB** Seader, J.D. Separation process principles / J.D. Seader, Ernest J. Henley. 2nd ed. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, cop. 2006
- BC** Falguera, V., Ibarz, A. (Eds.). (2016). Juice processing: quality, safety and value-added opportunities. CRC Press.
- BC** Guiné, R. P. F., Correia, P. M. R. (Eds.). (2014). Engineering aspects of cereal and cereal-based products. CRC Press.
- BC** Ibarz, Albert. Operaciones unitarias en la ingeniería de los alimentos / Albert Ibarz, Gustavo V. Barbosa-Cánovas. Madrid : Mundi-Prensa, 2005
- BC** Ortega-Rivas, E. (2012). Unit operations of particulate solids. CRC Press.
- BC** Singh, R. P., Heldman, D. R. (2014). Introduction to food engineering. Academic Press.

LISTADO DE URLs:

Documentos de Mejores Técnicas Disponibles (MTD). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

[<http://www.prtr-es.es/documentos/documentos-mejores-tecnicas-disponibles>]

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28937>