

PLAN DOCENTE DE BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA ¹

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código ²	502744	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Biotecnología microbiana		
Denominación (inglés)	Microbial biotechnology		
Titulaciones ³	Grado en Bioquímica		
Centro ⁴	Facultad de Veterinaria		
Semestre	6º	Carácter	Obligatoria
Módulo	Integración Fisiológica, Ciencias Biomédicas y Aplicaciones de la Bioquímica y Biología Molecular		
Materia	Procesos Bioquímicos		
Profesor/es			
Nombre	Despacho*	Correo-e	Página web
Mar Rodríguez Jovita	2D2	marrodri@unex.es	https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/veterinaria/centro/profesor/es/info/profesor?id_pro=marrodri
Josué Delgado Perón	2S2	jdperon@unex.es	https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/veterinaria/centro/profesor/es/info/profesor?id_pro=jdperon
Eva Cebrián Cabezón	2S4	evcebrianc@unex.es	
Eliá Roncero Benavente	2S2	eroncerob@unex.es	
Irene Martín Tornero	2S4	iremartint@unex.es	
* Despachos situados en el Edificio de Institutos Universitarios de Investigación (2ª planta)			
Área de conocimiento	Nutrición y Bromatología		
Departamento	Producción Animal y Ciencia de los Alimentos		
Profesor coordinador ⁵ (si hay más de uno)	Mar Rodríguez Jovita		
Competencias ⁶			
<p>Competencias básicas</p> <p>CB2. 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.</p> <p>CB3. 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.</p>			

¹ En los casos de planes conjuntos, coordinados, intercentros, pceos, etc., debe recogerse la información de todos los títulos y todos los centros en una única ficha.

² Si hay más de un código para la misma asignatura, ponerlos todos.

³ Si la asignatura se imparte en más de una titulación, consignarlas todas, incluidos los PCEOs.

⁴ Si la asignatura se imparte en más de un centro, incluirlos todos

⁵ En el caso de asignaturas intercentro, debe rellenarse el nombre del responsable intercentro de cada asignatura

⁶ Deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Competencias generales

CG1. Saber identificar la organización y función de los sistemas biológicos en los niveles celular y molecular, siendo capaces de discernir los diferentes mecanismos moleculares y las transformaciones químicas responsables de un proceso biológico.

CG3. Ser capaces de reunir e interpretar datos, información y resultados relevantes, obtener conclusiones y emitir informes razonados en temas relevantes de índole social, científica o ética en conexión con los avances en Bioquímica y Biología Molecular.

CG5. Desarrollar aquellas estrategias y habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en el área de Bioquímica y Biología Molecular y otras áreas afines con un alto grado de autonomía.

CG6. Adquirir habilidades en el manejo de programas informáticos incluyendo el acceso a bases de datos bibliográficas, estructurales o de cualquier otro tipo útiles en Bioquímica y Biología Molecular.

Competencias transversales

CT2. Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional.

CT3. Tener capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico en la aplicación del método científico.

CT4. Tener capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo (capacidad de análisis, de síntesis, de visiones globales y de aplicación de los conocimientos a la práctica/capacidad de tomar decisiones y adaptación a nuevas situaciones).

CT5. Tener capacidad comunicativa (capacidad de comprender y de expresarse oralmente y por escrito, dominando el lenguaje especializado).

CT6. Tener capacidad creativa y emprendedora (capacidad de formular, diseñar y gestionar proyectos).

CT7. Tener capacidad de trabajo en equipo (capacidad de colaborar con los demás y de contribuir a un proyecto común/capacidad de colaborar en equipos interdisciplinares y en equipos multiculturales).

CT8. Tener capacidad de desenvolverse con seguridad en un laboratorio.

CT9. Ser capaz de utilizar el inglés como vehículo de comunicación científica.

Competencias específicas

CE20. Adquirir la capacidad para transmitir información dentro del área de las biociencias, incluyendo el dominio de la terminología específica.

CE22. Conocer la diversidad, el metabolismo y las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos procariotas y eucariotas y de los virus.

CE23. Comprender y conocer los fundamentos y aplicaciones de la manipulación genética de microorganismos, células superiores, animales y plantas.

Contenidos⁶

Microorganismos de interés en biotecnología. Aspectos del metabolismo microbiano. Fermentaciones industriales. Productos microbianos de interés industrial: biomasa microbiana, ácidos orgánicos, aminoácidos, enzimas, poliésteres y polisacáridos, antibióticos, vitaminas y vacunas. Aplicaciones de la Biotecnología Microbiana:

productos lácteos, productos cárnicos, productos de la pesca y vegetales, bebidas fermentadas, tratamiento de residuos, insecticidas microbianos, biolixiviación, ...

Temario de la asignatura

PARTE I. ASPECTOS GENERALES. (CE20, CE22)

TEMA 1. Introducción a la Biotecnología Microbiana. Conceptos generales. Antecedentes históricos. Importancia social y económica. Campos de aplicación biotecnológica de los microorganismos.

PARTE II. MICROORGANISMOS DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO. (CE20, CE22, CE23)

TEMA 2. Microorganismos de interés biotecnológico. Actividades y características de interés. Aplicaciones industriales. Microorganismos procariontes. Microorganismos eucariotes. Virus.

TEMA 3. Obtención de microorganismos industriales. Aislamiento directo y colecciones de cultivos. Selección. Cultivo. Concentración. Mantenimiento y conservación.

TEMA 4. Metabolismo microbiano. Metabolismo primario. Metabolismo de microorganismos que crecen en anaerobiosis. Metabolismo secundario.

TEMA 5. Mejora del rendimiento de los microorganismos. Mutación. Recombinación. Ingeniería genética.

PARTE III. TECNOLOGÍA DE LAS FERMENTACIONES. (CE20, CE22)

TEMA 6. Tipos de fermentaciones. Fermentación en cultivos sumergidos. Fermentación continua y discontinua. Fermentación en medios sólidos.

TEMA 7. Diseño de biorreactores. Biorreactores para cultivos sumergidos. Biorreactores para fermentaciones sólidas. Criterios para diseñar un fermentador. Materiales y componentes de un fermentador. Cambios de escala.

TEMA 8. Esterilización. Métodos de esterilización. Esterilización térmica y no térmica. Esterilización en sistemas discontinuos y continuos.

TEMA 9. Materias primas utilizadas en la fermentación. Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Influencia del medio de cultivo en la formación del producto. Materias primas utilizadas. Material para el control del proceso.

TEMA 10. Recuperación de productos industriales. Operaciones básicas para la recuperación de productos industriales: separación de células, rotura de células, extracción y purificación.

PARTE IV. PROCESOS MICROBIOLÓGICOS Y APLICACIONES DE LA BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA. (CE20, CE22)

TEMA 11. Biomasa microbiana. Producción de proteínas de organismos unicelulares. Procesos de obtención. Microorganismos y sustratos utilizados. Recuperación del producto.

TEMA 12. Ácidos orgánicos, alcoholes y cetonas. Principales compuestos de interés en la industria. Biosíntesis. Métodos de producción. Microorganismos y sustratos utilizados. Recuperación de los productos.

TEMA 13. Aminoácidos. Biosíntesis. Sistemas de producción. Microorganismos y sustratos utilizados. Recuperación del producto.

TEMA 14. Enzimas. Principales enzimas microbianas con aplicación industrial. Microorganismos y sustratos utilizados. Recuperación del producto.

TEMA 15. Biopolímeros microbianos. Biosíntesis. Métodos de producción. Microorganismos y sustratos utilizados. Recuperación del producto.

TEMA 16. Antibióticos y alcaloides. Biosíntesis de antibióticos β -lactámicos, peptídicos y aminoacídicos, aminoglucósidos, macrólidos y tetraciclinas. Biosíntesis de

alcaloides. Métodos de producción. Microorganismos y sustratos utilizados. Recuperación del producto.

TEMA 17. Vitaminas y hormonas. Producción de vitamina B₁₂, riboflavina, β-carotenos y ácido ascórbico. Hormonas peptídicas. Biotransformación de hormonas esteroideas. Fitohormonas.

TEMA 18. Vacunas. Producción de microorganismos para la obtención de vacunas. Vacunas recombinantes. Vacunas de ARNm. Vacunas comestibles.

TEMA 19. Probióticos. Mecanismos de acción. Efectos beneficiosos. Criterios de selección de microorganismos. Recuperación del producto.

TEMA 20. Productos lácteos. Microorganismos para la obtención de leches fermentadas, quesos y otros productos lácteos. Criterios de selección de microorganismos.

TEMA 21. Productos cárnicos. Microorganismos para la obtención de productos cárnicos fermentados y curado-madurados. Criterios de selección de microorganismos.

TEMA 22. Productos de la pesca. Microorganismos para la obtención de pescados fermentados, salsas y pastas de pescado. Ensilados biológicos. Criterios de selección de microorganismos.

TEMA 23. Productos vegetales. Vegetales en salmueras, productos fermentados derivados de la soja. Pan. Cacao y café. Criterios de selección de microorganismos.

TEMA 24. Bebidas alcohólicas y otras bebidas fermentadas. Microorganismos para la obtención de cerveza, vino, sake, kombucha y bebidas alcohólicas destiladas. Criterios de selección de microorganismos.

TEMA 25. Tratamiento de residuos y de compuestos xenobióticos. Tratamiento aeróbico y anaeróbico de aguas residuales. Tratamiento de residuos sólidos para elaboración de compost. Biorremediación de hidrocarburos y xenobióticos.

TEMA 26. Compuestos y microorganismos de interés para la agricultura. Insecticidas microbianos obtenidos de bacterias, hongos y virus. Producción industrial. Plantas transgénicas.

TEMA 27. Aplicaciones en la industria energética y de metales. Biolixiviación de minerales. Recuperación de metales nobles. Sistemas para la recuperación del petróleo.

Temario práctico de la asignatura

TRABAJO DIRIGIDO (SEMINARIO). (CE20, CE22, CE23) (10 h)

Los alumnos/as realizarán en grupos pequeños (3-4 alumnos) un seminario basado en la discusión/justificación de noticias aparecidas en los medios de comunicación relacionadas con la Biotecnología Microbiana. Esta actividad incluirá una búsqueda bibliográfica orientada por el profesor, la lectura en profundidad y análisis de ella, la discusión de las cuestiones que surjan, etc. Finalmente, cada alumno/a realizará una presentación oral del trabajo realizado.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO. (CE20, CE22) (20 h)

Las prácticas se realizarán en la franja horaria establecida por la Facultad de Veterinaria, que aparece publicada en la página web del centro en el siguiente enlace: <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/veterinaria/informacion-academica/horarios>

1. Medida del crecimiento de un microorganismo (3 h).
2. Preparación de un fermentador para realizar el cultivo discontinuo de microorganismos (1 h).
3. Producción de amiloglucosidasa por levaduras cultivadas en fermentador (2 h).
4. Aislamiento y selección de microorganismos productores de antibióticos (3 h).
5. Fermentación de cerveza por diferentes tipos de levaduras (2 h).
6. Evaluación toxicológica de estafilococos para su utilización en la industria alimentaria (2 h).

7. Determinación de la actividad aminopeptidasa para la selección de cultivos iniciadores en alimentos madurados (3 h).
8. Evaluación de levaduras y compuestos químicos para la elaboración de pan (1 h).
9. Preparación de diferentes productos de panadería (3 h).

Actividades formativas⁷

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
Parte I	3	1						2
Parte II	17	2		3				12
Parte III	33	5		4				24
Parte IV	75	20		13				42
Seminarios	16					6		10
Evaluación⁸	6	2				4		
TOTAL	150	30		20		10		90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes⁶

1. Expositiva-participativa. El programa teórico se desarrollará por el método de clases magistrales, impartándose en un grupo único, y presentándose los conceptos, procedimientos y aplicaciones utilizando presentaciones con videoprojector.

Al final de cada clase se podrá realizar una prueba de corta duración para evaluar el aprovechamiento individual del alumno en esa sesión.

2. Expositiva-participativa. El programa de prácticas de laboratorio se impartirá en los laboratorios en grupos pequeños. Los alumnos reflejarán individualmente sus resultados y la correspondiente interpretación en el cuaderno de prácticas.

Los alumnos deberán asistir a las sesiones prácticas en laboratorio con bata limpia y guion de prácticas. Si fuera necesario, se proporcionarán otros elementos de protección de un solo uso, como guantes, mascarilla, etc. Antes de comenzar el programa de prácticas los alumnos tendrán disponible en el Campus Virtual el cuaderno de prácticas, en el cual se reflejan las normas de seguridad en el laboratorio que los alumnos deben seguir.

3. Seguimiento. El seminario se desarrollará en sesiones presenciales en las aulas de informática de la Facultad de Veterinaria y estarán distribuidas regularmente a lo largo del semestre. El profesor realizará actividades de dirección y orientación del trabajo que los estudiantes desarrollarán en horario no presencial. Los alumnos prepararán individualmente o en grupos una memoria con los resultados y las conclusiones obtenidas de la actividad de seminario y lo presentarán en la última sesión de evaluación.

⁷ Esta tabla debe coincidir exactamente con lo establecido en la ficha 12c de la asignatura.

⁸ Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

4. Actividad no presencial. Consistirá en la preparación individual de cada alumno del trabajo a desarrollar en las actividades de laboratorio y seminario, así como del estudio para la prueba de evaluación de los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura.

Resultados de aprendizaje⁶

El estudiante que haya cursado la asignatura será competente para:

- Conocer las características de interés de los principales grupos microbianos y saber encontrar sus posibles aplicaciones industriales.
- Conocer los métodos de conservación de microorganismos para mantenerlos en condiciones óptimas para su utilización.
- Conocer el metabolismo primario y secundario de los microorganismos que crecen a partir de diferentes sustratos y condiciones.
- Comprender la importancia del crecimiento microbiano como parte fundamental de un proceso de fermentación.
- Conocer los criterios más importantes para diseñar un fermentador.
- Conocer los métodos de esterilización que se utilizan en las operaciones a gran escala.
- Conocer los efectos de los diferentes componentes de los medios de cultivo en la productividad de la fermentación.
- Conocer las aplicaciones de los microorganismos en la producción de sustancias de interés económico y en las transformaciones de diferentes materias primas en los distintos campos industriales: industrias farmacéuticas, alimentarias, de bebidas, agrícolas, energéticas, de metales, de tratamiento de residuos, etc.

Sistemas de evaluación⁶

Los estudiantes serán evaluados teniendo en cuenta las competencias adquiridas.

Según la "Normativa de Evaluación de las Titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad de Extremadura" (DOE 212 de 3/11/2020), los estudiantes elegirán entre evaluación continua o evaluación global durante el primer cuarto del periodo de impartición de la asignatura.

La evaluación de aquellos estudiantes con discapacidad y/o necesidades educativas especiales, según la información recibida de la Unidad de Atención al Estudiante de la Universidad de Extremadura, se realizará en función de la adaptación curricular designada.

El calendario de exámenes, con la concreción de fechas, horarios y lugares de celebración de las pruebas finales, se publicará en la página web de la Facultad de Veterinaria (<https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/veterinaria/informacion-academica/examenes>) y en el Campus Virtual de la asignatura.

Para la calificación, se empleará el rango de 0 a 10, con expresión de un decimal, añadiendo la calificación cualitativa tradicional, según los siguientes rangos: de 0 a 4,9 (suspense, SS); de 5,0 a 6,9 (aprobado, AP); de 7,0 a 8,9 (notable, NT); de 9,0-10 (sobresaliente, SB).

1. Evaluación continua

Para el sistema de evaluación continua, las competencias adquiridas en las actividades presenciales se evaluarán mediante el aprovechamiento de las clases y seminarios, valorando los conocimientos teóricos específicos y las capacidades prácticas, mediante pruebas rutinarias efectuadas durante las sesiones, que consistirán en una pregunta de corta extensión. Además, en las sesiones prácticas se valorará la actividad desarrollada y la formación adquirida mediante la evaluación de los resultados obtenidos y su

interpretación en los cuadernos de prácticas. En la presentación oral de los seminarios se valorará la claridad en la exposición, la eficacia en la transmisión de argumentos y la calidad de las propuestas personales.

En las actividades no presenciales, se valorará el nivel de consecución de los objetivos de la asignatura, mediante los exámenes escritos y la evaluación del trabajo desarrollado para los seminarios (información recogida y analizada, calidad de las aportaciones, adecuación de la presentación de datos)

En las convocatorias oficiales tendrá lugar el examen de los conocimientos teóricos, así como de las prácticas y seminarios que no se hayan realizado satisfactoriamente. Los exámenes teóricos consistirán en pruebas escritas, con un número variable de preguntas de corta extensión y pruebas cerradas con 4 opciones (tipo "test"), restando en estas últimas las respuestas erróneas un tercio del valor de la pregunta.

Los alumnos que no hayan realizado satisfactoriamente las actividades de seminario y laboratorio obteniendo una calificación de al menos 5,0 deberán superar una prueba que consistirá en la resolución de casos prácticos, y que tendrá lugar en la convocatoria oficial, junto al examen de conocimientos teóricos.

Calificación: En la calificación global el peso de cada apartado será proporcional a la carga en créditos estimada para su consecución, de la manera siguiente:

- Actividades presenciales (25%):

Aprovechamiento de clases teóricas: 8%

Aprovechamiento de clases prácticas (cuaderno de laboratorio): 12%

Exposición oral y defensa del trabajo realizado en el seminario: 5%

- Actividades no presenciales (75%):

Examen de los conocimientos teóricos: 70%

Evaluación del trabajo escrito realizado para el seminario: 5%.

Para aprobar se debe obtener al menos un 5,0 en la calificación global, siendo además necesario demostrar un nivel básico de aprendizaje en las clases prácticas, seminarios y examen teórico, logrando una puntuación de al menos el 50% en cada una de ellas.

Las actividades prácticas de laboratorio y los seminarios que se hayan superado satisfactoriamente se mantendrán para las siguientes convocatorias, si los alumnos así lo desean.

2. Evaluación global

Esta modalidad consistirá en una única prueba final de carácter global y se realizará un examen que constará de un caso práctico de laboratorio con un peso relativo del 20%, la evaluación de una noticia aparecida en los medios de comunicación relacionadas con la Biotecnología Microbiana con un peso relativo del 10% y un examen de los conocimientos teóricos con un peso relativo del 70%. Para la superación de la asignatura será necesario lograr al menos una puntuación ponderada de 5,0.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

Baltz, R.H., Davies, J.E. y Demain, A.L. (2010) Manual of industrial microbiology and biotechnology. ASM Press. Nueva York.

El-Mansi, E.M.T., Bryce, C.F.A., Damain, A.L. y Allman, A.R. (2012) Fermentation microbiology and biotechnology. CRC Press. Boca Raton.

Glazer, A. y Nikaido, H. (2007) Microbial Biotechnology. Fundamentals of applied microbiology. Cambridge University press. Londres.

ICMSF. (2001) Microorganismos de los alimentos 6. Ecología microbiana de los productos alimentarios. Acribia. Zaragoza.

Leveau, J.Y. y Bouix, M. (2000) Microbiología industrial. Los microorganismos de interés industrial. Ed. Acribia.

Pandey, A., Du, G., Sanroman, M.A., Soccol C.R. y Dussap, C.G. (2017) Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Elsevier. Londres
<http://www.sciencedirect.com.ezproxy.unex.es/science/book/9780444636669>

Ratledge, C., Kristiansen, B. (2009) Biotecnología básica. Ed. Acribia. Zaragoza.
 Stanbury, P., Whitaker, A. y Hall. S. (2017) Principles of Fermentation Technology. Butterworth-Heinemann. Oxford.

<http://www.sciencedirect.com.ezproxy.unex.es/science/book/9780080999531>

Bibliografía complementaria

Alexander, M. (1999) Biodegradation and bioremediation. Academic Press. San Diego.
 Bamforth, C. (2016) Brewing Materials and Processes. A Practical Approach to Beer Excellence. Academic Press. Londres.

<http://www.sciencedirect.com.ezproxy.unex.es/science/book/9780127999548>

Bourgeois, C.M. y Larpent, J.P. (1995) Microbiología alimentaria 2. Fermentaciones alimentarias. Ed. Acribia. Zaragoza.

Clark, D.P., Martinko, J.M., Madigan, M.T. y Dunlap, P.V. (2009). Brock. Biología de los microorganismos. Pearson. Madrid.

[https://www.ingeboc-](https://www.ingeboc.com.ezproxy.unex.es/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1177)

[com.ezproxy.unex.es/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1177](https://www.ingeboc.com.ezproxy.unex.es/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1177)

Chen, G.G.H. (2010) Plastics from Bacteria. Natural Functions and Applications. Springer. Heidelberg.

<https://0-link.springer.com.lope.unex.es/book/10.1007%2F978-3-642-03287-5>

Chen, H. (2013) Modern Solid State Fermentation. Theory and Practice. Springer. Heidelberg.

<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-007-6043-1>

Crueger, W. y Crueger, A. (1993) Biotecnología: manual de microbiología industrial. Acribia. Zaragoza.

Fogarty, W.M. y Kelly, C.T. (1990) Microbial enzymes and biotechnology. Elsevier Applied Science. Londres.

Frías, J., Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E. (2017). Fermented-Foods-in-Health-and-Disease-Prevention. Academic Press. Londres.

García, M., Quintero, R. y López, A. (1998) Biotecnología alimentaria. Limusa S.A. México.

Gottschalk, G. (2012) Microbial metabolism. Springer-Verlag. Nueva York.

Hatti-Kaul, R., Mamo, G. y Mattiasson, B. (2016) Anaerobes in Biotechnology. Springer International Publishing Switzerland.

<https://0-link.springer.com.lope.unex.es/book/10.1007%2F978-3-319-45651-5>

Hunter-Cevera, J.C. y Belt, A. (1996) Maintaining cultures for biotechnology and industry. Academic Press. San Diego.

Lee, B.H. (2000) Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Acribia. Zaragoza.

Murooka, Y. y Imanaka, T. (1994) Recombinant microbes for industrial and agricultural applications. Marcel Dekker. Nueva York.

Pares, R. y Juárez, A. (1997) Bioquímica de los microorganismos. Reverté. Barcelona.

Satyanarayana, T. y Kunze, G. (2009) Yeast biotechnology. Diversity and applications. Springer Science + Business Media.

Scragg, A. (2001) Biotecnología medioambiental. Ed. Acribia. Zaragoza.

Thieman, W.J. y Palladino, M.A. (2010) Introducción a la biotecnología. Pearson. Madrid.

Trevan, M.D., Boffey, S., Goulding, K.H. y Stanbury, P. (1990) Biotecnología: principios biológicos. Ed. Acribia. Zaragoza.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

BUSCADORES DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA:

Scopus:.....<https://www.scopus.com>

Web of knowledge:...<https://apps.webofknowledge.com/>

Science direct:.....<https://www.sciencedirect.com/>

PubMed:.....<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>

Los guiones para los cuadernos de prácticas estarán disponibles a través del Campus Virtual, al igual que las presentaciones utilizadas en las clases teóricas y seminarios. También estarán disponibles a través de Campus Virtual los enlaces a los vídeos o documentación complementaria empleada en la asignatura.