



Universidad Autónoma de Nuevo León  
Licenciatura en Biotecnología Genómica  
**LICENCIADO EN BIOTECNOLOGIA GENOMICA**



<b>1. Datos de identificación:</b>	
• Nombre de la institución y de la dependencia	Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Biológicas
• Nombre de la unidad de aprendizaje	<b>Bioprocesos</b>
• Horas aula-teoría y/o práctica, totales	94
• Horas extra aula, totales	26
• Modalidad (escolarizada, no escolarizada, mixta)	Escolarizada
• Periodo académico (Semestre)	8°
• Tipo de periodo académico (Semestre o tetramestre)	Semestre
• Tipo de Unidad de aprendizaje (obligatoria/ optativa)	Optativa IX
• Área Curricular (ACFGU, ACFBP, ACFO, ACLE)	ACFP
• Créditos UANL	4
• Fecha de elaboración	18/Julio/ 2016
• Fecha de última actualización	09/Enero/ 2017
• Responsable (s) del diseño:	Responsable: Dra. Katiushka Arévalo Niño

**2. Presentación:**

Esta UA tiene como objetivo que el alumno pueda **reconocer** los principios básicos de cálculos de ingeniería y presentación de datos así como de principios fisicoquímicos en la optimización de las transformaciones biológicas a través del balance de masa. **Analizar** el efecto de las condiciones o fenómenos de balance de energía, propiedad de los fluidos, transmisión de calor y de oxígeno en el

desarrollo de un bioproceso. **Identificar** las diversas configuraciones de birreactores y los criterios de diseño y escalamiento para un bioproceso, así como las principales operaciones básicas o unitarias de recuperación de productos (*downstream processing*) en bioprocesos.

### **3. Propósito:**

Integrar los conocimientos previamente adquiridos en las UA de Física, Química, y Microbiología sobre la materia, la energía y sus interacciones su composición, estructura y propiedades, así como conocimientos sobre procesos biotecnológicos aplicados en diferentes procesos industriales adquiridos en la UA Biotecnología Industrial, para lo cual se utilizarán diversas técnicas de enseñanza aprendizaje como actividad dinámica de exposición de grupo con discusión e interacción, lectura dirigida y comentada, trabajo en equipo y aplicación de bases teóricas en diversas actividades intra y extraclase.

Esta UA aporta los conocimientos y habilidades necesarias para comprender aspectos básicos de ingeniería así como los fenómenos fisicoquímicos que ocurren en los procesos biológicos para el diseño y desarrollo de nuevos bioprocesos a partir de organismos y/o sus productos identificando la relación entre los sistemas de producción y los procesos de separación y recuperación de productos enfocados a diversos sectores industriales (farmacéutico, alimentario, agrícola, etc.), para contribuir con propuestas innovadoras basadas en el desarrollo de una visión integral en el uso sustentable de la diversidad biológica y solucionar problemas en nuestro entorno con ética y responsabilidad social.

### **4. Factores a considerar para la evaluación de la unidad de aprendizaje:**

#### **a. Competencias de la Formación General Universitaria a las que contribuye esta unidad de aprendizaje**

1. Aplicar estrategias de aprendizaje autónomo en los diferentes niveles y campos del conocimiento que le permitan la toma de decisiones oportunas y pertinentes en los ámbitos personal, académico y profesional.
2. Intervenir frente a los retos de la sociedad contemporánea en lo local y global con actitud crítica y compromiso humano, académico y profesional para contribuir a consolidar el bienestar general y el desarrollo sustentable.
3. Asumir liderazgo comprometido con las necesidades sociales y profesionales para promover el cambio social pertinente.

#### **b. Competencias específicas del perfil de egreso a las que contribuye la unidad de aprendizaje**

1. Implementar desarrollos biotecnológicos en procesos industriales de las áreas salud, agrícola, pecuaria, acuícola, del medio ambiente e industrial, para el desarrollo y producción de bienes y servicios específicos.
2. Desarrollar productos, procesos y servicios biotecnológicos de utilidad en los sectores salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental, a partir de los avances y descubrimientos de las ciencias genómicas, para el bienestar de la sociedad.

## 5. Representación gráfica:



**6. Estructuración en capítulos, etapas, o fases, de la unidad de aprendizaje:**

**ETAPA I.**

Introducción a los cálculos de ingeniería y aplicación de principios fisicoquímicos en la optimización de las transformaciones biológicas a través del balance de masa.

**Elementos de competencias:**

**Describir** los principios básicos de cálculos de ingeniería y presentación de datos para la aplicación en los principios fisicoquímicos en el balance de masa durante la optimización de las transformaciones biológicas en bioprocesos.

<b>EVIDENCIAS</b>	<b>Criterios de desempeño</b>	<b>ACTIVIDADES de aprendizaje</b>	<b>CONTENIDOS (temas)</b>	<b>RECURSOS (didácticos)</b>
-------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	------------------------------

<p><b>1.1 Diseño de un problema</b> de balance de masa o materia de un bioproceso.</p>	<p><b>EVIDENCIA 1.1</b>  <b>El problema diseñado y resuelto</b> deberá contemplar los principios de sistemas reactivos y no reactivos, así como estequiométricos y presentación de datos, cuando aplique. Se realizará de forma individual y deberá entregarse por escrito a mano con letra legible con los datos de identificación completos del alumno, grupo y profesor, Unidad de Aprendizaje, en la fecha establecida y en buen estado.</p>	<p><b>Estudiante:</b>  <b>-Revisar</b> las lecturas proporcionadas por el profesor y complementar con búsqueda bibliográfica realizada por el alumno para cada uno de los temas correspondientes a la primera etapa.  <b>-Tomar nota</b> de clase, discutir y cuestionar, si es necesario, sobre los contenidos correspondientes a la primera etapa.  <b>-Realizar las actividades</b> asignadas por el Facilitador</p>	<p><b>Introducción:</b>  Desarrollo de la Microbiología Industrial, Ingeniería Bioquímica y Bioprocesos  Etapas en el desarrollo de un bioproceso  <b>Introducción a los cálculos de ingeniería:</b>  Variables físicas, dimensiones y unidades  <b>Presentación y Análisis de datos:</b>  -Cifras significativas  -Presentación de los datos experimentales  -Comprobación de modelos matemáticos</p>	<p>Aula  Pizarrón  Proyector  Equipo de computo  Utilería de Microsoft Office  Literatura de apoyo y consulta.  Internet  Instrumentos de evaluación</p>
<p><b>1.2 (PPA1): Informe escrito de avance del marco teórico</b> sobre un bioproceso determinado, que desarrollara como PIA.</p>	<p><b>EVIDENCIA 1.2</b>  <b>El informe escrito</b> deberá entregarse por equipo, en archivo electrónico y escrito en Word con los datos de identificación, nombre completo, matricula, nombre del profesor, de la Unidad de Aprendizaje y fecha. La información contenida deberá estar acorde al tema del bioproceso seleccionado. Deberá incluir:  Una introducción sobre el tema del bioproceso seleccionado, el área de aplicación y los avances recientes relacionados con el tema y la justificación de su selección.</p>	<p><b>Facilitador:-Exponer, discutir y cuestionar</b> en clase sobre el desarrollo de la Microbiología Industrial, Ingeniería Bioquímica y Bioprocesos, así como sobre las etapas en el desarrollo de un bioproceso.  <b>-Exponer, discutir, cuestionar y realizar cálculos</b> básicos de ingeniería relacionados con las variables físicas, sus dimensiones y unidades.  <b>-Exponer, discutir, cuestionar</b> sobre presentación y análisis de datos.  <b>-Exponer, discutir, cuestionar y realizar cálculos</b> sobre balance de materia.</p>	<p><b>Balance de materia</b>  Principios termodinámicos  -Procedimientos para realizar balance de materia  -Estequiometria del crecimiento y formación del producto  Rendimientos de biomasa  -Estequiometria del producto  -Demanda teórica de oxígeno</p>	

<p><b>1.3 Primer examen parcial.</b></p>	<p>Deberá contener un mínimo de 3 cuartillas, como base para la continuación del PIA. La bibliografía consultada deberá seguir el estilo APA, con un mínimo de siete referencias de las cuales al menos dos deberán ser de un libro.</p> <p>Se presenta en la hora y día establecido por el departamento de Escolar de la FCB, UANL.</p>	<p><b>-Asesorar al alumno</b> sobre el tema y el avance del bioproceso seleccionado.</p>		
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

**ETAPA II**

Principales fenómenos fisicoquímicos que deben considerarse en el desarrollo de un bioproceso y su escalamiento.

**Elementos de competencias:**

Evaluar el efecto de las condiciones o fenómenos de balance de energía, propiedad de los fluidos, transmisión de calor y de oxígeno para el desarrollo de un bioproceso.

<b>EVIDENCIAS</b>	<b>Criterios de desempeño</b>	<b>ACTIVIDADES /SECUENCIA DIDÁCTICA/FASE</b>	<b>CONTENIDOS (temas)</b>	<b>RECURSOS (didácticos)</b>
-------------------	-------------------------------	----------------------------------------------	---------------------------	------------------------------

<p><b>2.1 (PPA2): Informe escrito</b> sobre el diseño del <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</p>	<p><b>EVIDENCIA 2.1</b></p> <p><b>El informe escrito</b> deberá entregarse por equipo en archivo electrónico y escrito en Word con los datos de identificación, nombre completo, matrícula, nombre del profesor, de la Unidad de Aprendizaje y fecha. La información contenida deberá estar acorde al tema del bioproceso seleccionado.</p> <p>El informe será desarrollado de acuerdo a las operaciones unitarias requeridas en el <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado para ser diseñado durante el curso.</p> <p>El informe escrito debe contener:</p> <p>1.-El diagrama de flujo propuesto que represente las operaciones unitarias requeridas en el bioproceso seleccionado.</p> <p>2.- La descripción y cálculos requeridos que justifiquen las operaciones unitarias seleccionadas del bioproceso tomando en consideración los conceptos de balance de materia y energía, propiedades de los fluidos y transmisión de calor.</p>	<p><b>Estudiante:</b></p> <p><b>-Revisar</b> las lecturas proporcionadas por el profesor y complementar con búsqueda bibliográfica realizada por el alumno para cada uno de los temas correspondientes a la segunda etapa.</p> <p><b>Facilitador:</b></p> <p><b>-Exponer</b>, discutir y cuestionar en clase los diferentes temas de balance de energía, propiedades de los fluidos, transmisión de calor y transferencia de oxígeno.</p> <p><b>Asesorar</b> al alumno en el diseño del bioproceso seleccionado para el desarrollo del PIA.</p> <p><b>Estudiante:</b></p> <p><b>-Tomar nota</b> de clase, discutir y cuestionar, si es necesario, sobre los contenidos correspondientes a la segunda etapa.</p> <p><b>-Realizar el informe sobre</b> el diseño del <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</p> <p><b>-Realizar un Modelo</b> del <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</p>	<p><b>Balance de energía</b></p> <p>Conceptos básicos de energía</p> <p>Ecuaciones generales de los balances de energía</p> <p><b>Flujos y mezcla de fluidos</b></p> <p>Clasificación de los fluidos</p> <p>Fluidos no newtonianos</p> <p>Propiedades reológicas de los caldos de fermentación</p> <p>Factores que afectan la viscosidad del caldo</p> <p>Mezclado</p> <p><b>Transmisión de calor</b></p> <p>Mecanismos de transmisión de calor</p> <p>Transmisión de calor entre fluidos</p> <p><b>Transferencia oxígeno</b></p> <p>Difusión molecular</p> <p>Teoría de la película</p> <p>Transferencia de oxígeno en los fermentadores</p> <p>Medición de la concentración de oxígeno disuelto</p>	<p>Computadora</p> <p>Aula</p> <p>Proyector</p> <p>Bibliografía (libros y revistas)</p> <p>Presentaciones electrónicas</p> <p>Pizarrón</p> <p>Instrumentos de evaluación</p> <p>Herramienta Digital: <i>Virtualplant Agroindustria</i></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>2.2 Modelo tridimensional del <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</b></p>	<p>3. La discusión sobre los parámetros del diseño de acuerdo a literatura consultada (contraste con literatura).</p> <p>4. Los cálculos y deducciones cuando así se requieran.</p> <p>5. La bibliografía consultada, la cual deberá seguir el estilo APA, con un mínimo de siete referencias de las cuales al menos dos deberán ser de un libro.</p> <p><b><u>EVIDENCIA 2.2</u></b></p> <p><b>El modelo</b> será elaborado con materiales de carácter sustentable, de forma limpia y deberá estar identificado con los nombres de los participantes en su elaboración, grupo y profesor correspondiente.</p> <p>El Modelo deberá representar las operaciones unitarias requeridas en el bioproceso seleccionado.</p> <p>La exposición se realizará en la fecha asignada, frente a grupo y por equipo, cubriendo los conceptos teóricos de balance de materia y energía, propiedades de los fluidos, transmisión de calor y transferencia de oxígeno.</p> <p>Es requisito para poder ser recibido el Modelo para su</p>			
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

<p><b>2.3 Segundo examen parcial.</b></p>	<p>evaluación, haber entregado el informe escrito sobre el diseño del bioproceso seleccionado.</p> <p>Se presenta en la hora y día establecido por el departamento de Escolar de la FCB, UANL.</p>			
-------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

**ETAPA III.-**

Ingeniería de birreactores y operaciones básicas de recuperación de productos en bioprocesos.

**Elementos de competencias:**

**Determinar** los diversos criterios de diseño y escalamiento de bioreactores, así como las principales operaciones básicas o unitarias de recuperación de productos (*downstream processing*), para el desarrollo de un bioproceso.

<b>EVIDENCIAS</b>	<b>Criterios de desempeño</b>	<b>ACTIVIDADES /SECUENCIA DIDÁCTICA/FASE</b>	<b>CONTENIDOS (temas)</b>	<b>RECURSOS (didácticos)</b>
<p><b>3.1 PPA 3: Informe escrito</b> sobre el diseño del <i>downstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</p>	<p><b><u>EVIDENCIA 3.1</u></b>  <b>El informe escrito</b> deberá entregarse por equipo en archivo electrónico y escrito en Word con los datos de identificación, nombre completo, matrícula, nombre del profesor, de la Unidad de Aprendizaje y fecha. La información contenida deberá estar acorde al tema del bioproceso seleccionado.</p> <p>El informe será desarrollado de acuerdo a las operaciones unitarias requeridas en el <i>downstream processing</i> del bioproceso seleccionado para ser diseñado durante el curso.</p> <p>El informe escrito debe contener:            1.-El diagrama de flujo propuesto que represente las operaciones unitarias del <i>downstream processing</i> requeridas en el bioproceso seleccionado.</p>	<p><b>Facilitador:</b>  <b>-Exponer</b> discutir y cuestionar en clase los conceptos relacionados con Reacciones homogéneas            Cinética general de reacción para sistemas biológicos            Rendimientos en cultivos celulares. Configuraciones del bioreactor            Tipos de reactores. Filtración            Centrifugación            Extracción líquida en dos fases acuosas, Adsorción, Cromatografía. Parámetros de escalamiento, Medición, Monitoreo y Control Del bioproceso.</p> <p><b>Asesorar</b> al alumno en el diseño del bioproceso seleccionado para el desarrollo del PIA.</p> <p><b>Estudiante:</b>  <b>-Revisar</b> las lecturas proporcionada por el profesor para cada uno de los temas correspondientes a la tercera etapa.</p>	<p><b>Reacciones y reactores:</b>            Reacciones homogéneas            Cinética general de reacción para sistemas biológicos            Rendimientos en cultivos celulares.</p> <p><b>Ingeniería de los reactores:</b>            Configuraciones del biorreactor            Tipos de reactores</p> <p><b>Operaciones básicas:</b>            Filtración            Centrifugación            Extracción líquida en dos fases acuosas            Adsorción            Cromatografía</p> <p><b>Escalamiento:</b>            Parámetros de escalamiento</p> <p><b>Medición, Monitoreo, Modelado y Control</b></p>	<p>Computadora            Aula            Proyector            Bibliografía (libros y revistas)            Presentaciones electrónicas            Pizarrón            Instrumentos de evaluación</p> <p>Herramienta Digital: <i>Virtualplant Agroindustria</i></p>

<p><b>3.2 Modelo tridimensional del <i>downstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</b></p>	<p>2.- La descripción y cálculos requeridos que justifiquen las operaciones unitarias seleccionadas tomando en consideración los criterios de escalamiento y de operaciones de recuperación de producto del bioproceso,</p> <p>3. La discusión sobre los parámetros del diseño y selección de las operaciones unitarias de acuerdo a literatura consultada (contraste con literatura).</p> <p>4. Los cálculos y deducciones cuando así se requiera.</p> <p>5. La bibliografía consultada, la cual deberá seguir el estilo APA, con un mínimo de cinco referencias de las cuales al menos una deberá ser de un libro.</p> <p><b><u>EVIDENCIA 3.2</u></b></p> <p><b>El modelo</b> consistirá en tomar como base el modelo presentado en la etapa 2 para incluir en el mismo las operaciones correspondientes al <i>downstream processing</i> y de esta manera presentar el modelo completo del bioproceso seleccionado. <b>El modelo</b> será elaborado con materiales de carácter sustentable, de forma limpia y deberá estar identificado con</p>	<p><b>-Tomar nota</b> de clase, discutir y cuestionar, si es necesario, sobre los contenidos correspondientes a la tercera etapa.</p> <p><b>-Realizar el informe</b> sobre el diseño del <i>downstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</p> <p><b>-Realizar un Modelo</b> del <i>downstream processing</i> del bioproceso seleccionado.</p>		
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

<p><b>3.3 Tercer examen parcial.</b></p>	<p>los nombres de los participantes en su elaboración, grupo y profesor correspondiente.          La exposición se realizará en la fecha asignada, frente a grupo y por equipo, cubriendo los conceptos teóricos correspondientes.          Es requisito para poder ser recibido el Modelo para su evaluación, haber entregado el informe escrito sobre el diseño del bioproceso seleccionado.</p> <p>Se presenta en la hora y día establecido por el departamento de Escolar de la FCB, UANL.</p>			
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

**7. Evaluación integral de procesos y productos (ponderación / evaluación sumativa).**

PRODUCTOS A CONSIDERAR	ETAPAS			TOTAL (%)
	I	II	III	

<b>EVIDENCIAS</b>	<b>Problema diseñado y resuelto</b> por el estudiante, relacionado con el tema de balance de materia o masa.  (9%)	<b>Informe escrito</b> sobre el diseño del <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado.  (8%)	<b>Informe escrito</b> sobre el diseño del <i>downstream processing</i> del bioproceso seleccionado.  (8%)	<b>25</b>
<b>EXAMEN</b>	1er parcial (14%)	2do.parcial (14%)	3er parcial (12%)	<b>40</b>
<b>(PIA)</b>	<b>PPA 1</b> <b>Informe de avance escrito</b> , conteniendo el marco teórico sobre un bioproceso seleccionado que diseñara durante el curso.  (10%)	<b>PPA2</b> <b>Modelo tridimensional</b> del <i>upstream processing</i> del bioproceso seleccionado.  (10%)	<b>PPA3</b> <b>Modelo tridimensional completo del <i>upstream</i> y del <i>downstream processing</i></b> del bioproceso seleccionado y su exposición ante el grupo.  (15%)	<b>35</b>
<b>TOTAL</b>	<b>33%</b>	<b>32%</b>	<b>35%</b>	<b>100%</b>

8. **Producto integrador: Modelo** de un bioproceso para obtener un producto de interés biotecnológico donde aplique las etapas de *up-stream* y *down-stream processing*.

**Fuentes de apoyo y consulta (bibliografía, hemerografías, fuentes electrónicas).**

- Alberghina, I. 2000. Protein engineering in industrial biotechnology. Harwood Academic Publishers, Australia.
- Barnum, Susan R. 2005. Biotechnology: an introduction. 2th ed. Thomson/Brooks/Cole Australia:
- Crueger W. and A. Crueger.1993. Biotecnología: Manual de Microbiología Industrial. 3° Ed. Zaragoza, España: Acribia S.A. Pp. 413. ISBN: 84-200-0743-9.
- Demain, A.L. and Davies, J.E. 1999. Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology. Second edition. American Society for Microbiology, Washington, D.C. Pp 830. ISBN 1-55581-128-0.
- Demain A. L. 2000. Small bugs, big business: the economic power of the microbe. Biotechnology Advances 18:499–514.
- Demain, Arnold L. 2007. The business of biotechnology. Industrial Biotechnology. Gen Publishing, Inc., A Mary Ann Liebert Inc. Company. Vol. 3 No. 3. Pp. 269-283.
- Galán Wong, et al. 2007. Compañías de Biotecnología Públicas y Privadas a Nivel Mundial. Su poder, éxito y futuro. Primera Ed. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp 182. ISBN -970-694-408-7.
- García Garibay, M; R. Quintero Ramírez; A. López Munguía Canales. 1993. Biotecnología Alimentaria. Limusa Noriega Editores. México, España, Venezuela, Argentina, Colombia, Puerto Rico. Pp. 636. ISBN 968-18-4522-6.
- Madigan M.T; Martinko J.M. and Parker J. 2006. B7808rock. Biología de los Microorganismos. Décima edición. Ed. Pearson Prentice Hall. Pp. 1011. ISBN 10: 84-205-3679-2.

- Okafur, N., 2007. Modern industrial microbiology and biotechnology. Ed. Science Publishers, Endfield, NH. Pp. 530. ISBN 9781578085132.
- Quintero Ramírez, R., 1990. Ingeniería Bioquímica. Teoría y Aplicaciones, Ed. Alhambra, Mexicana. México D.F. Pp 303. ISBN 968 444 017 0.
- Ratledge Colin and Bjørn Kristiansen. 2006. Basic biotechnology. 3th ed. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Renneberg R. 2008. Biotecnología para Principiantes. Barcelona, España: Reverté. Pp. 300. ISBN: 978-84-291-7483-0.
- Scragg A. 2011. Biotecnología para Ingenieros: sistemas biológicos en procesos tecnológicos. Ed. Limusa. Pp. CXXX-XXX. ISBN: 9789681847081.
- Shuler, L.M., 2002. Bioprocess engineering: basic concepts. 2th ed. Prentice Hall PTR, EUA.
- Smith, John E. 2006. Biotecnología / John E. Smith Ed. Zaragoza, España: Acribia S.A. Pp. 1-300. ISBN: 9788420010656.
- Schmid, R.D. 2003. Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering. Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Pp. 350. ISBN: 3-527-30895-4.
- Thieman, W.J., 2010. Introducción a la Biotecnología. 2da Edición. Madrid, España: Pearson. Pp. 1-344. ISBN: 9788478291175.
- Verrall S. Michael. 1996. Downstream processing of natural products: a practical handbook. J. Wiley. Chichester; New York.
- Waites, M.J.; N.L. Morgan, J.S. Rockey, G. Hington, 2001. Industrial Microbiology. An introduction, Blackwell Science, Oxford.
- Wang, D. I.C.; C. L. Cooney; A.L. Demain; P. Dunnill; A. E. Humpherey; M.D. Lilly. 1979. Fermentation and Enzyme Technology. New York, John Wiley & Sons. Pp. 373. ISBN: 0-471-91945-4.
- Ward, O.P. 1991. Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos. Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp. 274. ISBN 8420007064.
- Wilderer, P. y S. Wuertz. 2002. Modern scientific tools in bioprocessing. Elsevier, Boston: Amsterdam. Wink, M. 2006. An introduction to molecular biotechnology: molecular fundamentals, methods and applications in modern biotechnology. Primera edición. Ed. Wiley-VCH. Pp. 768. ISBN 9783527314126

Direcciones electrónicas de Consulta:

<http://www.amc.edu.mx/biotecnologia/sitios.htm>

<http://www.agrobiomexico.org.mx>

[http://www.cibiogem.gob.mx/Docum\\_interes/Documents/Que\\_es\\_la\\_Biotecnologia.pdf](http://www.cibiogem.gob.mx/Docum_interes/Documents/Que_es_la_Biotecnologia.pdf)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<http://www.efb-central.org/index.php>

<http://www.bio.org>

<http://Www.asebio.com>

<http://www.porquebiotecnologia.com>

<http://biotecnologia.blogia.com/>

<http://www.science.gov.au/>

<http://www.monsanto.es/noticias-y-recursos/publicaciones-monsanto>

<http://blogs.creamoselfuturo.com/bio-tecnologia/>