



## FICHA DOCENTE

| TITULACIÓN                                   | PLAN DE ESTUDIOS | CURSO ACADÉMICO  |
|--|------------------|------------------|
| <b>CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS</b> | <b>0885</b>      | <b>2021-2022</b> |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| TÍTULO DE LA ASIGNATURA | <b>Microbiología Industrial y Biotecnología</b> |
| SUBJECT                 | Industrial Microbiology and Biotechnology       |
| MÓDULO                  |   |
| MATERIA                 |   |

|  |               |
|--|---------------|
| CÓDIGO GEA                               | <b>804291</b> |
| CARÁCTER (BÁSICA, OBLIGATORIA, OPTATIVA) | Obligatoria   |
| SEMESTRE/S (1,2,3,4,5,6,7,8)             | 2             |

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| FACULTAD                      | Veterinaria                   |
| DPTO. RESPONSABLE             | Microbiología y Parasitología |
| CURSO                         | 2º                            |
| PLAZAS OFERTADAS (si procede) |                               |

|  | CRÉDITOS ECTS |  |                           |
|--|---------------|--|---------------------------|
| <b>CARGA TOTAL</b>                       | <b>6</b>      | <b>ACTIVIDADES DOCENTES PRESENCIALES</b>         | <b>40%</b>                |
|  |               | <b>ACTIVIDADES DOCENTES NO PRESENCIALES</b>      | <b>60%</b>                |
| <b>REPARTO DE CRÉDITOS POR ACTIVIDAD</b> |               | <b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>   | <b>HORAS PRESENCIALES</b> |
| <b>TEORÍA</b>                            | <b>3,0</b>    | Desarrollo del programa teórico                  | <b>30</b>                 |
| <b>SEMINARIOS</b>                        | <b>1,4</b>    | Seminarios teórico-prácticos. Actividad tutorial | <b>15</b>                 |
| <b>TUTORÍAS</b>                          | <b>0,1</b>    |  |                           |
| <b>PRÁCTICAS</b>                         | <b>1,5</b>    | Prácticas de laboratorio                         | <b>15</b>                 |

(1 ECTS equivale a 10 horas de actividades presenciales)



## FICHA DOCENTE

|             | NOMBRE                          | E-MAIL               |
|-------------|---------------------------------|----------------------|
| COORDINADOR | Carmina Rodríguez Fernández     | carmina@ucm.es       |
| PROFESORES  | José Manuel Rodríguez Peña      | josemanu@ucm.es      |
|             | Teresa Fernández-Acero Bascones | teresafe@farm.ucm.es |
|             | Carmina Rodríguez Fernández     | carmina@ucm.es       |
|             |                                 |                      |
|             |                                 |                      |

### BREVE DESCRIPTOR

La asignatura aborda la utilización de los microorganismos en la industria alimentaria, profundizando en el conocimiento de las especies microbianas utilizadas en los procesos más importantes. Se estudia el cultivo y el control del crecimiento de los microorganismos en los procesos industriales (fermentaciones industriales), así como la tecnología adecuada para llevar a cabo dichas fermentaciones y la obtención de los productos finales. También profundiza en el estudio del metabolismo y de la genética microbiana, con el fin de poder desarrollar criterios para la búsqueda, selección y diseño de cepas industriales. Este último aspecto de mejora de microorganismos incluye desde las técnicas clásicas de manipulación genética por mutagénesis y recombinación hasta las más recientes y sofisticadas, fundamentadas en la tecnología del DNA recombinante. Además, se analizan los métodos moleculares utilizados para la identificación de microorganismos implicados en los procesos de producción de alimentos. Una parte esencial del programa aborda desde un punto de vista eminentemente microbiológico los principales procesos de fermentación utilizados en la industria alimentaria, como la producción de bebidas alcohólicas, pan, fermentaciones ácido-lácticas o probióticos, entre otros. Por tanto, se trata de dar un enfoque actualizado, racional y especializado de los aspectos de mayor interés en relación con la explotación en la industria alimentaria de los microorganismos, ilustrado con los ejemplos más interesantes.

### REQUISITOS Y CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

Es conveniente que el alumno disponga de conocimientos previos de Microbiología y Biología Molecular.

### OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

Se pretende que el alumno adquiera una visión completa de la utilización de microorganismos en procesos de interés en la industria alimentaria, principalmente para que conozca:

- Las propiedades fisiológicas y metabólicas de los principales microorganismos de interés en la industria alimentaria en relación con la elaboración de alimentos fermentados.
- Las características del crecimiento microbiano, los principales parámetros que definen los procesos de fermentación, y su aplicación a escala industrial.
- Las técnicas genéticas y moleculares para la mejora de estirpes de interés industrial.



- Las técnicas moleculares de identificación y tipado de microorganismos de interés industrial.
- Los principales procesos de fermentación utilizados en la producción industrial de alimentos y bebidas.

**GENERAL OBJECTIVES OF THIS SUBJECT**

It is expected that the student will get a wide view of the use of microorganisms in the food industry, paying close attention to:

- The physiologic and metabolic properties of the most important microorganisms related to the production of fermented foods.
- The features of the microbial growth, the main parameters that define the fermentation processes and their application to industrial scale.
- The genetic and molecular techniques to improve industrial strains.
- The molecular techniques for identification and typing of industrial microorganisms.
- The main fermentation processes used in the industrial production of foods and drinks.

**COMPETENCIAS GENERALES 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-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-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 TRANSVERSALES DE LA ASIGNATURA**

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-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. |
| <b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE LA ASIGNATURA</b>   |
| CE-PTA96. Comprender las características del crecimiento microbiano, los parámetros implicados en los procesos de fermentación, y su aplicación a escala industrial.                       |
| CE-PTA97. Entender y aplicar las técnicas genéticas y moleculares para la mejora de estirpes de interés industrial.  |
| CE-PTA98. Manejar las técnicas moleculares de identificación y tipaje de microorganismos de interés industrial.  |
| CE-PTA99. Controlar el cultivo y crecimiento microbiano en fermentadores.  |
| CE-PTA100. Relacionar las propiedades metabólicas, fisiológicas y genéticas de los microorganismos con su posible explotación industrial.  |
| CE-PTA101. Manejar adecuadamente los microorganismos en el laboratorio en fermentaciones piloto y comprender los parámetros que condicionan el salto de escala a la producción industrial. |
| CE-PTA102. Controlar la obtención de algún producto microbiano con interés industrial.   |
| CE-PTA103. Manipular genéticamente microorganismos.  |
| CE-PTA104. Identificar microorganismos de interés en la industria alimentaria mediante técnicas moleculares.   |

|   |
|---|
| <b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE BUSCADOS</b>   |
| Conocimiento de las principales características fisiológicas y metabólicas de los microorganismos de uso industrial así como de los procesos en los que participan. |
| Conocimiento y familiarización con los parámetros que caracterizan el crecimiento microbiano y permiten predecir su evolución.                                      |
| Conocimiento de las bases moleculares de la regulación metabólica en microorganismos  |
| Conocimiento de las estrategias de mejora genética de cepas microbianas de uso industrial   |
| Conocimiento de las técnicas de identificación y tipado de los microorganismos de interés industrial.   |



Conocimiento de los principales medios de cultivo de uso industrial así como de las estrategias y dispositivos de fermentación.

### CONTENIDOS TEMÁTICOS (PROGRAMA TEÓRICO y PRÁCTICO)

#### PROGRAMA TEÓRICO

##### A) INTRODUCCIÓN

**Tema 1.- INTRODUCCIÓN.** Desarrollo histórico de la Microbiología Industrial. Tecnología y procesos microbianos en la industria alimentaria. Objetivos del curso. Bibliografía.

**Tema 2.- MICROORGANISMOS INDUSTRIALES** Los microorganismos en la producción de alimentos y de aditivos: grupos microbianos de interés. Bacterias lácticas, acéticas y otras bacterias. Levaduras y hongos. Búsqueda, selección e identificación de cepas. Cultivos iniciadores

##### B) TECNOLOGÍA DE LAS FERMENTACIONES INDUSTRIALES

**Tema 3.- CULTIVO DE MICROORGANISMOS:** Requerimientos nutricionales. Demanda de oxígeno. Materias primas en fermentaciones industriales. Nutrientes, activadores e inhibidores.

**Tema 4.- CRECIMIENTO MICROBIANO .** Cinética del crecimiento microbiano. Determinación de biomasa y otros parámetros: tasa de crecimiento, rendimiento, coeficiente metabólico, tasa de formación de productos. Efecto de factores ambientales sobre el crecimiento.

**Tema 5.- FERMENTACIONES INDUSTRIALES.** Fermentación por cargas, con alimentación y continua. Otros sistemas de fermentación. Productividad. Tipos de fermentadores. Sistemas de aireación y agitación. Instrumentación y control. Salto de escala: aspectos microbiológicos.

**Tema 6.- OPERACION FINALES: RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS.** Separación de biomasa. Operaciones básicas para la extracción y purificación de productos intracelulares y liberados al medio de cultivo.

##### C) MANIPULACIÓN GENÉTICA DE MICROORGANISMOS INDUSTRIALES.

**Tema 8.- FISIOLÓGÍA Y GENÉTICA MICROBIANAS.** Metabolismo microbiano. Organización genética en microorganismos procarióticos y eucarióticos. Regulación de la expresión génica y de la actividad enzimática. Estrategias para la mejora de cepas.

**Tema 9.- MÉTODOS CLÁSICOS DE MANIPULACIÓN GENÉTICA.** Mutación y mutagénesis. Procesos de selección. Recombinación genética: sexual y parasexual. Aplicación en la mejora de cepas industriales..

**Tema 10.- TECNOLOGÍA DE DNA RECOMBINANTE.** Manipulación de DNA y procesos de clonación. Sistemas de detección y análisis molecular. Técnicas de hibridación. PCR. Sistemas de expresión.



**Tema 11.- APLICACIONES DE LA INGENIERÍA GENÉTICA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.**

Generalidades de la mejora de cepas industriales utilizadas en producción de alimentos. . Riesgos, control, regulación y aceptación de productos biotecnológicos.

**Tema 12.- APLICACIONES DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR A LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE CEPAS INDUSTRIALES.** Detección, identificación y tipado de microorganismos en alimentos por métodos moleculares. Seguimiento de cepas durante los procesos industriales. PCR. Hibridación. Análisis de DNA mitocondrial y ribosómico. CHEF. RFLP. Microsatélites.

**D) FERMENTACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**Tema 13.- PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS.** Fermentación alcohólica por microorganismos. Fabricación de bebidas alcohólicas: vino, cerveza, etc. Microorganismos contaminantes. Mejora genética de cepas de levaduras.

**Tema 14.- PRODUCCIÓN DE PAN.** Fabricación del pan. Levaduras de panadería: producción industrial. Mejora genética de cepas de levaduras.

**Tema 15.- PREPARACIÓN DE ALIMENTOS POR FERMENTACIÓN ACIDOLÁCTICA.** Las bacterias lácticas y sus transformaciones. Derivados de la leche. Derivados cárnicos. Mejora genética de cepas.

**Tema 16.- PROBIÓTICOS.** Microorganismos probióticos. Influencia en la salud. Utilización de microorganismos en alimentos con fines terapéuticos. Vacunas alimentarias.

**Tema 17.- PRODUCCIÓN DE VINAGRE.** Bacterias acéticas. Proceso de fabricación del vinagre.

**Tema 18.- PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA MICROBIANA (SCP).** Los microorganismos como alimento del hombre y animales. Biomasa microbiana. Sistemas de producción.

**Tema 19.- PRODUCCIÓN DE ADITIVOS ALIMENTARIOS.** Obtención de metabolitos primarios microbianos: aminoácidos, vitaminas, nucleósidos, ácidos orgánicos. Microorganismos utilizados. Sistemas de fermentación.

**Tema 20.- PRODUCCIÓN DE ENZIMAS.** Microorganismos utilizados en la obtención de enzimas. Aplicaciones en la industria alimentaria.

**PROGRAMA PRÁCTICO**

PRÁCTICA I: Producción de  $\alpha$ -amilasas por *Schwanniomyces occidentalis*.

PRÁCTICA II: Determinación de una curva de crecimiento bacteriana.

PRÁCTICA III: Observación de fermentadores y quimiostatos.

PRÁCTICA IV: Genética de levaduras.



PRÁCTICA V: Detección de antagonismo entre cepas de levaduras: fenómeno *killer*.

PRÁCTICA VI: Estudio cualitativo y cuantitativo de la microbiota del yogur.

### MÉTODO DOCENTE

- Clases magistrales: Explicación de fundamentos teóricos, haciendo uso de herramientas informáticas. En caso de necesitarse clases no presenciales, se impartirán lecciones magistrales sincrónicas (a través de Collaborate u otras herramientas disponibles) o lecciones magistrales asincrónicas (a través del campus virtual con presentaciones en power point con audio y material complementario para su seguimiento) y un sistema de tutorías online mediante Collaborate.
- Clases prácticas: Aplicación en el laboratorio a nivel experimental de los conocimientos adquiridos. En caso de tener que adaptar las prácticas a enseñanza no presencial se utilizarán:
  - Explicaciones magistrales asincrónicas a través del campus virtual con presentaciones en power point con audio y/o sincrónicas mediante Collaborate.
  - Realización de supuestos prácticos con material gráfico de resultados reales de prácticas de cursos anteriores y entrega de cuestiones resueltas evaluables online.
- Seminarios presenciales para la discusión y resolución de problemas y ejercicios prácticos, exposición de trabajos bibliográficos, así como tutorías individuales y colectivas para la preparación de trabajos monográficos y para la orientación y resolución de dudas. Si es necesario se realizarán on-line mediante Collaborate.

*En el curso académico 2021-22, se mantendrán las condiciones del marco docente 2020-21, impuestas por las exigencias derivadas de la COVID-19. Por esta razón se contemplan tres posibles escenarios:*

**Escenario A**, con actividad académica presencial limitada, con aforos reducidos que permitan garantizar las medidas de seguridad sanitarias de distanciamiento interpersonal. Se adoptará una enseñanza mixta que combine las clases presenciales con clases online en sesiones sincrónicas y actividades formativas no presenciales.

**Escenario B**, de suspensión completa de la actividad docente presencial, si la situación sanitaria lo requiriera. Se pasaría a un sistema inmediato de docencia exclusivamente online con actividades sincrónicas y asincrónicas.

**Escenario C**, con actividad académica presencial sin ningún tipo de restricción.

| Actividad formativa         | Competencias  |
|-----------------------------|---|
| Clases magistrales (teoría) | CG-T1, CG-T2, CG-T3, CG-T4, CG-T5, CG-T10, CG-T11, CE-TA2, CE-TA3, CE-TA4, CE-TA5, CE-TA6, CE-TA7, CE-PTA44, CE-PTA45, CE-PTA46, CE-PTA47, CE-PTA48, CE-PTA49, CE-PTA50, CE-PTA51, CE-PTA52 |
| Prácticas                   | CG-T1, CG-T2, CG-T3, CG-T4, CG-T5, CG-T6, CG-T7, CG-T8, CG-T10, CG-T11, CE-TA3, CE-TA4, CE-TA5, CE-TA6, CE-TA7, CE-   |



|  |   |
|--|---|
|  | PTA44, CE-PTA45, CE-PTA46, CE-PTA47, CE-PTA48, CE-PTA49, CE-PTA50, CE-PTA51, CE-PTA52 |
|--|---|

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los conocimientos teóricos se evaluarán mediante pruebas escritas y corresponderán al 70% de la nota final de la asignatura. Dichas pruebas de suficiencia consistirán en la resolución de preguntas, casos y problemas que requieran una interrelación de los distintos bloques temáticos del programa, primándose la comprensión y capacidad resolutoria del alumno.

- Las clases prácticas corresponderán al 20% de la nota final. La realización de las prácticas y la superación de un examen al final de las mismas diseñado para demostrar las habilidades adquiridas, serán condiciones necesarias para superar la asignatura.
- Se evaluarán de forma continuada otras actividades (preparación de temas o actividades para seminarios, participación en dichos seminarios, resolución de problemas, aportaciones al Campus Virtual, participación en foros, etc.) con una contribución en la nota final del 10%.

**Las pruebas de evaluación oficiales se realizarán de forma presencial, salvo que las autoridades competentes indiquen lo contrario, siguiendo los protocolos desarrollados para garantizar el cumplimiento de las medidas sanitarias vigentes. Las pruebas no oficiales (parciales, evaluación continua, etc...) se podrán realizar de manera presencial o en remoto.**

*Las pruebas se diseñarán contemplando la posibilidad de una transición inmediata al escenario B, si la situación sanitaria lo requiere, para realizarlas de forma equitativa y manteniendo la calidad de la enseñanza. Los criterios de evaluación mencionados de las diferentes pruebas que se realicen se mantendrán independientemente del escenario o, si fuera imprescindible, se adaptarán con la flexibilidad requerida por tener que cambiar a un sistema de docencia exclusivamente online. Los detalles de cada prueba se especificarán en las convocatorias de examen correspondientes.*

*En el caso de realizar pruebas de evaluación en remoto, se utilizarán herramientas oficiales que acrediten la autoría del estudiante, siguiendo las instrucciones del Delegado de Protección de Datos de la UCM que garantizan el cumplimiento de la normativa sobre protección de datos y respetando los derechos fundamentales a la intimidad y privacidad.*

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA RECOMENDADA

#### Bibliografía de Microbiología General

- MICROBIOLOGÍA ESENCIAL. A. Martínez. 2019. Ed. Panamericana.
- BROCK BIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS. 14ª Edición. 2015. M. Madigan, J. Martinko, K.S. Bender, D.H. Buckley, D. A. Stahl. Editorial Pearson. BROCK BIOLOGY OF MICROORGANISMS. 15ª Edición en inglés. 2018. M. Madigan et al.,
- INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA. 12ª Edición. 2017. G. J. Tortora, B.R. Funke, C.L. Case. Editorial Panamericana.

#### Bibliografía de Microbiología Industrial y biotecnología de los alimentos

- FUNDAMENTOS DE BIOTECNOLOGÍA FARMACEÚTICA. H. Martín. 2018. Editorial Dextra.
- MICROORGANISMS IN FOODS 8: USE OF DATA FOR ASSESSING PROCESS CONTROL AND PRODUCT ACCEPTANCE. ICMSF. 2011. Editorial Springer.
- LACTIC ACID BACTERIA AND BIFIDOBACTERIA: CURRENT PROGRESS IN ADVANCED RESEARCH. 2011. K. and A. Yokota. Caister Academic Press



- BIOTECNOLOGÍA PARA PRINCIPIANTES. 2008. R. Renneberg. Editorial Reverté
- BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA. 2004. M. García, R. Quintero, A. L. Munguía. Editorial Limusa.
- MOLECULAR BIOTECHNOLOGY. B.R. Glick y J.J. Pasternak. 3ª Edición. 2003. ASM press.
- FUNDAMENTOS DE BIOTECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS. 2000. B. H. Lee. Editorial Acribia.
- MICROBIOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS. W.C. Frazier and D.C. Westhoff. 4ª edición. 2003. Editorial Acribia.
- MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL. LOS MICROORGANISMOS DE INTERÉS INDUSTRIAL. J.Y. Leveau y M. Bouix. 2000. Editorial Acribia.
- BREWING YEAST FERMENTATION PERFORMANCE. 2000. K. Smart. Blackwell Science Ltd.
- TECNOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS. 2000. R. Early. Editorial Acribia.

Aprobada en el Consejo de Departamento de Microbiología y Parasitología celebrado el 8 de junio de 2021.