



**POSADAS, 12 de marzo de 2007.-**

**VISTO:** El Expte. N° 116-“Q”/07 cuya carátula dice “Secretaría Académica: e/Programa y reglamento de la asignatura Ingeniería Bioquímica materia optativa. Carreras de Bioquímica y Farmacia...”; y

**CONSIDERANDO:**

**QUE** la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho N° 001/07 dice lo siguiente: “Se sugiere la aprobación de los programas y reglamento ...de las Carreras de Bioquímica y Farmacia ... **Ingeniería Bioquímica** ...”;

**QUE** fue tratado en la I Sesión Extraordinaria del Consejo Directivo del año 2007 realizada el 9 de marzo, aprobándose por unanimidad el despacho mencionado;

**PO R ELLO:**

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°:** **APROBAR** para los años 2007/2008 el **Programa y reglamento de la Asignatura INGENIERÍA BIOQUÍMICA materia optativa del Departamento Ingeniería Química** de las **Carreras de Bioquímica y Farmacia**, los cuales pasan a formar parte de la presente resolución como Anexo I.

**ARTÍCULO 2°:** **REGISTRAR** Notificar al Señor Decano. Comunicar. Cumplido. **ARCHIVAR**.

**RESOLUCIÓN CD N° 061/07.-**

*evp*

**Prof. Graciela E. SKLEPEK**  
Secretaría Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales

**Lic. Marta Esther YAJIA**  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES</b>
--

AÑO 2007

PROGRAMA DE: Ingeniería Bioquímica (Optativa)

CARRERA: Bioquímica - Farmacia

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química

PROFESOR TITULAR: Francisco MARTÍNEZ VAZQUEZ

CARGO Y DEDICACIÓN: Profesor Titular - Dedicación Exclusiva (\*)

EQUIPO DE CATEDRA	CARGO Y DEDICACIÓN
1) María Alicia MARTOS	Jefe de Trabajos Prácticos – Exclusiva (*)
2) Emilce Roxana ZUBRESKI	Ayte. de Primera – Simple (*)
(*) con afectación a otras cátedras	

RÉGIMEN DE DICTADO		RÉGIMEN DE EVALUACIÓN
Anual <input type="checkbox"/>	Cuatrimestre 1° <input checked="" type="checkbox"/>	Promocional
Cuatrimestral: <input checked="" type="checkbox"/>	Cuatrimestre 2° : <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO: <input checked="" type="checkbox"/>

Atención: Marcar según corresponda con una "x"

## OTRAS CARRERAS EN LAS QUE SE DICTA LA MISMA ASIGNATURA

Denominación Curricular	Carreras en que se dicta	Año del Plan de Estudios
1°		
2°		
3°		
4°		
5°		
6°		

ias/

**PROGRAMA 2007**

Asignatura	Ingeniería Bioquímica
CARRERA	Bioquímica - Farmacia
AÑO del Plan	2007
Departamento	Ingeniería Química
REGIMEN DE DICTADO	Cuatrimestral (1er. cuatrimestre)

DOCENTES	Apellido y Nombres	Cargo y Dedicación	Función en la Cátedra
	<b>Francisco MARTÍNEZ VAZQUEZ</b>	<b>Prof. Titular Exclusiva</b>	<b>Profesor a cargo</b>
	<b>María Alicia MARTOS</b>	<b>J.T.P. Exclusiva</b>	<b>Jefe de Trabajos Prácticos</b>
	<b>Emilce Roxana ZUBRESKI</b>	<b>Ayte. de Primera Simple</b>	<b>Docente Auxiliar</b>

**CRONOGRAMA:****Distribución de modalidad de Dictado**

Clase N°	Tema	Modalidad
1 - 2 - 3	I: Introducción	T
4 - 5 - 6	II: Estequiometría y energética del crecimiento microbiano	T-C
7 - 8 - 9	III: Cultivo Batch	T-P-C
10 - 11 - 12	IV: Cultivo continuo	T-C
13 - 14	V: Cultivo Fed-Batch	T-C
15	<b>Primer parcial de Práctico</b>	EP
16 - 17 - 18	VI: Bioprocesos aeróbicos	T-P-C
19	<b>Recuperatorio Primer parcial</b>	EP
20 - 21 - 22	VII: Diseño de Biorreactores	T-C
23 - 24 - 25	VIII: Elementos de tecnología enzimática	T-C
26	Clase de consulta	
27	<b>Segundo Parcial de Práctico</b>	EP
28	Clase de consulta	
29	<b>Recuperatorio segundo parcial</b>	EP

Referencia: T: teoría; P: práctico; C: coloquio; EP: examen parcial



<b>FUNDAMENTACION</b>	La biotecnología, en su sentido más general, es un conjunto de disciplinas científicas y tecnológicas que permiten utilizar organismos vivos (bacterias, hongos, levaduras, células animales, células vegetales) o sus componentes, para producir bienes y servicios para la comunidad. Por medio de la biotecnología se pueden producir compuestos y materiales de uso masivo y de bajo precio de mercado como el etanol, ácido cítrico, cerveza, etc. Sin embargo, mucho más atractiva resulta la idea de utilizar la biotecnología para la producción de bienes de alto valor agregado tales como los fármacos, pigmentos y saborizantes, nuevos materiales para aplicaciones específicas, productos alimentarios innovadores y servicios de alto valor.
<b>OBJETIVOS</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a. Reconocer la potencialidad de la biotecnología para la producción de metabolitos de interés farmacológico.</li><li>b. Proporcionar al estudiante, conocimientos sobre los procesos biotecnológicos, partiendo de los aspectos relacionados a la fisiología y manejo de microorganismos, que le permita una comprensión adecuada de las fermentaciones.</li><li>c. Comprender el funcionamiento de los distintos sistemas de fermentación, como así también, reconocer sus ventajas y limitaciones para aplicaciones específicas.</li><li>d. Reconocer los parámetros de control más relevantes de un proceso fermentativo.</li></ol>
<b>CONTENIDOS MINIMOS</b>	Cultivo de células microbianas. Características generales de los procesos bioquímicos. Modelos cinéticos del crecimiento microbiano en cultivo batch, continuo y fed-batch. Biorreactores aeróbicos. Cultivo de células en masa. Producción de metabolitos. Diseño y operación de biorreactores. Ejemplos de aplicación. Tecnología enzimática: Cinética enzimática. Fuentes y usos de enzimas. Producción de enzimas.



<b>MODULOS</b>	<p><b><u>MODULO 1:</u></b> Tema 1: Introducción. Tema 2: Estequiometría y energética del crecimiento microbiano. Tema 3: Cultivo Batch. Tema 4: Cultivo Continuo.</p> <p><b><u>MODULO 2:</u></b> Tema 5: Cultivo Fed-Batch. Tema 6: Bioprocesos aeróbicos. Tema 7: Diseño de Biorreactores. Tema 8: Elementos de tecnología enzimática</p>
----------------	--

**CONTENIDOS POR UNIDAD****Tema 1: INTRODUCCION**

Generalidades: Biotecnología vs. Ingeniería Bioquímica. Reseña histórica. Alcance. Carácter multidisciplinar. Células microbianas como agente biológico. Sistemas de cultivo. El fermentador: Medio ambiente. Clasificación de productos de fermentación. Requerimientos de asepsia. Características de los procesos bioquímicos. Esquema general de industrias fermentativas. Operaciones biotecnológicas: Selección y mejora de cepa. Respuesta celular. Cultivo en masa. Recuperación y purificación de productos metabólicos.-

Ejemplos de procesos fermentativos: Producción de metabolitos de interés farmacológico.

**Tema 2: ESTEQUIOMETRIA Y ENERGETICA DEL CRECIMIENTO MICROBIANO**

Características principales del metabolismo celular. Fuentes de carbono y energía, fuentes de nitrógeno. Sustrato limitante; concepto. Rendimiento celular, distintas formas de expresión. Concepto de carbono-mol. Grado de reducción generalizado. Cálculo del calor producido en un cultivo. Ecuación de crecimiento microbiano. Rendimiento máximo teórico. Cultivos limitados por carbono y energía. Eficiencia energética. Resolución de problemas.

**Tema 3: CULTIVO BATCH:**

Reactores ideales. Modelos cinéticos: modelos estructurados y no estructurados. Velocidades volumétricas y específicas. Rendimientos como cociente de velocidades. Coeficiente de mantenimiento. El cultivo batch: Fases de crecimiento microbiano. Velocidad específica de crecimiento máximo. Sustrato limitante. Ecuación de Monod. Expresión de las velocidades de producción de biomasa, consumo de sustratos y formación de productos. Ventajas y limitaciones del cultivo batch. Resolución de problemas. Ejemplos de aplicación.

**Tema 4: CULTIVO CONTINUO**

Sistemas de cultivos continuos: quimiostato y turbidostato. Balance de materia. Condición de estado estacionario. Velocidad de dilución y tiempo de retención; significado. Velocidad de dilución crítica. Determinación experimental de: constante de saturación, velocidad específica de crecimiento máximo; rendimiento verdadero y coeficiente de mantenimiento Estados transitorios. Productividad. Alternativas del cultivo continuo: reciclado de células, cultivo en dos o más etapas. Ventajas y limitaciones del cultivo continuo. Resolución de problemas. Ejemplos de aplicación.

**Tema 5: CULTIVO FED – BATCH**

Balances de materia. Programas de alimentación. Influencia del coeficiente de mantenimiento. Sistemas con y sin control feed-back. Cultivos controlados por la velocidad de alimentación, y con alimentación controlada por oxígeno, pH, sustrato, etc. .El estado quasi-estacionario Aplicación del fed-batch en relación a: Inhibición por sustrato, efecto glucosa, represión catabólica, limitación por transferencia de oxígeno, etc. Ventajas y limitaciones del cultivo fed-batch. Resolución de problemas. Ejemplos de aplicación.

**Tema 6: BIOPROCESOS AERÓBICOS**

Velocidad de consumo de oxígeno. Concentración crítica de oxígeno. Solubilidad del oxígeno, factores que la afectan. Resistencias a la transferencia de oxígeno desde la fase gaseosa hasta el interior de la célula: etapa limitante. Coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno, factores que la afectan, métodos experimentales de determinación. Balance de masa en fase gaseosa. Biorreactores aeróbicos: introducción de la energía en forma mecánica y no mecánica. Resolución de problemas.

**Tema 7: DISEÑO DE BIORREACTORES**

Reactores reales: Tiempo de mezclado en tanques agitados. Distribución del tiempo de residencia. Efecto del “shear” sobre células suspendidas. Configuración de fermentadores. Selección de una configuración apropiada. Selección del modo de operación. Diseño de biorreactores: Etapas de procedimientos. Cambio de escala: Diferentes criterios de escalado. Puesta en marcha y operación de biorreactores. Resolución de problemas.

**Tema 8: ELEMENTOS DE TECNOLOGÍA ENZIMÁTICA**

Revisión de conceptos sobre enzimas: Definición. Propiedades. Clasificación. Nomenclatura. Unidad de actividad enzimática. Cinética enzimática. Fuente de enzimas. Producción de enzimas. Aplicaciones de las enzimas.



<b>ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a) Clases teóricas</li><li>b) Investigación bibliográfica y exposición oral de los alumnos</li><li>c) Clases prácticas coloquiales</li><li>d) Clases prácticas de laboratorio</li><li>e) Trabajos en grupos</li><li>f) Clases de consultas individuales</li><li>g) Aplicación de la informática como herramienta</li></ul>
<b>REGULARIDAD Y SISTEMA DE EVALUACION</b>	<p><b>DE LA REGULARIDAD</b></p> <p>a) Se considerará Alumno Regular en la materia a aquel Alumno que habiéndose inscripto en la misma, haya asistido y cumplido con el 80 (ochenta) por ciento de las clases Teórica-Coloquial-Práctica, y haya aprobado los Trabajos Prácticos. La regularidad del Alumno se asentará en su Libreta Universitaria una vez concluido el dictado de la Asignatura</p> <p>b) Se considerará Alumno Libre en la Materia a aquel Alumno que haya asistido y cumplido con el 80 (ochenta) por ciento de las clases Teórica-Coloquial-Práctica, y que no haya aprobado los Trabajos Prácticos</p> <p><b>DE LA PROMOCION DE LA MATERIA.</b> La Promoción de la Asignatura será por Examen Final, comprenderá la evaluación oral integratoria y comprensiva de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) La aptitud de organización y relación de los diversos componentes y contenidos de la Materia;</li><li>b) El grado de adquisición y la capacidad de apreciación de hábitos y técnicas de carácter funcional; y</li><li>c) La capacidad de aplicación de los conceptos, métodos, informaciones y habilidades adquiridas a cuestiones y situaciones competentes a la asignatura.</li></ul>



	<p>C-1) El examen final de promoción de la Materia será comprensivo, integratorio, individual, oral y público.</p> <p>C-2) Para ser examinado el Alumno tendrá que figurar en el Acta provista por División Alumnado y presentar su Libreta Universitaria al Tribunal Examinador, en donde constará su situación en la Materia.</p> <p>C-3) Se contemplan dos (2) categorías de Alumnos a evaluar en el examen final de la Materia: Alumno Regular, y Alumno Libre.</p> <p>C-4) Los Alumnos Regulares serán evaluados en los contenidos del programa teórico analítico vigente.</p> <p>C-5). La evaluación de los alumnos libres constarán de las siguientes partes: a) <u>Parte Práctica</u>: El alumno deberá responder a un cuestionario referido a los Trabajos Práctico realizados; b) <u>Parte teórica</u>: Idem al Item C-1).</p> <p>C-6) El Régimen de Aprobación final comprenderá el cumplimiento de las tareas conforme al carácter de cada una de ellas y la obtención, por parte del Alumno, de una calificación suficiente en la evaluación final de las mismas.</p>
--	--

**BIBLIOGRAFIA  
GENERAL**

- Atkinson,B. Reactores bioquímicos. Reverté S.A. 1986.
- Bailey – Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Mac Graw Hill, 1977.
- Belter – Cussler – Hu. Bioseparations. John Wiley & sons, 1988.
- Brown C.M. y otros. Introducción a la Biotecnología. Editorial Acribia. 1989.
- Buck, J. Y Kristiansen, B. Biotecnología Básica. Editorial Acribia. 1991
- Casida,L.E.,Jr. Industrial microbiology. John Wiley & sons, 1968.
- Crueger, W. Y Crueger A. Biotecnología: Manual de microbiología industrial. Editorial Acribia. 1993.
- Dunn, I.J. y otros. Biological reaction engineering. VCH, Alemania, 1992.
- Ertola, R. Y otros. Microbiología Industrial. OEA. 1994.
- Gacesa,P.; Huble,J. Tecnología de las enzimas. Acribia, 1990.
- Glazer, A.N. and Nikaido, H. Microbial Biotechnology: Fundamentals of applied microbiology. W.H. Freeman and Company. New York. 1995
- Hough, J.S. Biotecnología de la cerveza y de la malta. Editorial Acribia.1990.
- Janow, G. y Dawid, W. Biotecnología: Introducción con experimentos modelo. Editorial Acribia. 1991.
- Madigan, M.T. y otros. (Brock) Biología de los microorganismos. Octava edición. Prentice Hall. 1998.
- Pirt,S.J. Principles of microbe and cell cultivation. Backwell Scientific Publications,1975.
- Rhodes – Fletcher. Principios de Microbiología Industrial. Acribia, 1969.
- Roels, J.A. Energeetics and Kinetics in biotechnology. Elsevier Biomedical Press. 1983
- Scaag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistemas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.
- Sikita,B. Methods in industrial microbiology. John Wiley & sons, 1983.
- Stanier y otros. The microbial world. Prentice – Hall, 1986.
- Stephanopoulos, G. Chemical Process control. Prentice – Hall, 1984.
- Stowell, J.D.; Bailey, P.J. and Winstanley D.J. Bioactive microbial products 3: Downstream processing. Academic Press. 1986.
- Straathof, A.J.J. and Aldercreutz, P. Applied biocatalysis. Second Edition. Harwood academic publishers. 2.000.
- Tanaka, A; Tosaa, T. And Kobayashi, T. Industrial application of immobilized biocatalysts. Marcel Dekker , Inc. New York. 1993.
- Trevan, M.D. y otros. Biotecnología: Principios biológicos. Editorial Acribia.1990.
- van't Riet, K. And Tramper, J. Basic Bioreactor Design.Marcel Dekker, Inc. 1991
- Wainwright, M. Introducción a la biotecnología de los hongos. Ed. Acribia. 1995.
- Wiseman, A. Principios de biotecnología. Acribia, 1986.
- Wiseman,A. Manual de biotecnología de los enzimas. Acribia, 1991.

**BIBLIOGRAFIA  
POR UNIDAD**Tema 1:

- Atkinson,B. Reactores bioquímicos. Reverté S.A. 1986.
- Brown C.M. y otros. Introducción a la Biotecnología. Editorial Acribia. 1989.
- Bu`lock, J. Y Kristiansen, B. Biotecnología Básica. Editorial Acribia. 1991.
- Crueger, W. Y Crueger A. Biotecnología: Manual de microbiología industrial. Editorial Acribia. 1993.

Tema 2:

- Ertola, R. Y otros. Microbiología Industrial. OEA. 1994.
- Roels, J.A. Energeetics and Kinetics in biotechnology. Elsevier Biomedical Press. 1983

Tema 3:

- Atkinson,B. Reactores bioquímicos. Reverté S.A. 1986.
- Bailey – Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Mac Graw Hill, 1977.
- Pirt,S.J. Principles of microbe and cell cultivation. Backwel Scientific Publications,1975.
- Scraag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.

Tema 4:

- Atkinson,B. Reactores bioquímicos. Reverté S.A. 1986.
- Bailey – Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Mac Graw Hill, 1977.
- Pirt,S.J. Principles of microbe and cell cultivation. Backwel Scientific Publications,1975.
- Scraag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.

Tema 5:

- Atkinson,B. Reactores bioquímicos. Reverté S.A. 1986.
- Bailey – Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Mac Graw Hill, 1977.
- Pirt,S.J. Principles of microbe and cell cultivation. Backwel Scientific Publications,1975.
- Sraag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.

Tema 6:

- Bailey – Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Mac Graw Hill, 1977.
- Bu`lock, J. Y Kristiansen, B. Biotecnologóa Básica. Editorial Acribia. 1991
- Pirt,S.J. Principles of microbe and cell cultivation. Backwel Scientific Publications,1975.
- Sraag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.

Tema 7:

- Atkinson,B. Reactores bioquímicos. Reverté S.A. 1986.
- vant` t Riet, K. And Tramper, J. Basic Biorreactor Design.Marcel Dekker, Inc. 1991

Tema 8:

- Wiseman,A. Manual de biotecnología de los enzimas. Acribia, 1991.
- Gacesa,P.; Huble,J. Tecnología de las enzimas. Acribia, 1990



----- VISTO, el programa presentado por el/la Profesor/a .....

.....

de la Asignatura: .....

correspondiente a la Carrera: .....

.....

este Consejo Departamental APRUEBA el presente Programa, que consta de .....

Fojas, a los ..... días del mes de ..... de 19.....

Por el CONSEJO DEPARTAMENTAL  
Firma y Aclaración

----- CERTIFICO, la aprobación del presente Programa, otorgado por el Consejo Departamental que corresponde al Período 2001/2002 de la Asignatura .....

.....

de la Carrera: .....

Aprobación ratificada por el Honorable Consejo Directivo en Resolución CD N° ..... del ..... de ..... de.....

----- Se extiende la presente a los ..... días del mes de ..... de .....

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES**  
*Secretaría Académica*

Firma y Sello