



POSADAS, 03 DIC 2007

VISTO: El Expte. N° 818-"Q"/07 cuya carátula dice "Departamento Ingeniería Química e/ Programas y Reglamentos de cátedras"; y

CONSIDERANDO:

QUE de acuerdo a la nota presentada por la Dirección del Departamento (Fojas 1 y 2) corresponden a las siguientes asignaturas y que fueron aprobados por el Consejo Departamental: Fundamentos de Transferencia de Cantidad de Movimiento, Operaciones de Transferencia de Cantidad de Movimiento, Fundamentos de Transferencia de Calor y Masa, Operaciones de Transferencia de Masa, Operaciones de Transferencia de Calor, Operaciones de Transferencia de Masa y Energía, Ingeniería de las Reacciones I, Ingeniería de las Reacciones II, Economía, Organización y Legislación, Informática Básica, Control de Procesos, Ciencia de los Materiales, Introducción a la Ingeniería Química, Estadística Aplicada, Ingeniería Bioquímica, Biotecnología Molecular, Ingeniería de las Bioseparaciones, Marketing, Entorno Económico de los Negocios, Biotecnología, Informática Aplicada y Optimización;

QUE la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho N° 091/07 dice lo siguiente: "Se sugiere la aprobación de los Programas y Reglamentos de las asignaturas consignadas en la nota N° 1941 del Departamento de Ingeniería Química (fojas 238)";

QUE puesto a consideración del Honorable Consejo Directivo en la VI Sesión Ordinaria, realizada el 28 de noviembre del cte. año, se aprueba el despacho de Comisión;

POR ELLO:

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

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: APROBAR para los años 2007/2008 los **Programas y Reglamentos de las Asignaturas** del Departamento de Ingeniería Química de la **CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**, a saber:

**FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO
FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA Y ENERGÍA
INGENIERÍA DE LAS REACCIONES I**


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

273-07



///...

INGENIERÍA DE LAS REACCIONES II
ECONOMÍA, ORGANIZACIÓN Y LEGISLACIÓN
INFORMÁTICA BÁSICA
CONTROL DE PROCESOS
CIENCIA DE LOS MATERIALES
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA
ESTADÍSTICA APLICADA

Orientación en Biotecnología

INGENIERÍA BIOQUÍMICA
BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR
INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES

Asignaturas optativas

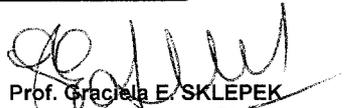
MARKETING
ENTORNO ECONÓMICO DE LOS NEGOCIOS
BIOTECNOLOGÍA
INFORMÁTICA APLICADA
OPTIMIZACIÓN

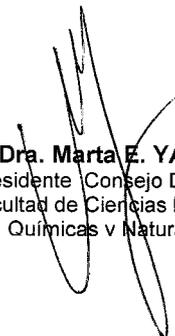
y que los cuales pasan a formar parte de la presente resolución como Anexo I.

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

RESOLUCIÓN CD N° 273-07

evp


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


Dra. Marta E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

**PROGRAMA 2004**

Asignatura	Ingeniería Bioquímica
CARRERA	Ingeniería Química
AÑO del Plan	2003
Departamento	Ingeniería Química
REGIMEN DE DICTADO	Cuatrimestral (1er. cuatrimestre)

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

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	Primer parcial de Coloquio	EP
16 - 17 - 18	VI: Bioprocesos aeróbicos	T-P-C
19	Recuperatorio Primer parcial	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	Segundo Parcial de Coloquio	EP
28	Clase de consulta	
29	Recuperatorio segundo parcial	EP

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



FUNDAMENTACION

En la actualidad, hay una tendencia generalizada de la inclusión de la asignatura Ingeniería Bioquímica dentro del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Química. Con ello, se amplía enormemente el campo de acción del Ingeniero Químico, posibilitando el estudio de la obtención de productos, que por su complejidad no pueden obtenerse por procesos químicos, o simplemente por ser más económico su producción por vía bioquímica.

Para alcanzar el éxito en la obtención de un producto a través de procesos bioquímicos, los logros obtenidos a escala de laboratorio, se debe poder trasladar su producción, en forma económica, a escala industrial.

En toda industria fermentativa, las materias primas se someten primero a una serie de tratamientos físicos (reducción de tamaño, clasificación, gelatinización, disolución, esterilización, etc.) a fin de ponerlas en la forma adecuada para que puedan reaccionar bioquímicamente o ser utilizado por los microorganismo para obtener un determinado metabolito, y a continuación pasa al biorreactor. Los productos de la reacción, o los metabolitos, han de someterse después a nuevos tratamientos físicos (separaciones, purificaciones, etc.) para obtener el producto en la forma deseada. Los fundamentos de los tratamientos físicos (operaciones unitarias) se desarrollan dentro de otras áreas de la carrera de Ingeniería Química, por lo que no se tratará en esta asignatura, centrándose la atención sobre los procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos que ocurren dentro del biorreactor. Las operaciones de separación y purificación del producto obtenido son desarrollados en otra asignatura de la Orientación a Biotecnología

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

273-07

[Handwritten signature]
Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



OBJETIVOS	OBJETIVOS GENERALES Reconocer el carácter multidisciplinar de la Ingeniería Bioquímica, y el rol que le cabe al Ingeniero Químico en la misma. Familiarizar al alumno con la terminología utilizada en el área de la Ingeniería Bioquímica, y los conceptos en que se fundamenta esta disciplina. Coordinar conceptualmente las ideas básicas de las operaciones unitarias de la ingeniería química, la microbiología y la bioquímica, aplicadas a procesos biológicos productivos, bajo condiciones controladas. OBJETIVOS PARTICULARES Comprender los principios de funcionamiento de los distintos sistemas de cultivos microbianos. Comprender las ventajas y desventajas de los distintos modos de operación de biorreactores. Ser capaz de formular ecuaciones cinéticas de consumo de sustrato, crecimiento celular y formación de producto. Ser capaz de formular ecuaciones cinéticas de reacciones catalizadas por enzimas. Adquirir criterio para el escalado de procesos biológicos, desde la escala de laboratorio a escala industrial Adquirir criterios para la selección diseño y operación de biorreactores Adquirir criterios para la selección de los parámetros más adecuados para el control y/o seguimiento de un proceso bioquímico.
------------------	--

CONTENIDOS MINIMOS	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.
---------------------------	---

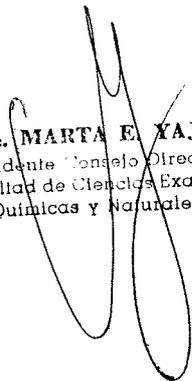
MODULOS	MODULO 1: Tema 1: Introducción. Tema 2: Estequiometría y energética del crecimiento microbiano. Tema 3: Cultivo Batch. Tema 4: Cultivo Continuo. Prof. GRACIELA E. SKLEPEK SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales U. Ns. M. Lic. MARTA E. YAJIA Presidente Consejo Directivo Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales
----------------	---



	MODULO 2: Tema 5: Cultivo Fed-Batch. Tema 6: Bioprocesos aeróbicos. Tema 7: Diseño de Biorreactores. Tema 8: Elementos de tecnología enzimática
--	--

273-07


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

**CONTE
NIDOS
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. Aislamiento, selección y mejora de cepas. Esquema general de industrias fermentativas.

Ejemplos de procesos fermentativos de interés industrial: Fermentación alcohólica. Elaboración de bebidas alcohólicas. Producción de proteína unicelular. Producción de levadura de panadería. Producción antibióticos, etc

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.

Prof. CRACIA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales

Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	<ul style="list-style-type: none"> a) Clases teóricas b) Investigación bibliográfica y exposición oral de los alumnos c) Clases prácticas coloquiales d) Clases prácticas de laboratorio e) Trabajos en grupos f) Clases de consultas individuales g) Aplicación de la informática como herramienta
-----------------------------------	--

REGULARIDAD Y SISTEMA DE EVALUACION	<p>DE LA REGULARIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <u>Alumno Regular</u>: 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 Teóricas-Prácticas, y haya aprobado los 2 (dos) exámenes parciales de Coloquio. La regularidad del Alumno se asentará en su Libreta Universitaria una vez concluido el dictado de la Asignatura a) <u>Alumno Libre</u>: Se considerará Alumno Libre en la Materia a aquel Alumno que habiendo asistido y cumplido con el 80 (ochenta) por ciento de las clases Teóricas-Prácticas, no haya aprobado los exámenes parciales de Coloquio. <p>DE LA PROMOCION DE LA MATERIA.</p> <p>La Promoción de la Asignatura será por Examen Final, comprenderá la evaluación oral integratoria y comprensiva de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La aptitud de organización y relación de los diversos componentes y contenidos de la Materia; b) El grado de adquisición y la capacidad de apreciación de hábitos y técnicas de carácter funcional; y c) La capacidad de aplicación de los conceptos, métodos, informaciones y habilidades adquiridas a cuestiones y situaciones competentes a la asignatura. <p style="text-align: center; font-size: 2em;">273-07</p>
--	--

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas
 Químicas y Naturales
 U. N. M.

[Handwritten signature]
Lic. MARFA E. YAJIA
 Presidente Consejo Directivo
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales



C-1) El examen final de promoción de la Materia será comprensivo, integratorio, individual, oral y público.

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.

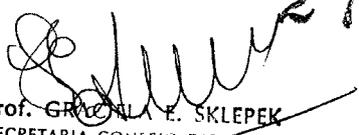
C-3) Se contemplan dos (2) categorías de Alumnos a evaluar en el examen final de la Materia: Alumno Regular, y Alumno Libre.

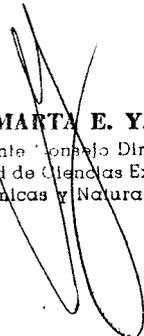
C-4) Los Alumnos Regulares serán evaluados en los contenidos del programa teórico analítico vigente.

C-5). La evaluación de los alumnos libres constarán de las siguientes partes: a) Parte Coloquial: El alumno deberá resolver problemas de coloquios referentes al último dictado de la Asignatura; b) Parte teórica: Idem al ítem C-4).

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.

273-07

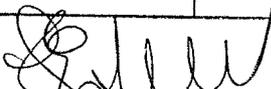

Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

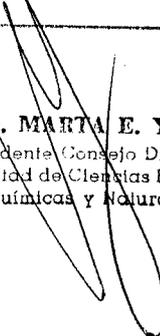


BIBLIOGRAFIA GENERAL

- 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.
- Bullock, 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 Nikaïdo, 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.


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

273-07


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

**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.
- Bullcock, 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

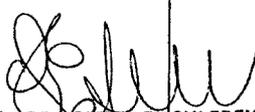
Tema 3:

- 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.
- Scaag, 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.
- Scaag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.

273-07


 Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas
 Químicas y Naturales
 U. Na. M.


 Lic. MARTA E. YAJIA
 Presidente Consejo Directivo
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales



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.
- Scaag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas biológicos en procesos tecnológicos. Noriega Editores. 1996.

Tema 6:

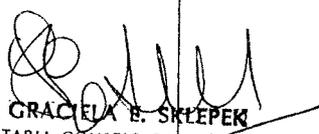
- Bailey – Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Mac Graw Hill, 1977.
- Bu'lock, J. Y Kristiansen, B. Biotecnología Básica. Editorial Acribia. 1991
- Pirt, S.J. Principles of microbe and cell cultivation. Backwel Scientific Publications, 1975.
- Scaag, A. Biotecnología para ingenieros: Sistenas 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


Prof. GRACIELA E. SREPECK
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas
 Químicas y Naturales
 U. Na. M.


Lic. MARTA E. YAJIA
 Presidente Consejo Directivo
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales

273-07


 Mariana Martínez Vazquez