



## Programa de Unidad de Aprendizaje

### 1. IDENTIFICACION

|   |                    |   |                    |
|---|--------------------|---|--------------------|
| Programa Educativo en el que se imparte la Unidad de Aprendizaje (UA): <b>Ingeniería Bioquímica (IBIO)</b>  |                    |   |                    |
| Clave de la UA: <b>IJ046</b>  |                    | Nombre de la UA: <b>Biorreactores</b>                                 |                    |
| Tipo de UA: <b>Curso</b>  | H Teoría: <b>8</b> | H Práctica: <b>52</b>   | Créditos: <b>6</b> |
| Conocimientos previos: <b>Bioquímica microbiana, Microbiología, Microbiología Industrial, Biotecnología</b> |                    |   |                    |
| UA prerrequisito: <b>Bioquímica, Biotecnología, Microbiología, Microbiología Industrial</b>                 |                    | UA simultánea: Haga clic o pulse aquí para escribir texto.            |                    |
| Área de Formación de la UA: <b>Especializante</b>   |                    | Eje curricular de la UA: <b>Ingeniería Aplicada</b>                   |                    |
| Departamento responsable de la UA: <b>Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Vida</b>                |                    |   |                    |
| Academia: <b>Ciencias Biotecnológicas</b>   |                    | Fecha de última revisión o actualización: <b>12 de agosto de 2024</b> |                    |

### 2. COMPETENCIAS

Seleccionar máximo 3 Atributos de Egreso (AE) a los que contribuye esta UA y su nivel de contribución. Las actividades de aprendizaje deben diseñarse de acuerdo con el nivel elegido.

| Atributos de Egreso de IBIO:                   |   | Nivel:                    |
|--|---|---------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-1  | Resuelve problemas de ingeniería en el ámbito químico-biológico.  | <b>Medio</b>              |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-2  | Desarrolla procesos biotecnológicos tanto a nivel de laboratorio como de planta piloto o industrial.                                      | <b>Introdutorio</b>       |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-3  | Aplica las herramientas metodológicas de la ingeniería bioquímica en las áreas de biotecnología, biomedicina, alimentos y medio ambiente. | <b>Medio</b>              |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-4  | Domina un segundo idioma.   | <b>Introdutorio</b>       |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-5  | Comunica eficientemente en todos los niveles y ámbitos profesionales.   | <b>Introdutorio</b>       |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-6  | Desarrolla su trabajo profesional con ética, compromiso y responsabilidad con su entorno social y ambiental.                              | <b>Introdutorio</b>       |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-7  | Fomenta la búsqueda de soluciones con creatividad, innovación y emprendimiento.   | <b>Introdutorio</b>       |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-8  | Amplía su formación a través de la actualización continua y autónoma.   | <b>Medio</b>              |
| <input type="checkbox"/> AE-IBIO-9             | Desarrolla investigación científica y tecnológica.  | <b>Elija un elemento.</b> |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-10 | Colabora y dirige en equipos de trabajo multidisciplinarios.  | <b>Introdutorio</b>       |
| <input checked="" type="checkbox"/> AE-IBIO-11 | Toma decisiones y negocia con liderazgo.  | <b>Introdutorio</b>       |

Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).

#### Sede Lagos de Moreno

Av. Enrique Díaz de León No. 1144, Colonia Paseos de la Montaña, C.P. 47460  
Lagos de Moreno, Jalisco, México  
Teléfono: +52 (474) 742 4314, 742 3678, 746 5383, 746 4563

#### Sede San Juan de los Lagos

Calle Tenazas S/N, Colonia El Herrero, C.P. 47000  
San Juan de los Lagos, Jalisco, México  
Teléfono: +52 (395) 785 4000



## Programa de Unidad de Aprendizaje

### 3. DESCRIPCIÓN

*Breve presentación o descripción de la UA, su alcance e incluir implícitamente sus objetivos (usar taxonomía de Bloom o Marzano).*

La materia de **Biorreactores** permitirá al alumno seleccionar de los diferentes tipos de biorreactores, con base en la cinética, el más adecuado para alguna aplicación dada, así como las alternativas y criterios físicos y biológicos que el ingeniero bioquímico tiene a su disposición para llevar a cabo el diseño de un proceso biotecnológico.

Se abordan las características de los diversos tipos de biorreactores no convencionales. Los medios de cultivo más utilizados a nivel industrial. Los diferentes tipos de instrumentación y control utilizados en procesos en biorreactor. Los conceptos y metodologías sobre limpieza, mantenimiento de asepsia y esterilización. Los servicios auxiliares incluyendo aire y diversos gases comprimidos. La cinética enzimática, microbiana, de células vegetales, animales y de insectos. Los conceptos de configuración geométrica del reactor y tipos de impulsores. Los fenómenos de transferencia de masa, calor y movimiento, el régimen hidrodinámico del fluido dentro del reactor, y el mezclado. Los fundamentos y criterios del escalamiento de biorreactores, las relaciones geométricas y números adimensionales. El papel económico, social y ambiental de la ingeniería de biorreactores.

#### Objetivo General

Conocer, analizar y aplicar desde una perspectiva ingenieril, los conocimientos y criterios necesarios para la adaptación, selección, diseño, operación y escalamiento de reactores biológicos que utilicen enzimas, células microbianas, vegetales, animales y de insectos.

### 4. PRINCIPALES RESULTADOS DE APRENDIZAJE EN LA UA

*¿Qué es lo que se espera que aprenda el estudiante? Y de esto se aportará evidencia al concluir cada módulo.*

- Conocerá las características de los procesos en diferentes tipos de biorreactores no convencionales: de biodiscos, de membrana, de biopelícula, desechables, fotobiorreactores, algocultivadores, para fermentación en medio sólido, y el tratamiento de aguas.
- Distinguirá dentro de los medios de cultivo, los más utilizados a nivel industrial.
- Analizará los diferentes tipos de instrumentación y control aplicables a procesos en biorreactor.
- Conocerá los conceptos y metodologías para asegurar que las condiciones de limpieza, mantenimiento de asepsia y esterilización química, física y otras imperen en tuberías y bombas y en el reactor biológico.

*Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).*



## Programa de Unidad de Aprendizaje

- Conocerá los fundamentos de la esterilización de biorreactores y accesorios periféricos.
- Conocerá los servicios auxiliares incluyendo aire y diversos gases comprimidos.
- Analizará y aplicará los principios básicos de la cinética microbiana, enzimática, de células animales, vegetales y de insectos, a la producción de biomoléculas.
- Analizará la configuración geométrica del reactor biológico para seleccionar el tipo de impulsor, de acuerdo con las condiciones reológicas del medio de cultivo.
- Conocerá los fenómenos de transferencia implicados (masa, calor y movimiento) en la operación de biorreactores, el régimen hidrodinámico del fluido dentro del reactor y el mezclado.
- Conocerá el cambio de escala mediante varios criterios: potencia por unidad de volumen, fuerza tangencial, la fuerza viscosa y el mezclado, así como los efectos que tiene el escalamiento en los procesos metabólicos.

|  |
|--|
| <b>5. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LA UA</b>                                 |
| <i>Mapa Conceptual, Mapa Mental u otro de los contenidos de la UA.</i> |
|  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>6. CONTENIDO TEMÁTICO DE LA UA</b>   |  |  |
| <i>Desglose del contenido por módulos (4 máximo) incluyendo la <b>planeación</b>: actividades de docente y estudiantes, recursos didácticos, resultados esperados y el producto final de módulo.</i>  |  |  |
| <b>Módulo 1. Título del primer módulo</b>   | <b>Resultados de Aprendizaje del módulo</b>      | <b>Tiempo dedicado al módulo: Elija un elemento.</b> |
| <b>Introducción a los biorreactores, Biorreactores no convencionales y formulación de medios de cultivo</b>   | <i>¿Qué se espera que aprenda el estudiante?</i> | <b>Recursos didácticos que se utilizarán</b>         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a los biorreactores.</li> <li>• Biorreactores no convencionales.</li> </ul> Características del Reactor Biológico Rotativo “Biodiscos”.<br>Biorreactores de membrana.<br>Biorreactores desechables (eliminan la operación de mantenimiento, están compuesto de polímeros, |  |  |

*Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).*



## Programa de Unidad de Aprendizaje

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>reducen el tiempo de comercialización del producto, optimizan los costos de producción)<br/>Biorreactores para tratamiento de aguas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotobiorreactores para producción de biohidrógeno.<br/>Bioproceso para generación de microalgas.<br/>Componentes y materiales de fotobiorreactores para cultivo de microalgas.<br/>Parámetros de diseño para el cultivo de microalgas.</li> <li>• Biorreactores para fermentación en estado sólido.</li> <li>• Formulación de medios de cultivo.</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Actividades de Docente durante el módulo</b><br/><i>Descripción de las estrategias de enseñanza que se utilizarán.</i></p>   | <p><b>Actividades de Aprendizaje de estudiantes</b><br/><i>Descripción de actividades (aula, laboratorio, etc.)</i></p> | <p><b>Productos de aprendizaje del módulo</b><br/><i>Evidencia: Tarea, práctica, proyecto, ensayo, etc.</i></p> |
|  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>Módulo 2. Título del segundo módulo</b><br/><b>Instrumentación, Servicios auxiliares, Esterilización, asepsia y Cinética microbiana</b></p>                 | <p><b>Resultados de Aprendizaje del módulo</b><br/><i>¿Qué se espera que aprenda el estudiante?</i></p> | <p><b>Tiempo dedicado al módulo:</b> Elija un elemento.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentación para el seguimiento y control de la biorreacción<br/>Sensores Físicos.<br/>Sensores químicos.</li> </ul> |   | <p><b>Recursos didácticos que se utilizarán</b></p>         |

Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).



## Programa de Unidad de Aprendizaje

|   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios auxiliares: incluyen aire comprimido, diversos gases comprimidos (nitrógeno, oxígeno, etc.), agua de enfriamiento (agua helada y agua de torre), agua para servicios varios, vapor de planta y energía eléctrica.</li> <li>• Mantenimiento de asepsia en biorreactores (limpieza y desinfección de elementos periféricos)</li> <li>• Esterilización del sistema de biorreacción:<br/>Métodos de esterilización químicos y físicos<br/>Esterilización por calor húmedo de medio de cultivos continuos.<br/>Tuberías y válvulas.<br/>Ciclo de esterilización</li> <li>• Cinética microbiana</li> </ul> |   |   |
| <b>Actividades de Docente durante el módulo</b><br><i>Descripción de las estrategias de enseñanza que se utilizarán.</i>  | <b>Actividades de Aprendizaje de estudiantes</b><br><i>Descripción de actividades (aula, laboratorio, etc.)</i> | <b>Productos de aprendizaje del módulo</b><br><i>Evidencia: Tarea, práctica, proyecto, ensayo, etc.</i> |
|   |   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Módulo 3. Título del tercer módulo</b><br><b>Biorreactores enzimáticos y para cultivo de células vegetales, animales y de insectos. Agitación y mezclado</b> | <b>Resultados de Aprendizaje del módulo</b><br><i>¿Qué se espera que aprenda el estudiante?</i> | <b>Tiempo dedicado al módulo:</b> Elija un elemento. |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinética y reactores enzimáticos</li> <li>Las enzimas como catalizadores industriales.</li> </ul>                      |   | <b>Recursos didácticos que se utilizarán</b>         |

Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).



## Programa de Unidad de Aprendizaje

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Mecanismo de acción enzimática.<br/>Reacciones enzimáticas con un solo sustrato.<br/>La ecuación de Michaelis-Menten.<br/>Modulación de la acción enzimática: activación e inhibición.<br/>Reacciones con dos sustratos.<br/>Mecanismos tipo Ping-Pong.<br/>Desactivación enzimática.<br/>Características de los reactores enzimáticos<br/>Ventajas e inconvenientes de la inmovilización enzimática<br/>Biorreactores homogéneos<br/>Biorreactores heterogéneos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo Celular de insectos.</li> <li>• Biorreactores para cultivo de células vegetales</li> <li>• Biorreactores para cultivo de células animales</li> <li>• Agitación y mezclado: rodetes, palas, hélices, turbinas, deflectores.</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Actividades de Docente durante el módulo</b><br/><i>Descripción de las estrategias de enseñanza que se utilizarán.</i></p>   | <p><b>Actividades de Aprendizaje de estudiantes</b><br/><i>Descripción de actividades (aula, laboratorio, etc.)</i></p> | <p><b>Productos de aprendizaje del módulo</b><br/><i>Evidencia: Tarea, práctica, proyecto, ensayo, etc.</i></p> |
|  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>Módulo 4. Título del cuarto módulo</b><br/><b>Tiempo de mezclado y distribución de tiempos de residencia.</b></p> | <p><b>Resultados de Aprendizaje del módulo</b><br/><i>¿Qué se espera que aprenda el estudiante?</i></p> | <p><b>Tiempo dedicado al módulo:</b> Elija un elemento.</p> |
|---|---|---|

Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).



## Programa de Unidad de Aprendizaje

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>Transferencia de oxígeno, calor y escalamiento de procesos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de mezclado en biorreactores</li> <li>• Distribución de tiempos de residencia</li> <li>• Transferencia de oxígeno en biorreactores agitados y neumáticos.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de calor.</li> <li>• Correlaciones para el cálculo de los coeficientes convectivos.</li> <li>• Calor metabólico.</li> </ul> </li> <li>• Escalamiento de procesos biotecnológicos.</li> </ul> |   | <p><b>Recursos didácticos que se utilizarán</b></p>   |
| <p><b>Actividades de Docente durante el módulo</b><br/><i>Descripción de las estrategias de enseñanza que se utilizarán.</i></p>   | <p><b>Actividades de Aprendizaje de estudiantes</b><br/><i>Descripción de actividades (aula, laboratorio, etc.)</i></p> | <p><b>Productos de aprendizaje del módulo</b><br/><i>Evidencia: Tarea, práctica, proyecto, ensayo, etc.</i></p> |

### 7. MODALIDADES DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

En la presente unidad de aprendizaje se sugieren diversas estrategias ya sea para activar conocimientos o comprensión, reproducción, aplicación o creación, entre las que se recomiendan, enunciar los pasos de algún algoritmo, mapas cognitivos, mapas mentales, cuadro sinóptico, diagramas, investigación, mapas conceptuales, resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, entre otras. Es importante que las situaciones estén relacionadas al contexto de los estudiantes y de ser necesario hacer un análisis de errores en la solución de problemas.

Se recomienda que las diversas situaciones se aborden a partir de un problema generador, para representarlo en forma abstracta y a partir de él, teorizar al respecto y buscar estrategias para explicar el comportamiento de la situación y poder con ello resolver el problema. Las actividades de aprendizaje que se diseñen pueden incluir uno o más de los contenidos mencionados, e ir aumentando el grado de complejidad de estas **de acuerdo con el nivel de logro del AE propuesto.**

Se recomienda que los alumnos trabajen en pequeños grupos formados de 3 a 5 integrantes, para que, en forma colaborativa, analicen los problemas y diseñen estrategias para resolverlos. El proceso de interacción de los estudiantes les facilita la comprensión del problema y favorece su resolución, además de comprometer al estudiante de su aprendizaje y el de sus compañeros, se pretende que detecte sus necesidades, ya sea de conocimientos o el desarrollar nuevas habilidades, busque la información necesaria para posteriormente volver al problema y resolverlo.

El profesor deberá actuar como facilitador o asesor, sin plantear las soluciones de los problemas propuestos a los estudiantes, guiándolos hacia ellas, ayudándolos a identificar la información relevante y necesaria para encontrar la solución, motivándolos a trabajar en forma colaborativa.

Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).



## Programa de Unidad de Aprendizaje

Al concluir cada una de las actividades se invita al profesor a retroalimentar a los alumnos, si lo considera pertinente, promoviendo la **autoevaluación** con el propósito de que el alumno reconozca en que puede mejorar y la **co-evaluación** entre sus pares, la cual tiene dos intenciones, la primera, los alumnos valoren el desempeño de sus pares y la segunda, le permite al docente reconocer el proceso de colaboración al interior de los pequeños grupos y comprobar también el desempeño individual, a través de la percepción de sus compañeros y con ello, poder retroalimentar asertivamente a los estudiantes.  
Si el profesor lo considera pertinente, los exámenes parciales escritos pueden realizarse en binas o en forma individual.

| 8. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE  |   | 9. PONDERACIÓN DE LA EVALUACIÓN   |  |
|--|---|---|--|
| <i>Distintos procesos de evaluación que pueden aplicarse en cada módulo.</i> |   | <i>Ninguna ponderación debe ser mayor al 50% del total.</i>   |  |
| <i>Proceso</i>   | <i>Criterios de evaluación</i>  | <i>Porcentaje</i>   | <i>Proceso</i>   |
| Actividades de aprendizaje.  | Entregar en tiempo.<br>En el formato solicitado.<br>Presentación con orden y limpieza.<br>Las respuestas son justificadas con argumentos matemáticos.<br>Se da respuesta a las preguntas planteadas.<br>Los ejercicios son resueltos.   | 10 %  | Tareas   |
| Producto integrador.   | <b>Problemario, Práctica, Proyecto, Diseño, Ensayo, etc.</b><br>Abstrae la situación planteada y la expresa en lenguaje propio de la matemática.<br>La explicación del razonamiento es clara y detallada.<br>La estrategia empleada para resolver el problema es efectiva.<br>Se apoya en recursos tecnológicos.<br>Encuentra la solución al problema y la presenta dentro del contexto del mismo.<br>Es presentado con los lineamientos de fondo y forma establecidos por el profesor.<br>Se entrega con limpieza y puntualidad.   | 10 %  | Análisis de artículos  |
| Exámenes parciales escritos.   | Abstrae la situación planteada y la expresa en lenguaje propio de la matemática.<br>La explicación del razonamiento es clara y detallada.<br>La estrategia empleada para resolver el problema es efectiva.  | 25 %  | Exámenes parciales escritos                                    |
| Autoevaluación.  | Participé activamente en las actividades propuestas por el Profesor.<br>Busqué información complementaria para favorecer mi aprendizaje sobre la temática abordada en clase.<br>Colaboré con el trabajo del grupo para que todos pudiéramos llegar al logro de la tarea satisfactoriamente.<br>Cumplí con mis actividades de forma puntual y ordenada siguiendo los lineamientos del profesor.<br>Perseveré en la búsqueda de estrategias para llegar a la solución correcta del problema.<br>Utilicé recursos tecnológicos que me ayudaron a resolver las situaciones planteadas.<br>Logré los resultados de aprendizaje del módulo.<br>Realicé mis actividades con honestidad, dedicando mi mejor esfuerzo en su realización. | 15 %  | Exposición de Procesos fermentativos                           |
| Co-evaluación.   | Constantemente busca y sugiere soluciones a los problemas.  | 40 %  | Desarrollo de proyectos mediante el Software SuperPro Designer |
|  |   | 100 %   | Total  |
|  |   | <b>10. ACREDITACIÓN DE LA UA</b>  |  |
|  |   | <i>Requisitos establecidos en la normatividad de la UdeG</i>  |  |
|  |   | La acreditación de esta UA, en periodo ordinario y extraordinario, se sujeta a los lineamientos establecidos en el Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara. Esta materia también puede ser sujeta a revalidación, equivalencia o acreditación de acuerdo con la normatividad vigente.<br><a href="https://secgral.udg.mx/normatividad/general">https://secgral.udg.mx/normatividad/general</a> |  |

Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).



## Programa de Unidad de Aprendizaje

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Se incorpora al trabajo del grupo.<br/>Anteponen las necesidades del grupo ante la suyas.<br/>Se dirige a sus compañeros con cortesía y respeto haciendo aportaciones significativas al trabajo del grupo.<br/>Usa bien el tiempo durante las tareas para asegurar que se realicen puntualmente sin que el grupo deba ajustar las fechas de trabajo por la demora de esta persona.<br/>Trae el material necesario a clase y siempre está listo para trabajar.<br/>Se mantiene enfocado en el trabajo que se necesita hacer.</p> |
|--|--|

### 11. REFERENCIAS

*Lista con al menos 3 referencias básicas y 3 complementarias utilizadas en la UA (libros de texto disponibles en biblioteca, y demás materiales de apoyo académico).*

#### Bibliografía Básica

- Bailey, J.E. y Ollis, D.F. Biochemical Engineering Fundamentals, Mc Graw-Hill Book Co, New York, N.Y., 1986.
- Lee, J.M. Biochemical Engineering, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 2002
- Blanch, Harvey W., Clark Douglas S. Biochemical Engineering, Marcel Dekker, Inc. New York, N.Y., 1996
- Shuler, Michael L., Bioprocess Engineering : Basic concepts, Prentice Hall, 2002
- Hu, Wei-Shou, Engineering Principles of Biotechnology, John Wiley & Sons, 2018
- Doran, P.M. Principios de ingeniería de los bioprocesos, Acribia – 1998.
- Illanes, A. (Ed.) Enzyme biocatalysis. Principles and applications (\*) Springer – 2008.
- van't Riet, K. y Tramper, J. Basic bioreactor design CRC Press –
- Ward, O.P. Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos Acribia – 1991.
- Stanbury, P.F. y S. Hall. Principles of fermentation technology. 2da ed. Elsevier. Oxford. 1999.

#### Bibliografía Complementaria

- Fermentation & Enzyme Technology. Wang, Cooney, Demain, Dunnill, Humphrey, Lilly. 1979.
- Tanveer S., Inamdar A. (2009). Biochemical Engineering: principles and Concepts, 2nd edition PHI
- Douglas S. Clark, Harvey W. Blanch (1997). Biochemical Engineering, Second Edition. University of California at Berkeley, Berkeley California.
- Dutta, R. (2008). Fundamentals of Biochemical Engineering, Springer.
- Herbert M. Sauro. (2011). Enzyme kinetics for systems biology. University of Washington. Ambrosius Publishing.
- Atkinson, B. (2002). Reactores bioquímicos. 2da. Reimpresión. Editorial Reverté. España. ISBN: 84-291-7009-X.

*Formato DEBIT-UA.2024 basado en artículo 21 del Reglamento General de Planes de Estudio de la UdeG, con enfoque de competencias (atributos de egreso).*

#### Sede Lagos de Moreno

Av. Enrique Díaz de León No. 1144, Colonia Paseos de la Montaña, C.P. 47460  
Lagos de Moreno, Jalisco, México  
Teléfono: +52 (474) 742 4314, 742 3678, 746 5383, 746 4563

#### Sede San Juan de los Lagos

Calle Tenazas S/N, Colonia El Herrero, C.P. 47000  
San Juan de los Lagos, Jalisco, México  
Teléfono: +52 (395) 785 4000