

24/03



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

REVISION DEL PROGRAMA DE BIQUIMICA GENERAL (TEORIA Y PRACTICA) DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO ESPECIALISTA EN INDUSTRIAS AGRICOLAS DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
DAVID RUBIO HERNANDEZ

RECEBIDO
EN EL ORDEN
MEXICO D.F.

MEXICO, D. F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	PAGINA
I INTRODUCCION -----	1
II OBJETIVOS -----	4
III ANTECEDENTES -----	6
Anexos -----	13
IV METODOLOGIA Y DESARROLLO -----	33
V RESULTADOS -----	46
VI ANALISIS Y DISCUSION -----	91
VII CONCLUSIONES -----	100
VIII BIBLIOGRAFIA -----	102

INTRODUCCION

El conocimiento de la bioquímica es fundamental para los estudiantes de las carreras agrícolas, tanto en la enseñanza como en la investigación y en su trabajo profesional. En el desarrollo de las actividades agropecuarias, la bioquímica contribuye a dilucidar la composición de los organismos vivos, los procesos metabólicos que proporcionan la energía necesaria para su funcionamiento y a explicar las bases moleculares de la transmisión de la herencia (30).

Para los estudiantes de las Ciencias Agrícolas, el manejo de estos conocimientos es indispensable en los programas de mejoramiento de plantas y animales, en la búsqueda de mayor y mejor producción, en los procesos de conservación y/o transformación de productos agrícolas y en los estudios de defensa contra plagas y de resistencia o susceptibilidad a agentes patógenos. Todos estos problemas, entre otros, donde el conocimiento de la bioquímica tiene aplicación inmediata, son de suma importancia en el sector agrícola.

En el Departamento de Industrias Agrícolas de la Universidad Autónoma Chapingo (U.A.CH.) se cursa la carrera de Ingeniero Agrónomo especialista en Industrias Agrícolas. En el currículum de esta carrera se imparte actualmente un curso básico de bioquímica general en un semestre durante el primer año.

En el presente trabajo se realizó la revisión del programa de Bioquímica General de esta carrera, a fin de adecuarlo a las circunstancias actuales. Es importante mencionar que esta revisión forma parte del proceso de reestructuración del plan de estudios que actualmente se lleva a cabo por profesores y autoridades del Departamento de Industrias Agrícolas de la U.A.CH.

Este proceso de reestructuración surge como respuesta a las tendencias del desarrollo agrícola y agroindustrial, que en los últimos años se han manifestado, fundamentalmente, en el dinamismo de la agroindustria y la creciente subordinación de la agricultura por ésta. Otro aspecto importante, son los avances que al interior de la Universidad se han dado en la investigación sobre la agroindustria, que han llevado a un mayor conocimiento de su situación en las diferentes regiones del país y de su relación con la agricultura y otras ramas de la producción. De esto surge la necesidad de elaborar un nuevo plan de estudios que permita la formación de recursos humanos altamente capacitados para incidir en la producción agroindustrial.

OBJETIVOS

El objetivo general de esta revisión es el de elaborar un nuevo programa de "Bioquímica General", acorde con los objetivos del Departamento de Industrias Agrícolas, de la Universidad Autónoma Chapingo, que oriente tanto a profesores como a estudiantes sobre la finalidad, contenido, desarrollo y evaluación de esta materia.

Dentro de los objetivos particulares, se encuentran los de:

- i) Analizar los programas de Bioquímica vigentes en otras Universidades.
- ii) Analizar la literatura especializada en la elaboración de programas de cursos (cartas descriptivas).
- iii) Seleccionar un modelo didáctico adecuado para la implantación del programa de Bioquímica General.
- iv) Confrontar los temas del programa vigente de Bioquímica General con los solicitados como requisito para otras materias del nuevo plan de estudios de esta especialidad.
- v) Integrar los temas seleccionados en un nuevo programa con base en el modelo didáctico elegido.

ANTECEDENTES

El día 21 de febrero de 1923 se estableció, por decreto presidencial, la carrera de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Nacional de Agricultura (E.N.A.) con sede en Chapingo, Estado de México.

Ese mismo año se estableció también el nuevo plan de estudios de la E.N.A., que se cursaba en siete años, con la opción de escoger en los últimos tres las materias optativas para las siguientes especialidades: Industrias Agrícolas, Agricultura, Ganadería, Irrigación y Servicios Agrícolas.

Para el año de 1949 existían ya en la Escuela Nacional de Agricultura (E.N.A.) las siguientes especialidades: Irrigación, Fitotecnia, Bosques, Economía Rural, Parasitología Agrícola e Industrias Agrícolas. Los alumnos ingresaban a la E.N.A. con instrucción secundaria, al terminar el tercer año (correspondiente a la preparatoria) tenían la opción de elegir la especialidad o carrera, que se cursaba en cuatro años más (12).

El 1º de marzo de 1957 fué creado el Departamento de Enseñanza e Investigación en Industrias Agrícolas, produciéndose modificaciones radicales en el plan de estudios para actualizarlo conforme a los adelantos de la ciencia y las necesidades del país de ese tiempo. Este plan de estudios se cursaba en cua-

tro años (4º, 5º, 6º y 7º), el 1º, 2º y 3º corresponden a los tres años de la preparatoria, y se le incorporó por primera vez la materia de "Bioquímica Agrícola" en el cuarto año (tabla 1).

En el año de 1964 se hicieron algunas modificaciones a este plan de estudios. Sin embargo, la materia de Bioquímica Agrícola continuó impartándose en el cuarto año de la carrera sin ser afectada (tabla 2).

A partir de 1973, el plan de estudios que en ese entonces era anual cambió a semestral y se le incorporaron nuevas materias o se substituyeron algunas ya existentes. La materia de "Bioquímica" se introdujo en substitución de "Bioquímica Agrícola" en el primer semestre del cuarto año y comprendía la enseñanza teórica y práctica (tabla 3).

El 30 de diciembre de 1974 se expidió la ley que crea la Universidad Autónoma Chapingo (U.A.CH.) (12).

En 1980 se introdujeron nuevas materias al plan de estudios de esta especialidad, entre ellas Bioquímica de Alimentos (1º semestre del sexto año) y se continuó en el primer semestre del cuarto año con la ahora denominada Bioquímica General.

De 1981 a 1985 se dieron ligeras modificaciones en los programas de algunas materias del plan de estudios que contribuyeron a su enriquecimiento y a la introducción de algunos aspectos importantes en la producción agroindustrial (tabla 4). Sin embargo, estas revisiones también han llevado, en algunos casos, a incrementar los contenidos y la carga académica, lo que limita la formación extracurricular del alumno. La materia de Bioquímica General permanece en el primer semestre del cuarto año como materia básica con el programa descrito en la tabla 5.

De 1985 a la fecha, las autoridades y los profesores del Departamento de Industrias Agrícolas han llevado a cabo un proceso de reestructuración del plan de estudios de la carrera. En este se han analizado diferentes factores, tales como: Los objetivos del Departamento, sus áreas de conocimiento, las materias y sus contenidos, el perfil del egresado y su campo profesional, etc. A la fecha se han logrado varias modificaciones y propuestas importantes en todos ellos. Entre las más sobresalientes se tienen (35):

a) CONCEPTO DE LA AGROINDUSTRIA.

"La agroindustria es un proceso de producción social que acondiciona, conserva y/o transforma materias primas cuyo origen es la producción agropecuaria y forestal".

b) CAMPO DE ACCION DEL EGRESADO.

i) Promoción Agroindustrial.

- ii) Operación de Plantas Agroindustriales.
- iii) Administración Agroindustrial.
- iv) Enseñanza, Investigación y Servicio Agroindustrial.

c) OBJETIVO GENERAL DE LA CARRERA.

"Formación de profesionales capaces de participar en la - toma de decisiones para promover, administrar y realizar - actividades de industrialización (comprende el acondicionamiento, conservación y transformación) y comercialización de los productos agropecuarios.

d) PERFIL DEL EGRESADO.

El egresado debe poseer los siguientes conocimientos, capacidades y aptitudes:

- i) Conocimiento de la situación, composición, evolución técnica y desarrollo socioeconómico de los sistemas agroindustriales más importantes.
- ii) Conocimiento sobre las operaciones unitarias implicadas en el procesamiento de productos agropecuarios y su aplicación en la operación y diseño de plantas - agroindustriales.
- iii) Capacidad para identificar la composición de los productos agropecuarios, sus cambios más importantes y el control para su conservación
- iv) Capacidad para aplicar los conceptos, principios y técnicas de la administración a las empresas agroin-

dustriales.

- v) Capacidad de integrar los aspectos socioeconómicos y técnicos que intervienen en la problemática de la producción agroindustrial.

e) LINEAS CURRICULARES.

Para adquirir los conocimientos, aptitudes y capacidades señaladas y considerando la estructura lógica del objeto de estudio así como los aspectos centrales de la actividad del egresado, el plan de estudios se organizará a través de las siguientes líneas curriculares (conjunto de cursos secuenciados que conducen a la formación del alumno en cierta área y/o a la adquisición de ciertas habilidades y capacidades):

- i) Procesos unitarios.
- ii) Interrelación Agricultura-Industria.
- iii) Tecnológica.
- iv) Diseño y operación de plantas agroindustriales.
- v) Administración agroindustrial.

- f) Al desarrollar las materias de cada línea curricular, y se secuenciadas vertical y horizontalmente, se obtuvo el plan de estudios de la carrera de Ingeniero Agrónomo especialista en Industrias Agrícolas (Tabla 6).

- g) Dentro de este mismo marco surgió la propuesta de estable-

cer "Prácticas integrales" con el propósito de que el alumno se involucre en los procesos productivos del Departamento de Industrias Agrícolas y al mismo tiempo le sirva como práctica, en donde se contemplan conocimientos básicos de identificación y cuantificación de materias primas, así como también de proceso, administración y comercialización. Las unidades de producción con que cuenta el Departamento son: Frutas y hortalizas, carnes, apicultura, productos lácteos y frigoríficos. Además se continuaran utilizando, para este fin, los siguientes laboratorios: Análisis agroquímico, bioquímica, fisicoquímica, microbiología, control de calidad y fisiología.

Para finalizar este aspecto, cabe mencionar que actualmente se continua el análisis y la organización de este nuevo plan de estudios con el objeto de terminarlo y empezar a aplicarlo en el próximo ciclo escolar.

TABLA 1

PLAN DE ESTUDIOS DE INDUSTRIAS AGRICOLAS
EN EL AÑO DE 1957 (12).

CUARTO AÑO.

- Análisis Químico
- Bionetría
- Bioquímica Agrícola
- Cultivos Básicos II
- Economía Agrícola
- Físico-Química General
- Mecánica General
- Microbiología Industrial y -
Agrícola
- Parasitología Agrícola
- Ecuaciones Diferenciales y -
Cálculo Nomográfico (Semestrales)

QUINTO AÑO.

- Ingeniería Mecánica I
- Ingeniería Química I
- Dibujo de Máquinas
- Tecnología de Alimentos I -
(Materia prima)
- Análisis Químico Agrícola
Aplicado.
- Contabilidad Agrícola
- Estabilidad
- Física y Química de los Suelos.
- Fisiología Vegetal
- Ecología General
- Hidráulica

SEXTO AÑO.

- Ingeniería Mecánica II
- Ingeniería Química II
- Dibujo de Máquinas
- Tecnología de Alimentos II
(Producto Comercial)
- Construcciones Agrícolas y -
Especiales Plantas Industriales
- Fruticultura
- Análisis e Investigación de
Mercados
- Administración Rural y Valo-
ración Agrícola
- Conservación y Mejoramiento
de Suelos
- Costos Industriales y Análi-
sis de Estados Financieros
- Cultivos de Plantas Indus-
triales y Hortícolas

SEPTIMO AÑO.

- Ingeniería Mecánica III
- Tecnología de Alimentos III
- Proyectos de Planeación Agrí-
cola
- Proyectos de Planeación In-
dustrial
- Cultivos Tropicales y Fruti-
cultura Tropical
- Tecnología de las Semillas y
Granos
- Tecnología de Grasas, Ceras,
etc.
- Tecnología Azucarera
- Enología y Tecnología de Fer-
mentaciones Agrícolas
- Tecnología de las Fibras Ve-
getales y Tecnología de las
Harinas y Féculas
- Tecnología Lechera

TABLA 2

PLAN DE ESTUDIOS DE INDUSTRIAS AGRICOLAS
EN EL AÑO DE 1964 (12).

CUARTO AÑO.

- Análisis Químico
- Biometría
- Bioquímica Agrícola
- Cultivos Básicos II
- Economía Agrícola
- Físico-Química General
- Mecánica General
- Microbiología Industrial y -
Agrícola
- Parasitología Agrícola

QUINTO AÑO.

- Ingeniería Mecánica I (Termo-
dinámica)
- Ingeniería Química I (Proce-
sos Unitarios)
- Tecnología de los Alimentos
I (Materia Prima)
- Análisis Químico Agrícola -
Aplicado.
- Contabilidad Agrícola
- Estabilidad
- Edafología
- Fisiología Vegetal
- Cultivos Tropicales
- Ecología General

SEXTO AÑO.

- Ingeniería Mecánica II (Moto-
res)
- Ingeniería Química II (Proce-
sos Unitarios Térmicos)
- Ingeniería Eléctrica
- Tecnología de los Alimentos
II (Enlatado)
- Construcciones Rurales
- Fruticultura
- Proyectos de Planeación Agrí-
cola
- Tecnología Azucarera
- Conservación y Mejoramiento
de Suelos
- Riegos y Drenajes

SEPTIMO AÑO.

- Ingeniería Mecánica III (Ins-
talaciones y Controles)
- Tecnología de los Alimentos
III (Refrigeración y Deshid-
ratación)
- Proyectos de Planeación In-
dustrial
- Tecnología de Semillas y -
Granos
- Tecnología de las Grasas, Ce-
ras, etc.
- Tecnología de las Fermenta-
ciones
- Tecnología Lechera (Produc-
ción)
- Seminario de Industrias Agrí-
colas

TABLA 3

PLAN DE ESTUDIOS DE LA ESPECIALIDAD DE INDUSTRIAS
AGRICOLAS EN 1973 (12).

CUARTO AÑO

SEMESTRE I

- Análisis Agroquímico (T y P)
- Bioquímica (T y P)
- Economía Agrícola (T y P)
- Mecánica General (T y P)
- Optativa

SEMESTRE II

- Microbiología Agrícola Industrial (T y P)
- Ecología General (T y P)
- Parasitología Agrícola (T y P)
- Termodinámica (T y P)
- Métodos Estadísticos (T y P)

QUINTO AÑO

SEMESTRE III

- Fisiología Vegetal (T y P)
- Cultivos Básicos II (T y P)
- Ingeniería de Costos (T y P)
- Físico-Química (T y P)
- Fruticultura General (T y P)

SEMESTRE IV

- Control de Calidad y Normalización (T y P)
- Cultivos Tropicales Industrializables (T y P)
- Tecnología de Alimentos (T y P)
- Estabilidad y Resistencia de Materiales (T y P)
- Ingeniería Química I (T y P)

SEXTO AÑO

SEMESTRE V

- Ingeniería Mecánica (T y P)
- Conservación y Mejoramiento de Suelos (T y P)
- Tecnología de Alimentos - (T y P)
- Construcciones Agroindustriales (T y P)
- Ingeniería Química II (T y P)

SEMESTRE VI

- Ingeniería Eléctrica (T y P)
- Riego y Drenaje (T y P)
- Proyectos Agroindustriales (T y P)
- Tecnología Azucarera (T y P)
- Fruticultura Tropical (T y P)

SEPTIMO AÑO

SEMESTRE VII

- Ingeniería Eléctrica II - (T y P)
- Producción Pecuaria (T y P)
- Proyectos Agroindustriales (T y P)
- Tecnología Frigorífica - (T y P)
- Seminario de Industrias Agrícolas (T y P)

SEMESTRE VIII

- Tecnología de Granos y Semillas (T y P)
- Tecnología de Productos Pecuarios (T y P)
- Tecnología de las Fermentaciones (T y P)
- Tecnología de Harinas y Féculas
- Tesis

TABLA 4
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
CHAPINGO, MEXICO.
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y SERVICIOS
EN INDUSTRIAS AGRICOLAS.
PLAN DE ESTUDIOS (ACTUAL) (12).

4o. AÑO.

I SEMESTRE.

- Principios de Edafología y Conservación de Suelos
- Entomología
- Bioquímica General
- Economía Agrícola
- Matemáticas

II SEMESTRE.

- Agroecología
- Fisiología Vegetal
- Análisis Agroquímico
- Introducción a la Estadística
- Mecánica General
- Termodinámica

5o. AÑO.

I SEMESTRE.

- Cultivos Industriales
- Fruticultura I
- Microbiología General
- Físico-Química
- Estabilidad y Resistencia de Materiales

II SEMESTRE.

- Cultivos Tropicales y sus Beneficios
- Fruticultura II
- Microbiología Industrial
- Operaciones Unitarias I
- Ingeniería Mecánica
- Métodos Estadísticos I

6o. AÑO.

I SEMESTRE.

- Bioquímica de Alimentos
- Contabilidad
- Construcciones Agroindustriales
- Electricidad Industrial I
- Operaciones Unitarias II

II SEMESTRE.

- Fisiología Postcosecha
- Producción Pecuaria
- Métodos Estadísticos II
- Electricidad Industrial II
- Tecnología de Alimentos I

7o. AÑO.

I SEMESTRE.

- Control de Calidad y Normalización
- Proyectos Agroindustriales I
- Tec. Frigorífica
- Tec. Azucarera

II SEMESTRE.

- Proyectos Agroindustria- - les II
- Tec. de Productos Pecuarios
- Tec. de Alimentos II
- Tec. de Granos

TABLE 5
PROGRAMA (ACTUAL) (12).

IDENTIFICACION DEL CURSO.

Nombre de la Asignatura:	BIOQUIMICA GENERAL.
Area:	QUIMICO-BIOLOGICA.
Año:	CUARTO.
Semestre:	PRIMERO.
Carga Horaria:	
No. de Horas Clase/Semana:	4.5 hrs. (T). 4.0 hrs. (P)
Requisitos:	QUIMICA ORGANICA E INOR GANICA. NIVEL PREPARATORIA.

PRESENTACION.

El desarrollo del curso se basa en el conocimiento general de los constituyentes bioquímicos celulares como son: carbohidratos, proteínas, lípidos, enzimas, ácidos nucleicos, vitaminas; todo esto desde el punto de vista estático y dinámico (metabolismo).

OBJETIVOS GENERALES.

El alumno será capaz de comprender como están constituidas las proteínas, carbohidratos y lípidos; y demás constituyentes celulares.

El alumno también comprenderá los mecanismos de transformación de los componentes principales en los microorganismos, vegeta-

les y animales.

Proporcionar al individuo una visión unificadora en el sentido de conceptuar todos los seres vivos a partir de un número reducido de compuestos básicos, que involucrados en mecanismos - afines hacen posible la comprensión de los mismos de una manera más general.

CONTENIDO DEL CURSO.

I. AGUA Y SOLUCIONES AMORTIGUADORAS.

- Importancia del agua en los seres vivos.
- Propiedades físicas y enlace de hidrógeno en el agua.
- Estructura del agua líquida.
- Ionización del agua:
 - Ley de acción de masas.
 - Producto iónico del agua.
- Importancia y medición del pH.
- Acidos y Bases Brönsted.
 - Ecuación de Henderson-Haselbalch.
 - Curvas de valoración.
- Importancia de las soluciones amortiguadoras.

II. CARBOHIDRATOS.

- Importancia y clasificación.
- Estructura y estereoquímica de los monosacáridos.
 - Estereoquímica.
 - Estructura cíclica de los carbohidratos.
 - Monosacáridos que ocurren en la naturaleza.
- Reacciones de los azúcares.
- Disacáridos.

- Propiedades y estructura.
- El enlace glucosídico.
- Oligosacáridos.
- Propiedades y estructura.
- Propiedades y estructura de polisacáridos.
- Celulosa.
- Almidón y glucógeno.
- Otros.
- Métodos generales de análisis.
- Identificación cualitativa.
- Identificación cuantitativa y azúcares.
- Fundamentos de los métodos ópticos.
- Rotación óptica.
- Colorimetría.
- Oxidaciones por sales metálicas en solución alcalina de azúcares reductores.

III. LIPIDOS.

- Definición e importancia.
- Ácidos grasos.
- Estructura.
- Propiedades físicas.
- Propiedades químicas.
- Glicerol.
- Estructura.
- Propiedades.
- Fuentes naturales (Obtención).
- Clasificación de Lípidos.
- Glicéridos.
- Acil glicéridos.
- Fosfoglicéridos.
- Glicolípidos.
- Esfingolípidos.
- Lípidos diversos.
- Ceras.
- Esteroides.
- Terpenos.
- Vitaminas liposolubles.
- Prostaglandinas.
- Tocoferoles.
- Propiedades de lípidos.
- Propiedades físicas.
- Propiedades químicas (enranciamiento).
- Propiedades biológicas (biomembranas).

Aislamiento y purificación de ácidos grasos.

IV. AMINOACIDOS Y PROTEINAS.

Definición e importancia biológica.

Aminoácidos.

Fórmula general de los aminoácidos.

Nomenclatura y fórmulas de aminoácidos comunes.

Clasificación de aminoácidos.

Propiedades físicas de los aminoácidos.

Propiedades químicas de los aminoácidos.

Enlace peptídico.

Titulación de aminoácidos. Efecto Buffer.

Obtención de aminoácidos.

Composición cuantitativa de aminoácidos en proteína.

Proteínas.

Peptidización.

Algunos oligopéptidos de importancia biológica.

Estructura de proteínas.

Estructura primaria.

Estructura secundaria.

Estructura terciaria.

Estructura cuaternaria.

Métodos para determinar las estructuras primaria, secun
daria, terciaria y cuaternaria.

Propiedades de las proteínas.

Propiedades físicas.

Propiedades químicas.

Desnaturalización de las proteínas.

Agentes físicos.

Agentes químicos.

Aislamiento, purificación y determinación cuantitativa de
la pureza de las proteínas.

Síntesis química de péptidos y proteínas.

V. VITAMINAS.

Introducción.

Antecedentes históricos.

Definición.

Importancia biológica.

Clasificación.

Heterogeneidad química de las vitaminas.

Vitaminas de importancia bioquímica: A, D, E, K, B₁, B₂, B₆, B₁₂. Ac. Pantoténico, Niacina y C.

VI. ENZIMAS.

Definición e importancia biológica.

Nomenclatura y clasificación.

Naturaleza protéica.

Cofactores.

Sitio activo.

Especificidad.

Complejo enzima-sustrato.

Cinética de reacción.

Efecto de la concentración de enzima sobre la velocidad de reacción.

Efecto de la concentración de sustrato sobre la velocidad de reacción.

Ecuación de Michaelis-Menten.

Efecto del pH sobre la velocidad de reacción.

Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción.

Inhibición enzimática.

Reversible.

Irreversible.

Enzimas alostéricas.

Sistemas multienzimáticas.

Extracción y purificación de enzimas.

VII. ACIDOS NUCLEICOS.

Antecedentes e importancia biológica.

Componentes de ácidos nucleicos.

Bases nitrogenadas.

- Ribosa y ácido fosfórico.
- Nucleosidos.
- Nucleótidos.
- Polinucleótidos.
- Estructura de nucleótidos.
- Ácido ribonucleico. Modelo de Watson y Crick (RNAm, RNAn, RNAc).
- Biosíntesis de ácidos nucleicos.
- Los genes y los ácidos nucleicos.
- Código genético y biosíntesis de proteínas.
- Estructura cromosómica.
- Nucleoproteínas.

VIII. METABOLISMO.

- Catabolismo.
- Carbohidratos.
- Glicólisis.
- Secuencia de reacciones en la glicólisis.
- Fosforilación a nivel de sustrato.
- Fermentación.
- Distinción entre glicólisis y fermentación.
- Productos finales de la fermentación de glucosa.
- Diferencia entre fermentación y respiración anaerobia.
- Ciclo de las pentosas.
- Enzima del ciclo pentosa fosfato.
- Importancia del ciclo pentosa fosfato.
- Catabolismo de disacáridos.
- Catabolismo de sacarosa.
- Catabolismo de lactosa.
- Glucogenólisis y amilólisis.
- Acción de las fosforilasas.
- Acción de la alfa y beta amilasa y alfa 1-6 glucosidasa.
- Lípidos.
- Oxidación.
- Oxidación de ácidos grasos insaturados.
- Aminoácidos.
- Reacciones de transaminación, desaminación y descarboxilación.
- Destino del esqueleto de carbono.
- Proteínas.

- Proteólisis.
- Enzimas digestivas de las proteínas.
- Anfibolismo.
 - Ciclo de Krebs.
 - Secuencia de reacciones.
 - Enzimas participantes.
 - Ciclo de glioxalato.
 - Relación con el ciclo de Krebs.
 - Ciclo de la urea.
 - Integración del metabolismo de los carbohidratos, lípidos y aminoácidos.
- Transporte electrónico y fosforilación oxidativa.
 - Fosforilación oxidativa.
 - Ciclos de formación de ATP.
 - Cadena respiratoria.
 - Energía de la cadena respiratoria.
 - Desacoplamiento e inhibición de la cadena respiratoria.
- Anabolismo.
 - Fotosíntesis.
 - Antecedentes históricos.
 - Propiedades de la luz.
 - Aparato fotosintético.
 - Fotofosforilación cíclica y no cíclica.
 - Ciclo de Calvin.
 - Estequiometría del ciclo de reducción del carbono.
 - Gluconeogénesis.
 - Comparación con glicólisis.
 - Síntesis de disacáridos y polisacáridos.
 - Biosíntesis de la sacarosa.
 - Biosíntesis de la lactosa.
 - Síntesis del glucógeno y del almidón.
 - Síntesis de ácidos grasos.
 - Ciclo del nitrógeno y síntesis de aminoácidos.
 - Fijación biológica del nitrógeno.
 - Utilización del ión nitrato.
 - Incorporación del NH_4^+ a los compuestos orgánicos.
 - Síntesis de proteínas.
 - Componentes de la síntesis de proteínas.
 - Activación de aminoácidos.
 - Esquema general de la biosíntesis.
 - Proteínas y su relación con ácidos nucleicos.

IX. REGULACION METABOLICA.

Definición e importancia.

Factores relacionados con la regulación metabólica.

Enzimas.

Modelos de acoplamiento con sustrato.
Cinética alostérica.

Mecanismos de regulación metabólica.

Inhibición enzimática.
Represión e inducción genética.
Regulación metabólica hormonal.

EVALUACION.

El curso teórico comprende el 70%.

El curso práctico comprende el 30%.

BIBLIOGRAFIA.

Básica.

- CONN E. E.; STUMFF, P.K. Bioquímica Fundamental. Cuarta -
Edición. Ed. Limusa, S.A. 1976.

REFERENCIAS.

- LEHNINGER, A.L. Curso Breve de Bioquímica. Ed. Omega, S.A.
1976.
- LEHNINGER, A.L. Bioquímica, las bases moleculares de la -
estructura y función celular. Ed. Omega. 1978.

TABLA 6

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO ESPECIALISTA EN INDUSTRIAS AGRICOLAS (PROPUESTA) (35).

LINEAS CURRICULARES						
AÑO	SE- MES- TRE	ADMINISTRACION AGROINDUSTRIAL	INTERRELACION AGRICULTURA- INDUSTRIA	OPERACION Y DISE- ÑO DE PLANTAS - AGROINDUSTRIALES	PROCESOS UNITARIOS	TECNOLOGICA
4	I	- ECONOMIA	- INTRODUCCION A LA AGROINDUSTRIA	- MECANICA	- MATEMATICAS	- ANALISIS DE ALIMENTOS. - BIOQUIMICA - GENERAL.
	II	- INTRODUCCION A LA ESTADISTICA	- AGRIBIOLOGIA - FISIOLOGIA - VEGETAL.	- MECANICA DE MATERIALES	- INTRODUCCION AL COMPUTO. - TERMODINAMICA	
5	I		- AGROECOLOGIA - AGROINDUS- TRIA I. - CULTIVOS AGRO INDUSTRIALES.	- ELECTRICIDAD	- FISICOQUIMICA	- MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS
	II	- INTRODUCCION A LA ADMINISTRACION	- FUNDAMENTOS DE HORTOFRUTICULTURA	- INGENIERIA - ELECTRICA. - INGENIERIA - MECANICA.	- FENOMENOS DE TRANSFERENCIA	- BIOQUIMICA DE ALIMENTOS.
6	I	- LEGISLACION AGROINDUSTRIAL. - METODOS - ESTADISTICOS	- AGROINDUSTRIA II. - FISIOLOGIA Y TECNOLOGIA - POSTCOSECHA.	* ELECTIVA	- OPERACIONES UNITARIAS	
	II	- SISTEMAS AGRO INDUSTRIALES. * ELECTIVA.	- PRODUCCION PECUARIA.	- CONTROL DE CALIDAD	- PRODUCCION DE FRIO	- TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMI- LLAS.
7	I	- FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS AGRO INDUSTRIALES.	* ELECTIVA	- CONSTRUCCIONES AGROINDUSTRIALES	- INGENIERIA DE PROCESOS	- PRACTICAS - INTEGRALES I - TECNOLOGIA DE FRUTAS Y HORTA- LIZAS.
	II	* ELECTIVA		- ESTUDIO TECNICO E INGENIERIA DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL.	* ELECTIVA	- PRACTICAS INTE- GRALES II. - TECNOLOGIA DE - ORIGEN ANIMAL - TEC. DE CEREA- LES Y OLEAGINOSAS.
ELECTIVAS		* CONTABILIDAD PARA LA DIRECCION * DIRECCION DE ORGANIZACIONES AGROINDUSTRIALES. * INGENIERIA DE PROYECTOS.	* HORTOFRUTICUL- TURA ESPECIAL * BENEFICIO DE CULTIVOS AGRO INDUSTRIALES	* INSTRUMENTACION INDUSTRIAL. * MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL		* BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL. * TECNOLOGIA AZUCARERA.

Por otro lado, existe una gran diversidad de tendencias en cuanto a la elaboración de programas para la materia de Bioquímica, parece ser que las diferencias más importantes son las que se refieren al énfasis y la secuencia de los temas, así como a la presentación de los objetivos.

Al analizar los resultados de una encuesta realizada en 1978, por el Education Committee of the Association of Medical School Departments of Biochemistry, Breña (11), opina que "la conclusión a la que se llegó en este trabajo me confirmó en la certeza de que la enseñanza de la Bioquímica, o de cualquier ciencia, es un proceso dinámico sujeto a revisión constante en cuanto al contenido del material de enseñanza para ajustarlo a las condiciones del momento".

Llera y colaboradores (26) coinciden con la opinión anterior al expresar "...no es válido presentar un curso modelo de Bioquímica pues no existe ninguno que pueda aplicarse en todas las circunstancias locales de la enseñanza de la materia que presenta una problemática particular en cada curso...".

Estas opiniones, entre otras, refuerzan la idea de que las características de cada curso básico de Bioquímica dependen de la Institución y la carrera en la que se esté impartiendo, ya

que cada una de ellas tendrá diferentes objetivos educacionales que justifican la existencia del curso y orientan su desarrollo.

Un problema común es el de la selección del contenido del curso de Bioquímica, teniéndose siempre como limitante el tiempo disponible. Es obvio que en el tiempo promedio con que se cuenta en las Instituciones en las que se imparte esta materia es imposible incluir todo y que por lo tanto se debe ejercer de un modo o de otro la selección del material de enseñanza.

El planteamiento de objetivos específicos en los programas de Bioquímica no tiene mucha aceptación entre los profesores que la imparten, a pesar del gran desarrollo que ha tenido en los últimos años la planeación curricular, de acuerdo a los resultados obtenidos en algunas encuestas realizadas recientemente: "Para muchos maestros los objetivos educativos se encuentran implícitos en el contenido del curso y en su opinión no vale la pena tomarse el tiempo de enunciar lo obvio" (26); "se encontró que sólo una pequeña proporción de las instituciones (alrededor del 26%) incluyen objetivos en las cartas descriptivas de la materia" (11).

Sin embargo, muchos especialistas manifiestan la conveniencia e importancia de enunciarlos.

Para Arnaz (4), la función de los objetivos curriculares es, principalmente, la de orientar, guiar y normar todas las actividades que conforman un proceso concreto de enseñanza-aprendizaje. Además menciona que "los objetivos específicos, en el nivel de programa de materia, son los logros que han de obtenerse a corto plazo, para hacer posible la conquista de los logros a mediano y largo plazo".

También se dice que el contar con los objetivos permite planear, diseñar y evaluar las unidades de enseñanza con más precisión (27).

Según Llera y colaboradores (26), el planteamiento de los distintos objetivos educacionales es el único camino que permite planear lógicamente las actividades de enseñanza y orientar el desarrollo del curso hacia el logro de las metas que se pretenden alcanzar.

Es evidente que existen varias formas de expresar los objetivos, no obstante una de las más aceptadas y utilizadas es la

expresada por Tyler (39): "...La forma más útil de enunciar los objetivos consiste en expresarlos en términos que identifiquen al mismo tiempo el tipo de conducta que se pretende generar en el estudiante y el contenido del sector de vida en el cual se aplicará esa conducta"...

Para algunos autores, los métodos de enseñanza sólo resuelven, en esencia, el problema de la transmisión de una idea, de una habilidad o de un estado emocional del maestro al alumno (11). No obstante, una de las metas más anheladas al realizar la planeación curricular, es la de desarrollar y aplicar métodos de enseñanza que promuevan aprendizajes significativos en donde el alumno investigue, confronte, analice, concluya y enriquezca su criterio, bajo la coordinación y guía autorizada del profesor.

En la mayoría de los casos, la enseñanza tiene que ajustarse en cuanto al contenido del programa (en área y profundidad) y a los distintos factores que la afectan (tiempos, número de grupos, número de alumnos, tipo de alumnos, recursos materiales, etc).

Para algunos especialistas (26) la mejor arna educativa en Bioquímica es la conferencia y argumentan que, de alguna forma,

los estudiantes están condicionados a aprender de las conferencias y se sienten mejor escuchando, esencialmente, la misma información que pueden leer. Por otro lado, también resaltan que, en este tipo de métodos, los alumnos acostumbran tomar apuntes y los profesores cubrir los temas, de solo lo necesario para contestar exámenes.

Por lo que toca a la etapa de evaluación, una de las definiciones más claras y que recuerda su importancia en cualquier curso, es la expresada por López (25): "La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje en sus diferentes etapas, debe contemplar todos y cada uno de sus elementos y componentes involucrados, sin perder de vista la integración del alumno como sujeto responsable y crítico de su propio aprendizaje. El desarrollo sistemático de este trabajo cuando el mismo profesor toma la iniciativa y se compromete, ofrece muchas bondades, entre otras, la de reafirmar tanto al alumno como al maestro dentro de la superación del proceso educativo".

Así mismo, se debe evitar en lo posible, que el estudiante organice su tiempo sólo para aprobar exámenes y no para lograr los objetivos del curso; el éxito final puede alcanzarse cuando los estudiantes perciban que sus objetivos para obtener buenas calificaciones coinciden con los objetivos del profesor para hacerlos competentes en Bioquímica.

En lo que respecta a la parte práctica de la materia, hay una gran diversidad de opiniones sobre el valor de la enseñanza de habilidades de laboratorio en los cursos generales de Bioquímica y se dice que éste es el componente más variable de ellos - (26).

Algunos profesores sostienen que los cursos introductorios de Bioquímica no deben tener prácticas de laboratorio, debido a que los estudiantes de este nivel no tienen conocimientos suficientes ya que no van a aplicar las técnicas aprendidas en el laboratorio en su ejercicio profesional. En contra de estos argumentos, se debe tener en cuenta que todos los conocimientos acerca de fenómenos bioquímicos se han adquirido por métodos experimentales, y gracias a ellos esta ciencia ha tenido un gran avance en este siglo (17).

Otro argumento importante a favor de la impartición de un curso teórico-práctico de Bioquímica es el de proporcionar a los alumnos la oportunidad de practicar el método científico, lo que es indispensable en el ejercicio de cualquier profesión relacionada con las ciencias biológicas (17).

Así, por lo mencionado anteriormente, se justifica el hecho de utilizar un modelo didáctico que nos permita presentar, de

manera organizada, todos estos elementos que deben contemplarse siempre en cualquier curso formal.

METODOLOGIA
Y
DESARROLLO

El presente trabajo está basado, fundamentalmente, en la utilización de un modelo didáctico que permite organizar el contenido del curso de Bioquímica General en una forma sistemática. Este modelo es el propuesto por Gago (20) y consta de las siguientes partes o secciones:

- a) Datos para la identificación del curso.
- b) Presentación del curso.
- c) Objetivos terminales.
- d) Contenido temático.
- e) Objetivos específicos de aprendizaje.
- f) Experiencias de aprendizaje.
- g) Criterios y medios para la evaluación.

La descripción de cada una de estas secciones es la siguiente:

DATOS PARA LA IDENTIFICACION DEL CURSO.

Los datos de esta sección son:

Nombre de la asignatura.

Tipo de curso.

Línea curricular a la que pertenece.

Año y semestre en el que se cursa.

Horas de clase; semanal y semestral.

Requisitos previos.

PRESENTACION DEL CURSO.

En esta sección se comunican los propósitos o finalidades más generales que tiene el curso, su razón de ser, y la posición que guarda respecto a otros cursos de la misma disciplina o de otras.

OBJETIVOS TERMINALES.

En esta sección se precisa lo que el alumno podrá hacer al término del proceso de aprendizaje. A partir de los objetivos terminales se obtienen indicadores que permiten delimitar el contenido temático y redactar los objetivos específicos que sean necesarios, ya que sin precisar cuál será el desempeño terminal que se espera del alumno, no es posible efectuar una evaluación válida ni planear experiencias de aprendizaje.

CONTENIDO TEMATICO.

Es un listado de temas y subtemas relacionados con la disciplina que se va a impartir. Dicho listado cumple con la función de ubicar en un marco de conocimientos determinados lo ya indicado en la sección de objetivos terminales y es, al mismo tiempo, un enlace con los objetivos específicos, donde habrá de precisarse el tipo o nivel de aprendizaje particular que de cada tema se pretende que logre el alumno.

En esta sección se puede estipular también el tiempo de exposición que servirá para sugerir la extensión con que se puede tratar el tema.

OBJETIVOS ESPECIFICOS DE APRENDIZAJE.

En esta sección se expresa en forma clara, evidente y precisa, el aprendizaje que han de lograr quienes participen en el curso. La presentación, los objetivos terminales, y el contenido temático del curso deben traducirse a una serie, tan amplia como sea necesaria, de objetivos particulares cuya suma equivalga a lo enunciado como meta del curso.

EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE.

Esta parte del programa de la materia debe contener recomendaciones de carácter metodológico. Aquí se trata de precisar el cómo o por lo menos de sugerir algunos procedimientos y medios de enseñanza que faciliten la consecución de los objetivos.

CRITERIOS Y MEDIOS PARA LA EVALUACION.

En esta sección es necesario determinar la manera de precisar la medida en que se cubren los objetivos. Las indicaciones o recomendaciones que se hagan aquí, serán de gran utilidad para los alumnos y profesores que estén implicados. Todos sabrán -

de antemano cuándo y cómo se efectuarán los exámenes, qué parte del curso comprenderá cada uno y con qué propósito se realizan.

El procedimiento subsecuente para la elaboración de este trabajo consistió en:

1. La recopilación y revisión de los programas de Bioquímica vigentes en otras Universidades.
2. El análisis del contenido del programa del curso de Bioquímica General, vigente en el Departamento de Industrias Agrícolas.
3. El análisis de los temas de este curso que son solicitados como requisito para otras materias del nuevo plan de estudios de la especialidad de Industrias Agrícolas.
4. La consulta a profesores responsables de esta materia o -- materias similares en la Universidad Autónoma Chapingo y en otras Universidades.
5. La organización, con base en el modelo didáctico elegido, del contenido de la materia en un nuevo programa
6. La presentación del nuevo programa a las instancias correspondientes (coordinación, comisiones, reunión plenaria, etc.), para su aprobación.
7. Para la parte práctica del curso, la elaboración de un pro

grama global de prácticas para Bioquímica General siguiendo la metodología planteada para la elaboración del programa teórico.

A continuación se analiza cada una de estas etapas.

Se recopilaron los programas de Bioquímica vigentes en las siguientes Universidades:

- Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.): De la Facultad de Medicina (3 y 22), Facultad de Ciencias (Departamento de Biología), Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia y de la Facultad de Química (15, 18, 28 y 29).
- Universidad Autónoma de Puebla (U.A.P.): De la Facultad de Ciencias Químicas.
- Universidad Veracruzana (U.V.): De la Facultad de Ciencias Biológicas.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.): División de Ingeniería Agronómica (32).
- Universidad Autónoma Metropolitana, plantel Xochimilco (U.A.M.-X.): División de Ciencias Biológicas y de la Salud (6).
- Universidad Autónoma de Guadalajara (U.A.G.): Área de Ciencias de la Salud (10).

Del análisis de estos programas se desprenden varias observaciones:

1. Aunque con una cierta tendencia o enfoque específico, en todos ellos se tratan los mismos temas de la materia, a pesar de que la secuencia y amplitud no siempre es la misma
2. Solo en las facultades o escuelas en que se imparten las carreras de Químico o Químico Farmacéutico Biólogo (Q.F.B.), el contenido se distribuye en dos cursos semestrales. En las demás facultades, con carreras como Veterinaria, Biología, Medicina, Agronomía, etc., se imparte en un solo curso semestral.
3. En todos los casos, los cursos de Bioquímica son teórico-prácticos. De manera general, se le asigna mayor tiempo a la parte teórica que a la práctica.
4. En muy pocos casos, solo dos, se hace la asignación del tiempo requerido para cada tema.
5. En la mayoría de los casos, excepto dos, se definen los objetivos generales y específicos en el programa del curso.
6. En ningún caso se especifican los criterios y medios para la evaluación del curso.

7. No en todos los casos, solo en cuatro, se incluye la bibliografía.

Así, es fácil observar que en todos estos programas existen tanto afinidades como diferencias que solo pueden ser explicadas por las condiciones específicas en que se imparte cada curso de Bioquímica, así como por su papel en cada currículo de las diferentes carreras.

Es importante mencionar que en la mayoría de los casos en los que la Bioquímica se imparte en un solo curso semestral, los profesores coinciden en hacer notar que el tiempo no es suficiente para cubrir la totalidad del programa y por tanto es muy común que quede inconcluso al final del semestre. También es común la observación de que el alumno no trae las bases suficientes en cuanto al conocimiento de las materias básicas que se estipulan como prerrequisitos (Química, Biología, Matemáticas, etc). Esta problemática es compartida por los profesores que imparten este curso en el Departamento de Industrias Agrícolas de la U.A.CH.

Por otro lado, como ya se mencionó al hablar del perfil del egresado, al terminar la carrera el alumno debe poseer, entre

otras, capacidad para identificar la composición de los productos agropecuarios, sus cambios químicos más importantes y el control para su conservación. Esto justifica el que el curso de Bioquímica General sea básico en su formación y que sus temas sean considerados como requisitos previos para el estudio de otras muchas materias de la carrera.

Entre estas materias, que necesitan a la Bioquímica General o algunos de sus temas como requisito previo, tenemos: Fisiología Vegetal, Microbiología Industrial, Agrobiología, Agroecología, Microbiología de Alimentos, Bioquímica de Alimentos, Control de Calidad, Fisiología y Tecnología Postcosecha, Producción Pecuaria, Tecnología de Granos y Semillas, Tecnología de Frutas y Hortalizas, Tecnología Azucarera, etc.

Los temas solicitados comunmente, van desde los muy generales; como composición química de los organismos vivos; estructura, propiedades y rutas metabólicas de las principales biomoléculas, etc. Hasta algunos muy específicos como: Las reacciones de la fotosíntesis, regulación de la cadena respiratoria, el ciclo del glioxilato en las plantas, el papel de alguna vitamina en una ruta metabólica, etc. Sin embargo, se pueden englobar, de manera muy general, en los siguientes grandes temas:

- Estructura, propiedades y función celular de las principales biomoléculas: Carbohidratos, Proteínas, Lípidos, Vitaminas y Enzimas.
- Estructura y propiedades del agua, así como su importancia.
- Los procesos metabólicos de los organismos vivos: Metabolismo de Proteínas, de carbohidratos, de lípidos, de ácidos nucleicos. Así como su interrelación y regulación.

Así, desde este enfoque, casi todos los temas marcados en el programa actual son importantes. Es entonces necesario realizar un análisis detallado de su contenido para redefinir los temas así como, su secuencia para conseguir un aprovechamiento óptimo de la materia.

Entre las deficiencias estructurales, de acuerdo con el modelo didáctico propuesto que presenta el programa actual tenemos que:

- 1) En lo referente al contenido del programa;
 - Únicamente se marcan como requisitos previos a la Química Orgánica e inorgánica y solo a nivel preparatoria. Siendo necesario además la Biología celular, la Física y las Matemáticas, todas a nivel Licenciatura.

- No se estipulan los objetivos específicos ni el tiempo requerido para cada tema.
 - Se incluyen algunos temas, como los métodos generales de análisis de algunos componentes celulares, que deben ser incluidos en otras materias (como análisis de alimentos).
 - La secuencia de los temas es un tanto disgregada.
 - Falta un tema introductorio al estudio de la Bioquímica y otro al estudio del metabolismo intermediario.
 - Falta una mayor integración en los temas del metabolismo intermediario.
 - En muchos casos es necesario vincular más las estructuras y propiedades de las biomoléculas con su función celular.
- 2) No se especifican las experiencias de aprendizaje ni los criterios y medios para su evaluación.
- 3) La bibliografía es muy limitada y bastante atrasada.

Así, después de considerar todos estos elementos, realizar el análisis (capítulo por capítulo) del programa vigente y consultar algunos textos especializados en Bioquímica y materias relacionadas, se procedió a elaborar un nuevo programa cuya propuesta final se muestra a continuación.

RESULTADOS

PROGRAMA DE MATERIA.Identificación del Curso.

Nombre de la asignatura:	Bioquímica General.
Tipo de curso:	Teórico.
Línea curricular:	Tecnológica.
Año:	Cuarto.
Semestre:	Primero.
No. de horas clase/semana:	4.5 horas (3 sesiones).
No. de horas clase/semestre:	72 horas.
Requisitos previos:	Química Orgánica, Química Inorgánica, Biología Celular, Física y Matemáticas.

Presentación del Curso.

Este curso pertenece a la línea curricular tecnológica a la cual proporciona los conocimientos básicos, sobre la composición molecular y sus interrelaciones en los organismos vivos, para poder comprender las diferentes transformaciones que sufre la materia prima agropecuaria cuando se le aplica una tecnología determinada.

Es importante mencionar que además de tener aplicación en las materias de tecnologías específicas, este curso es utilizado como base para otras líneas curriculares, como en Interrelación Agricultura-Industria donde tiene aplicación en prácti

camente todas las materias; y en la de operaciones unitarias - en donde se aplica en la materia de Fisicoquímica.

Objetivos Terminales.

1. El alumno explicará como estan constituidos, químicamente, los principales componentes celulares: Agua, carbohidratos, lípidos, proteínas, enzimas, vitaminas y ácidos nucleícos; así como, su función dentro de los organismos vivos.
2. El alumno comprenderá los mecanismos de transformación y regulación de esos compuestos en diferentes organismos; vegetales, animales y microorganismos.

CONTENIDO TEMATICO Y OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Temas y Subtemas.

Tiempo (Horas).

- | | |
|------------------------------------|-----|
| 1. Introducción. | 3.0 |
| 1.1 Definición de Bioquímica. | |
| 1.2 Aplicaciones de la Bioquímica. | |
| 1.3 Estructura y función celular. | |
| A) Bioelementos y biomoléculas. | |
| B) Formación de las biomoléculas. | |

C) Función de los organelos -
celulares.

1.4 Estructuras Comunes en los Organismos Vivos.

Objetivos Específicos:

- El alumno definirá el concepto de Bioquímica y enunciará -
sus aplicaciones.
- Explicará el objeto de estudio de la Bioquímica, así como
su importancia para la comprensión de los procesos que se
llevan a cabo en los seres vivos.

2. El Agua y su Función Biológica.

3.0

2.1 Importancia en los Organismos -
Vivos.

2.2 Propiedades Físicas y Estructu-
ra del Agua.

A) El Agua como un dipolo.

B) Ionización del agua.

C) Enlace de hidrógeno.

D) Interacciones hidrófobicas -
e hidrofílicas.

E) Propiedades disolventes del agua.

F) Relación del agua con las macromoléculas.

2.3 Producto Iónico del Agua.

A) Importancia y medición del pH.

B) Soluciones amortiguadoras; -
Ecuación de Henderson-Hasselbalch.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará las propiedades del agua en relación con su estructura.
- Enunciará los principales papeles biológicos del agua.
- Explicará la importancia de la Medición del pH.
- Mencionará la importancia de las soluciones amortiguadoras en los Organismos Vivos.

3. Carbohidratos.

6.0

3.1 Definición e Importancia.

3.2 Clasificación.

A) Monosacaridos.

- B) Oligosacáridos.
 - C) Polisacáridos.
- 3.3 Estructura, Propiedades y Función Celular de los principales Monosacáridos.
 - 3.4 Estructura, Propiedades y Función Celular de los Principales Oligosacáridos.
 - 3.5 Estructura, Propiedades y Función Celular de los Principales Polisacáridos.
 - A) De reserva: Glucogeno y almidón.
 - B) Estructural: Celulosa, quitina, pectina y lignina.
 - 3.6 Formación y Función Celular de las Glicoproteínas.
 - 3.7 Los Glicolípidos y su Papel en las Membranas Celulares.
 - 3.8 Propiedades Biológicas de los Carbohidratos.
 - A) Fuente y almacén de energía.
 - B) Componentes estructurales.
 - C) Determinante antigénico.

Objetivos Específicos:

- El alumno identificará las estructuras, conocerá las propiedades fundamentales y comprenderá la importancia biológica de los principales carbohidratos.

4. Lípidos. 7.5
- 4.1 Definición e Importancia.
- 4.2 Clasificación.
- 4.3 Ácidos Grasos y Triacilglicéridos.
- A) Estructura y propiedades.
- B) Función celular e importancia metabólica.
- 4.4 Fosfoglicéridos y Glicolípidos.
- A) Estructura y propiedades.
- B) Función e importancia como componentes clave de las membranas celulares.
- 4.5 Esfingolípidos y Ceras.
- A) Estructura y propiedades.
- B) Función biológica.
- 4.6 Terpenos y Esteroides.
- A) Estructura y propiedades.
- B) Función biológica.
- 4.7 Sistemas Lipoproteicos
- A) Formación y función celular.
- B) Como componentes de membranas celulares.

Objetivos Específicos:

- El alumno será capaz de distinguir la estructura y propiedades de los principales ácidos grasos.

- Identificará la composición y estructura de los principales lípidos.
- Explicará las principales funciones biológicas de los lípidos.

5. Proteínas.

9.0

- 5.1 Los Aminoácidos Como Unidades Formadoras de Proteínas.
 - A) Estructura y clasificación.
 - B) Propiedades ácido-básicas y reacciones químicas.
 - C) Importancia.
- 5.2 Enlace Peptídico y Formación de Peptidos.
 - A) Condiciones generales.
- 5.3 Importancia Biológica de Algunos Peptidos.
 - A) Proteicos.
 - B) No proteicos.
- 5.4 Clasificación de las Proteínas.
 - A) Por su función.
 - B) Por su forma.
 - C) Por su composición.
 - D) Por su solubilidad.

5.5 Niveles Estructurales de las -
Proteínas.

- A) Tipos de unión que participan en la estabilización de una - proteína; covalente, iónica, hidrófobas Van der Waals, etc.
- B) Nivel Primario; Enlace peptídico y estabilización
- C) Nivel Secundario; Alfa hélice, lámina betaplegada y orientación al azar.
- D) Nivel Terciario; Tipos de enlaces involucrados y estabilización.
- E) Nivel Cuaternario; Tipos de proteínas que lo presentan, tipos de enlace que lo estabilizan, - efecto cooperativo.

5.6 Desnaturalización y Renaturalización.

- A) Agentes desnaturalizantes.
- B) Consecuencias más importantes.

5.7 Extracción, aislamiento y purificación.

- A) Solubilidad de las proteínas.
- B) Punto isoeléctrico de una proteína.
- C) Electroforesis y cromatografía.

5.8 Propiedades Biológicas de las Proteínas.

- A) Estructurales y contractiles.
- B) De transporte.
- C) Inmunoproteínas.
- D) Enzimas.
- E) Hormonas.
- F) Toxinas.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará la importancia de los aminoácidos como unidades estructurales de las proteínas.
- Reconocerá las estructuras de los principales aminoácidos.
- Describirá las propiedades principales de los aminoácidos.
- Describirá los factores más importantes que intervienen en la conformación estructural de las proteínas.
- Explicará la importancia del fenómeno de la desnaturalización de las proteínas.
- Señalará las funciones biológicas y la importancia de las proteínas en los organismos vivos.

6. Enzimas.

9.0

6.1 Generalidades.

- A) Naturaleza química y propiedades.
- B) Función e importancia.
- C) Reglas de nomenclatura y clasificación.

6.2 Componentes de las Enzimas.

- A) Cofactores enzimáticos: Cofactores, coenzimas, grupos prostéticos, holoenzimas, - apoenzimas y zimógenos.
- B) Residuos no esenciales y esenciales.
- C) Sitio activo.
- D) Especificidad enzimática; - absoluta y relativa.
- E) Teorías que explican la especificidad enzimática; Fisher, - Koshland y Ogston.
- F) Mecanismos de catálisis enzimática, efectos de proximidad y orientación.

6.3 Cinética Enzimática.

- A) Energía de activación.
- B) Ecuación de Michaelis-Menten.
- C) Conceptos de velocidad máxima y K_m .
- D) Transformaciones de la ecuación

de Michaelis-Menten.

E) Factores que afectan la velocidad de una reacción enzimática; pH, temperatura, concentración, etc.

6.4 Inhibición Enzimática.

A) Reversible; Competitiva, no competitiva y acompetitiva.

B) Irreversible.

6.5 Control Alostérico de la Actividad Enzimática.

A) Enzimas alostéricas.

B) Regulación.

C) Papel biológico.

6.6 Isoenzimas.

6.7 Sistemas multienzimáticos.

Objetivos Específicos:

- El alumno describirá las generalidades y la nomenclatura de las enzimas.
- Explicará las propiedades principales y la importancia de las enzimas en los organismos vivos.
- Será capaz de comparar y diferenciar la cinética de las reacciones químicas con las reacciones enzimáticas.

- Explicará el comportamiento de las enzimas ante diferentes factores: Temperatura, pH e Inhibidores.
- Mencionará algunos mecanismos de control de la actividad enzimática en los organismos vivos.

7. Vitaminas y Coenzimas.

4.5

7.1 Definición e Importancia Biológica.

7.2 Vitaminas con Función de Coenzima.

- A) Estructura, distribución y función bioquímica de: Niacina, riboflavina, ácido lipóico, biotina, tiamina, piridoxina, ácido fólico, cianocobal l á m i n a y ácido pantoténico.

7.3 Vitaminas que Carecen de Función Coenzimática Real.

- A) Estructura, distribución y función bioquímica de: Acido ascórbico, vitamina A, vitami n a D, vitamina E y vitamina K.

Objetivos Específicos:

- El alumno reconocerá a las principales vitaminas.

- Explicará la importancia de las vitaminas con base en su papel como coenzimas.
- Explicará, en forma general, los mecanismos propuestos para la acción específica de las principales coenzimas.
- Explicará la importancia de las vitaminas en el funcionamiento de los organismos vivos.

8. Acidos Nucleicos.

4.5

8.1 Componentes de los Acidos Nucleicos.

- A) Hidrolisis total (ácida y básica): bases púricas y pirimidicas, ribosa y desoxiribosa, grupo fosfato.
- B) Hidrolisis parcial: Nucleósidos y Nucleótidos.

8.2 Funciones de los Nucleótidos.

- A) Transportadores energéticos.
- B) Intermediarios metabólicos.
- C) Coenzimas.
- D) Reguladores metabólicos.
- E) Precursores activados de ácidos nucleicos.

8.3 Polinucleótidos.

- A) Enlace fosfodiéster 3' y 5'.
 - B) Notación o abreviatura de los polinucleótidos.
- 8.4 Acido Desoxirribonucleico (DNA).
- A) Papel biológico e importancia.
 - B) Estructura, modelo de Watson y Crick.
- 8.5 Acido Ribonucleico (RNA).
- A) Características generales.
 - B) Función, composición y estructura del RNA mensajero.
 - C) Función, composición y estructura del RNA de transferencia.
 - D) Función, composición y estructura del RNA ribosomal.
- 8.6 Nucleoproteínas.
- A) Características y localización.
 - B) Importancia biológica.

Objetivos Específicos:

- El alumno identificará los componentes estructurales de los ácidos nucleicos.
- Explicará las funciones biológicas y la importancia de cada uno de los ácidos nucleicos.

- Señalará la función e importancia de las principales nucleoproteínas.

9. Introducción al Metabolismo Intermedio. 4.5
- 9.1 Fuentes de Carbono y Energía para los Organismos Vivos.
- 9.2 Catabolismo y anabolismo.
- 9.3 Ciclo Energético de las Células.
- A) Constante de equilibrio.
 - B) Cambios de energía libre.
 - C) Principios termodinámicos en procesos bioquímicos.
- 9.4 El Sistema ATP y su Importancia.
- A) Estructura y propiedades.
 - B) Energía libre de hidrólisis del ATP.
 - C) Papel central del sistema ATP-ADP, acoplamiento de reacciones.
 - D) Utilización de la energía del ATP: Trabajo químico, Transporte y contracción muscular.
 - E) Otros compuestos con enlace fosfato y su nivel energético.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará el papel del metabolismo intermediario de materia y energía.
- Analizará la importancia del equilibrio y el comportamiento termodinámico de los sistemas de reacciones en los procesos bioquímicos.
- Citará la variedad de compuestos que poseen una energía -- libre de hidrólisis negativa.
- Explicará la importancia del ATP como unidad fundamental - de intercambio energético en los sistemas biológicos.

10. Metabolismo de carbohidratos.

7.5

10.1 Glucólisis.

- A) Fases de la glucólisis.
- B) Reacciones y enzimas de la secuencia glucolítica.
- C) Regulación de la glucólisis.
- D) Relaciones energéticas de la vía.
- E) Incorporación de otros carbohidratos a la secuencia glucolítica: Monosacáridos,

disacaridos y Polisacaridos.

10.2 Fermentación Alcohólica.

- A) Organismos que la realizan.
- B) Reacciones y enzimas.
- C) Importancia.

10.3 Gluconeogénesis.

- A) Enzimas participantes.
- B) Diferencias enzimáticas y -
energéticas entre glucólisis y gluconeogénesis.
- C) Precursores importantes.
- D) Interconversión de hexosas.
- E) Síntesis de disacáridos y -
polisacaridos a partir de -
glucosa.

10.4 Vía de las Pentosas Fosfato.

- A) Localización celular e importancia.
- B) Sustratos precursores.
- C) Reacciones y enzimas.
- D) Interrelación de esta vía -
con la glucólisis.
- E) Productos más importantes.

10.5 Vía del Glioxilato.

- A) Organismos que la realizan e
importancia.
- B) Reacciones y enzimas.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará los mecanismos por los cuales se degradan y sintetizan los principales carbohidratos.
- Identificará las principales etapas de los procesos metabólicos de los carbohidratos y comprenderá su papel como fuentes de energía.

11. Ciclo de Krebs.

4.5

11.1 Antecedentes e Importancia.

11.2 Localización Celular.

11.3 Formación de Acetil - Co A.

11.4 Secuencia del Ciclo.

A) Reacciones y enzimas.

B) Regulación del ciclo.

C) Productos principales.

11.5 Balance Energético del Ciclo.

11.6 Naturaleza Anfibólica del Ciclo.11.7 Relación con Otras Rutas Metabólicas.**Objetivos Específicos:**

- El alumno explicará la importancia del ciclo de Krebs como

ruta metabólica común para todas las moléculas combustibles de la célula.

- Identificará las principales reacciones de este ciclo así como su regulación.
- Evaluará la ganancia energética que se consigue en este proceso.

12. Cadena Respiratoria.

4.5

12.1 Reacciones de Oxido-Reducción.

- A) Agente oxidante.
- B) Agente reductor.
- C) Potencial Redox.

12.2 Localización Celular.

12.3 Secuencia de los transportadores de electrones.

12.4 Fosforilación oxidativa.

- A) Sitios de fosforilación.
- B) Hipótesis propuestas - - para su explicación.

12.5 Regulación del Proceso.

12.6 Agentes que Afectan la Cadena Respiratoria.

- A) Agentes que afectan el - transporte de electrones.

B) Agentes que afectan la fosforilación: Desacoplantes e inhibidores.

12.7 Balance Energético y Coeficiente P/O.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará como los electrones obtenidos en reacciones de óxido-reducción son utilizados por la célula.
- Comprenderá la secuencia lógica de los componentes de la cadena respiratoria y la formación del ATP en la fosforilación oxidativa.
- Señalará los pasos de inhibición del transporte electrónico, así como, los del desacoplamiento de la síntesis de ATP.
- Explicará la importancia de la cadena respiratoria para los organismos vivos.
- Evaluará el rendimiento energético de la oxidación total de la glucosa.

13. Fotosíntesis.

4.5

- 13.1 Definición e Importancia.
- 13.2 Introducción a la Fotosíntesis.
 - A) Propiedades de la luz solar.
 - B) El aparato fotosintético.
 - C) Pigmentos asociados a la fotosíntesis.
 - D) Ecuación general de la fotosíntesis.
- 13.3 Reacciones luminosas I y II.
- 13.4 Fotofosforilación.
- 13.5 La Reacción Oscura.
- 13.6 Balance Energético.
- 13.7 Análisis Comparativo con la Respiración.

Objetivos Específicos:

- El alumno describirá, en forma general, los mecanismos moleculares mediante los cuales la energía solar es captada por las células fotosintéticas y convertida en energía química.
- Identificará los principales organelos celulares y pigmentos asociados con la fotosíntesis.

- Describirá las principales reacciones de las fases de la fotosíntesis.

- Explicará los rasgos comunes entre la fotosíntesis y la respiración, y comprenderá su importancia.

14. Metabolismo de Lípidos.

7-5

14.1 Hidrolisis de Acilgliceridos y Fosfolípidos.

- A) Enzimas y reacciones.
- B) Productos.

14.2 Activación de Ácidos Grasos y su transporte al interior de la mitocondria.

14.3 Beta-Oxidación de ácidos grasos saturados de número par de átomos de carbono.

- A) Reacciones y enzimas.
- B) Balance energético.

14.4 Beta-Oxidación de ácidos grasos insaturados de número par de átomos de carbono.

- A) Reacciones y enzimas.

14.5 Beta-Oxidación de ácidos grasos saturados de número impar de átomos de carbono.

- A) Reacciones y enzimas.

- B) Destino de propionil-CoA.
- 14.6 Biosíntesis de Acidos Grasos.
 - A) Etapas de la síntesis.
 - B) Formación de ácidos grasos insaturados.
 - C) Diferencias y semejanzas - con la degradación de ácidos grasos.
- 14.7 Biosíntesis de Triacilgliceridos.
 - A) Fuentes de glicerol.
 - B) Reacciones y enzimas de la vía.
 - C) Biosíntesis de fosfolípidos y esfingolípidos.
- 14.8 Biosíntesis de Colesterol.
 - A) Localización.
 - B) Sustratos, enzimas y reacciones.
 - C) Biosíntesis de otros esteroides.
- 14.9 Regulación del Metabolismo de Lípidos.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará los mecanismos fundamentales por los cuales se degradan y sintetizan los principales lípidos.

- Identificará las etapas principales de los procesos metabólicos de los lípidos.
- Comprenderá la importancia de la regulación del metabolismo de lípidos.

15. Metabolismo de Proteínas.

9.0

15.1 Proteólisis.

- A) Secuencia y enzimas responsables.
- B) Destino de aminoácidos.

15.2 Degradación de Aminoácidos.

- A) Vías comunes de degradación: Transaminación, desaminación y descarboxilación.
- B) Degradaciones individuales de aminoácidos.
- C) Destino de la cadena carbonada de los aminoácidos.

15.3 Ciclo de la Urea.

- A) Excreción de amoníaco.
- B) Reacciones y enzimas del ciclo.

15.4 Poza metabólica para utilización de aminoácidos.

- 15.5 Biosíntesis de Aminoácidos por familias.
- 15.6 Ciclo del Nitrógeno.
- A) Fijación biológica del Nitrógeno.
 - B) Nitrificación.
 - C) Desnitrificación.
 - D) Importancia.
- 15.7 Biosíntesis de Proteínas.
- A) Participación de los ácidos nucleicos.
 - B) Activación de aminoácidos.
 - C) Iniciación de la síntesis.
 - D) Prolongación de la cadena.
 - E) Terminación de la síntesis.
 - F) Requerimientos energéticos.
 - G) Importancia.
- 15.8 Regulación del Metabolismo de las proteínas.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará los pasos principales de la degradación proteica.

- Describirá los procesos metabólicos generales de los aminoácidos, su utilización para la síntesis de proteínas y - otras biomoléculas y su incorporación al ciclo de Krebs.
- Explicará las formas principales, así como, su interconversión, en que es utilizado el nitrógeno por los organismos vivos.
- Explicará las etapas principales y la regulación de la síntesis de proteínas, así como la participación de los ácidos nucleicos en este proceso.

16. Metabolismo de Nucleótidos y Biosíntesis de Acidos Nucleicos.

4.5

16.1 Degradación de Nucleótidos.

- A) Degradación de purinas.
- B) Degradación de pirimidinas.

16.2 Biosíntesis de Nucléotidos.

- A) Biosíntesis de ribonucleótidos de purina y pirimidina.
- B) Formación de los di y trifosfonucleótidos.
- C) Biosíntesis de los desoxirribonucleótidos.

16.3 Regulación de la Síntesis de Nucleótidos.

- 16.4 Biosíntesis de Ácidos Nucleicos.
- A) Enzimas participantes: Polimerasa y polinucleótido fosforilasas.
 - B) Herencia y replicación del DNA.
 - C) Mecanismo de replicación del DNA.
 - D) Transcripción y RNA.
 - E) Traducción y código genético.
 - F) RNA y síntesis de proteínas.
 - G) Mutaciones: tipos, agentes mutagénicos y consecuencias.
 - H) DNA recombinante e ingeniería genética.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará las etapas más importantes de la degradación de los nucleótidos, así como el destino final de sus subproductos.
- Será capaz de identificar las diferentes rutas biosintéticas de los nucleótidos y señalará su importancia.
- Explicará los procesos más importantes para la biosíntesis de los ácidos nucleicos.

17. Regulación e Integración Metabólica.

4.5

- 17.1 Integración del Metabolismo de los carbohidratos, los lípidos y las proteínas.

- A) Rutas y productos metabólicos comunes.
 - B) Interconversiones posibles.
- 17.2 Integración de la Actividad - Celular.
- 17.3 Niveles de Regulación Metabólica; generalidades.
- 17.4 Mecanización de regulación metabólica.
- A) Inhibición por retroalimentación.
 - B) Control Específico de la Acción Enzimática.
 - C) Control Genético de la Actividad Celular; Represión e Inducción.
 - D) Sustancias que Regulan de un Modo Específico: AMP cíclico y hormonas.

Objetivos Específicos:

- El alumno explicará las interrelaciones existentes entre el metabolismo de las principales biomoléculas celulares, así como, la unidad que se presenta en toda la actividad de un organismo.
- Explicará, de manera general, los diferentes mecanismos que utilizan los organismos vivos para regular su activi-

dad metabólica, así como la importancia que estos representan.

Experiencias de Aprendizaje.

La metodología recomendada para la enseñanza de la Bioquímica en esta carrera es el sistema de conferencias (exposición y - preguntas). Es muy recomendable y necesario, la utilización - de diapositivas, acetatos, cartulinas y algunas películas que ilustren temas específicos.

Criterios y Medios para la Evaluación.

Se propone la realización de cinco exámenes parciales:

1. Comprende del tema 1 (Introducción) al 4 (Lípidos).
2. Del tema 5 (Proteínas) al 7 (Vitaminas).
3. Del tema 8 (Acidos Nucleicos) al 11 (Ciclo de Krebs).
4. Del tema 12 (Cadena respiratoria) al 14 (Metabolismo de - Lípidos).
5. Del tema 15 (Metabolismo de Proteínas) al 17 (Regulación e Integración Metabólica).

La calificación mínima aprobatoria es de 6.6, según reglamento académico de alumnos de la U.A.CH. (34).

Si un alumno aprueba con más de ocho los cinco exámenes parciales, tendrá derecho a quedarse con el promedio de esas calificaciones como calificación final.

Si reprueba un examen parcial o no alcanza un promedio superior a ocho (con todos aprobados), tendrá derecho a presentar un examen parcial de reposición al final del curso. Su calificación final será el promedio de las cinco calificaciones parciales aprobatorias.

Si reprueba dos o más exámenes parciales, presentará, obligatoriamente, un examen final global. Su calificación final será la obtenida en este último examen.

También se tomará en cuenta la participación del alumno en clase (intervenciones, seminarios, etc.) quedando a criterio del profesor la asignación de puntos por este rubro.

Bibliografía Básica.

- CONN, E.E. y P.K. STUMPF. 1984. Bioquímica Fundamental. 3ra. Ed. Limusa. México.
- LEHNINGER, A. L. 1985. Bioquímica. 2da. Ed. Omega. Barcelona, España.
- STRYER, L. 1988. Biochemistry. 3ra. Ed. W.H. Freeman and Company. New York, U.S.A.
- BOHINSKI, C.R. 1978. Bioquímica. Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.

Libros de Consulta.

- LEHNINGER, A.L. 1975. Bionergética. Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.
- DARNELL, J., H. LODISH and D. BALTIMORE. 1986. Molecular Cell Biology. Ed. Scientific American Books. New York, U.S.A.
- SMITH, E.L., R.L. HILL, I. R. LEHMAN, R.J. LEFROWITS, P. HANDLER and A. WHITE. 1983. Principles of biochemistry. 7a. Ed. McGraw-Hill. New York, U.S.A.
- SHEELER, P. and D.E. BIANCHI. 1987. Cell and molecular Biology. 3ra. Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, U.S.A.
- YUFERA, E.P. 1982. Química Agrícola III Alimentos. Ed. Alhambra. España.

- BADUI, D.S. 1983. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra. México.
- BIDWELL, R.G.S. 1982. Fisiología Vegetal. A.G.T. Editor. México.
- ALBERTS, B., D. BRAY, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS, and - J.D. WATSON. 1983. Molecular biology of the cell. Ira. Ed. Garland Publishing, Inc. New York, U.S.A.

Revistas Especializadas.

- Annual Review of Biochemistry.
- Journal of Biological Chemistry.
- Biochemical Journal.
- Biochemistry.
- Process Biochemistry.

PROGRAMA DE MATERIA.Identificación del Curso:

Nombre de la Asignatura:	Bioquímica General.
Tipo de Curso:	Práctico.
Línea Curricular:	Tecnológica.
Año:	Cuarto.
Semestre:	Primero.
No. Horas Clase/Semana:	4.0 horas (1 sesión)
No. Horas Clase/Semana:	64 horas.
Requisitos Previos:	Química Orgánica, Química Inorgánica, Biología Celular, Física y Matemáticas.

Presentación del Curso.

La relación entre la parte teórica y la práctica del curso de Bioquímica General es muy estrecha y se busca, dentro de lo posible, que la mayoría de los temas del programa sean ilustrados prácticamente estudiando por regla general la parte teórica antes que la práctica.

Objetivos Terminales.

Ilustrar y reforzar el contenido de las clases teóricas y desarrollar habilidades, aplicando el método científico, que sean útiles en la formación y el trabajo profesional subsecuentes del alumno.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Contenido Temático.

Práctica No. 1.

"Curvas de Valoración de Soluciones Amortiguadoras".

Método: Titulación y medición de pH.

Objetivos Específicos:

- El alumno realizará la preparación de dos curvas de valoración de ácidos débiles.
- Explicará el fenómeno de amortiguamiento que presentan algunas soluciones.
- Comprará la importancia que tienen las soluciones amortiguadoras en los organismos vivos.

Práctica No. 2.

"Separación de Carbohidratos a partir de su Fuente Natural".

Método: Cromatografía de papel descendente.

Solventes: Isopropanol, ác. acético y agua (3:1:1).

Objetivos Específicos:

- El alumno identificará algunos de los carbohidratos presentes en las frutas.
- Mencionará las ventajas y desventajas de la cromatografía del papel descendente, así como su aplicación en los estudios bioquímicos.

- Explicará las aplicaciones que puede tener la identificación de los carbohidratos de un producto.

Práctica No. 3.

"Reacciones Cualitativas para Identificar Carbohidratos de Extractos Vegetales".

Método: Reacciones de coloración y precipitación: P. de Fehling, P. de Barfoed, P. de Bial, P. de Seliwanoff y P. alfa Naftol.

Objetivos Específicos:

- El alumno realizará, a partir de distintas propiedades químicas de los carbohidratos, el análisis cualitativo en diferentes extractos vegetales.
- Identificará los carbohidratos presentes en un extracto vegetal.

Práctica No. 4.

"Extracción y Separación de Fosfolípidos".

Método: Extracción con solventes orgánicos (Cloroformo: Metanol, 2:1). Cromatografía de capa fina (en sílica gel).

Objetivos Específicos:

- El alumno extraerá y separará los fosfolípidos de la yema del huevo.

- Mencionará las ventajas y desventajas de la cromatografía de capa fina.
- Explicará las aplicaciones de los fosfolípidos en la industria alimenticia.

Práctica No. 5.

"Características Químicas de Grasas y Aceites".

Método: Determinación del Índice de Acidez, de yodo, de saponificación y de peróxidos.

Objetivos Específicos:

- El alumno distinguirá algunos de los cambios químicos que sufren las grasas y los aceites al descomponerse o cuando son adulterados.
- Estimaré la calidad de una muestra de grasa o aceite en base a las determinaciones realizadas.

Práctica No. 6.

"Extracción y Separación de Pigmentos Vegetales".

Método: Extracción con solventes orgánicos (Metanol-éter etílico, 9:1). Cromatografía en columna (de almidón).

Objetivos Específicos:

- El alumno identificará algunos de los pigmentos más impor-

tantes (clorofila y carotenoides) de los vegetales.

- Mencionará las ventajas y desventajas que presenta la cromatografía en columna.
- Explicará las aplicaciones que puede tener la extracción de pigmentos vegetales.

Práctica No. 7

"Identificación de los Aminoácidos de una Proteína".

Método: Hidrólisis ácida de una proteína. Cromatografía ascendente en papel.

Solventes: Butanol, ác-acético y agua (12:3:5).

Objetivos Específicos:

- El alumno será capaz de obtener aminoácidos libres mediante la hidrólisis ácida de una proteína.
- Identificará algunos de los aminoácidos de la proteína de algún producto agrícola.
- Mencionará las ventajas y desventajas que presenta la cromatografía en papel ascendente.
- Explicará la importancia que tiene el identificar los aminoácidos que componen una proteína.

Práctica No. 8.

"Factores que Afectan a las Proteínas".

Método: Precipitación de una proteína por efecto del pH, de algunos metales pesados y de la concentración de sal.

Objetivos Específicos:

- El alumno conocerá algunos de los factores que pueden desnaturalizar a las proteínas.
- Explicará los principales efectos de la desnaturalización de una proteína.

Práctica No. 9.

"Aislamiento y Purificación de la Caseína".

Método: Precipitación de la caseína por pH isoelectrónico.

Objetivos Específicos:

- El alumno cuantificará la caseína presente en una muestra de leche.
- Estimaré la calidad nutritiva de la leche en base a su contenido proteico.
- Explicará la importancia que tiene el conocer el punto isoelectrónico de las proteínas.

Práctica No. 10.

"Cinética Enzimática: Efecto de la concentración de sustrato".

Método: Preparación de un extracto enzimático. Determinación del oxígeno producido por desplazamiento de volumen.

Objetivos Específicos:

- El alumno establecerá, por medio de ensayos y gráficas, el comportamiento en la velocidad de reacción de la peroxidasa del chicharo con respecto a la concentración de sustrato (H_2O_2).
- Explicará, a grandes rasgos, la importancia de conocer la cinética seguida por una enzima determinada.

Práctica No. 11.

"Cinética Enzimática: Efecto del pH y la temperatura".

Método: Preparación de un extracto enzimático. Determinación del oxígeno producido por desplazamiento de volumen.

Objetivos Específicos:

- El alumno establecerá, por medio de ensayos y gráficas, el comportamiento de la velocidad de reacción de la peroxidasa del chicharo con respecto al pH y la temperatura.
- Explicará las precauciones generales que se deben tomar para el manejo de las enzimas.

- Obtendrá el pH y la temperatura óptimos de acción de una enzima.

Práctica No. 12.

"Actividad Enzimática de la Papaína".

Método: Cuantificación de la tirosina en un hidrolizado proteico por el método de Folin-Ciocalteu.

Objetivos Específicos:

- El alumno determinará la concentración óptima de la papaína, en la que muestra mayor actividad proteolítica.
- Realizará la activación enzimática de la papaína.
- Citará las principales aplicaciones de la papaína en la industria alimenticia.

Práctica No. 13.

"Cuantificación de Acido Ascórbico (Vit. C.) en productos naturales".

Método: Decoloración del Indofenol (Diclorofenol indofenol) por la vitamina "C".

Objetivos Específicos:

- El alumno realizará la cuantificación de vitamina "C" en algún fruto.

- Explicará los cambios en la concentración de vitamina "C" durante la maduración de los vegetales.

Práctica No. 14.

"Aislamiento de Acidos Nucleicos".

Método: Extracción y precipitación del DNA con Lauril sulfato de sodio y etanol.

Extracción y precipitación del RNA con cloruro de sodio y etanol.

Objetivos Específicos:

- El alumno realizará la extracción y precipitación del DNA de germen de trigo y del RNA de la levadura.
- Señalará los principios en que se basan los métodos utilizados.
- Mencionará la importancia que tiene la extracción y caracterización de los ácidos nucleicos.

Práctica No. 15.

"Bioenergética: Fotofosforilación"

Método: Determinación indirecta del fosfato unido al ADP por medio del método modificado de Fiske-Subarrow.

Objetivos Específicos:

- El alumno determinará el contenido de clorofila total en un extracto de espinacas.

- Medirá la fotofosforilación del ADP en cloroplastos de espinaca.
- Establecerá la importancia de la energía luminosa en la fotosíntesis.

Experiencias de Aprendizaje.

Considerando que a cada alumno se le proporciona un manual o protocolo de laboratorio al inicio del curso, se recomienda la discusión de los objetivos, las técnicas y sus fundamentos antes de realizar cada práctica.

El grupo se dividirá en equipos de cuatro o cinco alumnos que serán responsables de organizar y realizar la práctica. El profesor se encargará de supervisar y asesorar su trabajo.

Criterios y Medios para la Evaluación.

Para tener derecho a calificación, el alumno deberá cumplir con lo siguiente:

- Tener más de 90% de asistencia al curso práctico.
- Reportar cada práctica a la siguiente sesión de realizada.

- Presentar dos exámenes escritos sobre los fundamentos de las prácticas; uno a la mitad y otro al final del curso.

La calificación final será:

- 40% calificación de exámenes.
- 50% Reportes de prácticas.
- 10% Participación en clase.

Bibliografía Básica.

- PLUMMER, T.D. 1981. Bioquímica Práctica. Ed. McGraw-Hill. Bogotá, Columbia.
- CLARK, N. J. 1977. Experimental Biochemistry. 2da. Ed. W.H. Freeman and Co. U.S.A.
- ORTEGA, M.L. y H. Y. HERNANDEZ. 1986. Prácticas de Bioquímica Agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- PEARSON, D. 1976. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Libros de Consulta.

- LEHNIGER, A.L. 1985. Bioquímica. 2da. Ed. Omega. -
Barcelona, España.
- STRYER, L. 1988. Biochemistry. 3ra. Ed. W.H. Freeman and
Co. New York, U.S.A.
- YUFERA, E. P. 1982. Química Agrícola III, Alimentos.
Ed. Alhambra. Madrid, España.
- ABBOTT, D. y R.S. ANDREWS. 1983. Introducción a la Cro-
matografía. 3ra. Ed. Alhambra. Madrid, España.
- BIDWELL, R.G.S. 1982. Fisiología Vegetal. A.G.T. -
Editor. México.

Además de la bibliografía anterior se le proporcionará al alum
no, bibliografía específica para el experimento realizado des-
pués de cada práctica.

ANALYSIS
Y
DISCUSSION

Uno de los aspectos más importantes a mencionar, por sus repercusiones directas sobre el programa aquí elaborado, es el incremento en el número de materias en el plan de estudios propuestos para la carrera (tabla 6); se pasa de 40 a 48 materias para ocho semestres de la carrera, esto es, una materia más por semestre.

Además de todo lo que esto implica, saturación del alumno con toda la información y trabajo inherentes, se puede notar fácilmente que este nuevo plan de estudios es un tanto ambicioso, ya que se pretende que el egresado tenga una formación multidisciplinaria; aparte de la Ingeniería se aspira a la Administración Industrial y a la Tecnología de alimentos.

Tal vez esto pueda explicarse un poco al analizar los planes de estudio anteriores en los cuales se observa que esta tendencia se viene arrastrando de mucho tiempo atrás.

Sin embargo, no es el objetivo de este trabajo analizar o solucionar este problema, sino solo hacer ver las implicaciones que este representa para el programa de Bioquímica General - aquí propuesto, de estas, las más importantes son:

1. La imposibilidad de proponer nuevas materias que son necesarias como requisito previo para el estudio de la Bioquímica, como la Química Orgánica e Inorgánica y la Biología Celular. Además de que existe el argumento de que estas ya fueron cursadas por el alumno en la preparatoria.
2. La dificultad para obtener más horas de clase a la semana a esta materia para poder cubrir satisfactoriamente el contenido del programa propuesto.
3. La imposibilidad de exigir al alumno mayor trabajo extra-clase, lo que facilitaría el avanzar más rápido en el desarrollo del curso.

Así, las alternativas para salvar estos problemas podrían ser:

- Establecer una coordinación continua con el Departamento de Preparatoria Agrícola de la U.A.CH. para asegurar, en lo posible, que el nivel de las materias estipuladas como requisito previo para la Bioquímica sea el adecuado.
- Solicitar con anterioridad a los alumnos el repaso de los temas necesarios para el estudio de cada capítulo de la materia.
- Aprovechar el tiempo sobrante disponible, cuando lo haya,

de la parte práctica del curso.

- Utilizar los recursos didácticos disponibles (diapositivas, acetatos, cartulinas, películas, copias fotostáticas, etc.), durante el desarrollo de la clase para optimizar el aprovechamiento del tiempo asignado.

En lo que respecta al programa de Bioquímica General que se elaboró en este trabajo, se trató de que sus objetivos generales se ubicaran dentro del marco de los objetivos generales de la carrera de Ingeniero Agrónomo especialista en Industrias Agrícolas.

Uno de los problemas más difíciles fue el elegir el contenido del curso, ya que, como se mencionó anteriormente, en esta carrera se debe cubrir en solo un semestre el material que en muchas otras se desarrolla en dos. Para ello se tomaron en cuenta, fundamentalmente, por un lado los temas que fueron solicitados como requisitos para otras materias de la carrera, así como la opinión vertida por alumnos que cursaron esta materia y ahora se encuentran al final de la carrera; y por otro, los temas que constituyen el núcleo esencial de conocimientos directamente relacionados con la estructura conceptual de la Bioquímica.

En cuanto al orden y peso relativo de los temas, se trató de seguir una secuencia lógica partiendo de los aspectos más simples a los más complejos, procurando presentar primero las partes que faciliten la comprensión o tengan aplicación en temas posteriores. También se busco una mejor interrelación entre ellos.

Por otro lado, la formulación de los objetivos específicos de este programa se hizo, como ya se ha mencionado, con base en el modelo propuesto por Gago (20) que, a su vez, está basado en la taxonomía de los objetivos de la educación que postuló Bloom en 1971 (8). En general, se considera que este planteamiento no es tan rígido, de manera que no represente un encajonamiento de profesores y alumnos al desarrollar el curso y, por supuesto, es susceptible de futuras modificaciones para su perfeccionamiento.

Dadas las condiciones en que se desarrollará el programa aquí propuesto, la presencia de grupos heterogéneos de 30 a 40 alumnos y un contenido temático muy amplio que impiden aplicar métodos de enseñanza más activos, el método de enseñanza sugerido es el de conferencias. No obstante, se trata de que en la medida de lo posible no se caiga en clases pasivas, para ello el profesor deberá fomentar una comunicación directa y constante con los alumnos; proporcionándoles oportunidad de partici-

par activamente durante el desarrollo de las clases e invitán-
doles a realizar actividades como seminarios, trabajos de in-
vestigación, etc.

Durante el desarrollo de este trabajo y por la experiencia ad-
quirida al impartir esta materia, se hizo evidente la limita-
ción del tiempo con que se cuenta para desarrollar el curso;
según lo marcado para cada tema se requieren, conservadoramen-
te, 97 horas y sólo están disponibles 72. Dada la imposibili-
dad, por el momento, de que se acepte dividir la materia en -
dos cursos semestrales, la alternativa para solucionar este
problema es proponer un incremento en las horas asignadas a
cada sesión semanal, en lugar de 1.5 que sean 2.0 horas; con
ésto se conseguiría aumentar a 96 las horas disponibles en el
semestre. En caso de no aceptarse esta propuesta, se recurri-
ría a las alternativas mencionadas anteriormente: Uso de -
todos los recursos didácticos disponibles y utilización del
tiempo sobrante del curso práctico.

En lo que se refiere a las evaluaciones, es importante mencio-
nar que dado que el programa vigente no estipula los criterios
y medios a utilizar, éstos quedan a juicio del profesor, notan-
do que es práctica común el realizar a lo más dos exámenes par-
ciales y uno final global, siendo este último el más importan-
te para la calificación final. Es fácil comprender, como lo

menciona Garcilaso (21), que esta forma de evaluación es un tanto totalitaria y resulta ineficaz para demostrar la eficiencia del profesor y el éxito o fracaso del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con el sistema de evaluación del nuevo programa se pretende, por un lado estandarizar este importante aspecto del curso y por otro hacer que este proceso sea sistemático y continuo para determinar de mejor manera, en qué medida se han logrado los objetivos planteados.

Para facilitar esta tarea se sugiere la elaboración de un banco de preguntas, tan amplio como sea necesario; de correlación, de opción múltiple, de respuestas cortas y de análisis. Con éste se puede lograr una gran variedad y eficiencia en los exámenes.

Es también importante no dejar de tomar en cuenta las intervenciones en clase de los alumnos ya que éste estimula su participación activa durante el curso.

Finalmente, para ratificar la importancia de la parte práctica de la materia, nos podemos referir a lo afirmado por flores en su trabajo (19), "el trabajo de laboratorio ejerce una influen

cia muy marcada en la conducta del alumno al crear, entre - - otras, habilidades organizativas, psicomotrices y analíticas, hasta llegar a obtener una meta con base en un juicio crítico; aunado al papel social que poco se logra en las clases teóricas, y que consiste en la cooperación entre los mismos alumnos al trabajar en equipo".

A pesar de que, como ya se comentó en los antecedentes, existe la propuesta de incluir prácticas integrales en el plan de -- estudios de esta especialidad, en este trabajo se elaboró un programa global de prácticas de laboratorio de Bioquímica que está enfocado a la resolución de problemas Bioquímicos utilizando material biológico de origen agropecuario (frutas, verduras, leche, cereales, aceites, etc).

En esta etapa del trabajo se presentaron algunas restricciones importantes: La indisponibilidad de animales de experimentación debido a la carencia de un bioterio en la U.A.CH., y la escasez del material y equipo de laboratorio requerido para - desarrollar prácticas con un enfoque más bioquímico. Sin embargo, la utilización de material agropecuario para estas prácticas puede hacerlas un tanto más atractivas para el alumno.

En caso de no ser aprobada la propuesta de las prácticas inte-

grales, se implementará y aplicará este programa. Para efecto de la calificación final se tomarán en cuenta las dos calificaciones, debiendo ser aprobatorias, de los cursos teórico y - práctico en la siguiente ponderación: 60% teoría y 40% prácticas.

CONCLUSIONES

1. El programa elaborado es un recurso didáctico que puede - facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje de la Bioquímica General en la formación de Ingenieros Agrónomos especialistas en Industrias Agrícolas.

2. En comparación con el programa vigente, el programa propuesto presenta las siguientes ventajas:
 - Especifica los objetivos de aprendizaje en la enseñanza de la Bioquímica.
 - Proporciona una secuencia lógica de los temas a tratar en clase
 - Establece una distribución del tiempo de exposición - facilitando con ello su programación.
 - Proporciona los criterios para la evaluación de los - conocimientos adquiridos por el alumno.
 - Estimula a profesores y alumnos en la elaboración de - material didáctico moderno.

3. Este programa no se puede considerar un producto terminado ya que, como todo proceso curricular, debe ser continuo y sujeto a perfeccionarse.

BIBLIOGRAFIA

1. ABBOTT, D. y R. S. ANDREWS. 1971. *Introducción a la cromatografía*. 3ra. Ed. Alhambra. Madrid, España.
2. ALBERTS, B., D. BRAY., J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS, and J.D. WATSON. 1957. *Molecular biology of the cell*. 1a. Ed. Garland Publishing, Inc. New York, USA.
3. ARIAS, M.F., A.B. ARROYO, M.E. GARCIA y R.M. VILLALOBOS. 1956. Departamento de Bioquímica. Facultad de Medicina. Ed. Talleres gráficos de la Facultad de Medicina, U.N.A.M.
4. ARNAZ, J. A. 1951. *La planeación curricular*. Ed. Trillas. México.
5. BADUR, D.S. 1953. *Química de los alimentos*. Ed. Alhambra. México.
6. BENAVIDEZ, P. L. y P. A. ROZ. 1951. *La enseñanza de la Bioquímica en el sistema modular de la Universidad Autónoma Metropolitana*. Mensaje Bioquímico, Vol. -- 233-252. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
7. BIDWELL, R. G. S. 1952. *Fisiología vegetal*. A. G. T. Editor. México.
8. BLOOM, B. S. 1971. *Taxonomía de los objetivos de la educación*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
9. BOHINSKI, C. R. 1975. *Bioquímica*. Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.
10. BRAMBILLA, C. A. 1951. *Enseñanza de la Bioquímica en la Universidad Autónoma de Guadalajara (U.A. de G.)*. Mensaje Bioquímico, Vol. IV:135-140. Facultad de

Medicina, U.N.A.M.

11. BREÑA, V. G. 1984. Análisis comparativo de la enseñanza de la Bioquímica. Boletín de Educación Bioquímica, III (1): 9-18. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
12. CAMPOS, A. J., C. SAUCEDO, A. SANTOS y B. J. LEPE. 1981. Estructura Académica. Departamento de Industrias Agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
13. CLARK, M. J. 1977. Experimental Biochemistry. 2a. Ed. - W. H. Freeman and Co. New York, U.S.A.
14. CONN, E. E. y P. K. STUMPF. 1984. Bioquímica fundamental. 3ra. Ed. Limusa. México.
15. COORDINACION DE BIOQUIMICA. 1986. Programa propuesto del curso básico de Bioquímica. Facultad de Química, - U.N.A.M.
16. DARNELL, J., H. LODISH, and D. BALTIMORE. 1986. Molecular cell Biology. Ed. Scientific American Books. - New York, U.S.A.
17. FERNANDEZ, L. R. 1987. Lineamientos generales para el diseño de prácticas del laboratorio de Bioquímica. Mensaje Bioquímico, Vol. X: 125-142. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
18. FERNANDEZ, O. L. y M. E. JIMENEZ. 1978. Proyecto de un programa didáctico para los cursos de Bioquímica de la Facultad de Química de la UNAM. Tesis (Q.F.B.) - Facultad de Química, UNAM.
19. FLORES, D.C. 1981. Actualización y revisión del manual -

- de prácticas de Bioquímica. Tesis (Q.F.B.). Facultad de Química, U.N.A.M.
20. GAGO, A. H. 1977. Elaboración de cartas descriptivas. - Ed. Trillas. México.
 21. GARCILASO, R. J. 1982. Evaluación de los cursos de Bioquímica en la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad de Sonora. Mensaje Bioquímico, Vol. V:189-199. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
 22. GONZALEZ, B. G. y L. S. MORALES. 1981. La enseñanza de la Bioquímica en el programa de Medicina General Integral. Mensaje Bioquímico, Vol. IV: 209-231. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
 23. LEHNINGER, A. L. 1975. Bioenergética. Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.
 24. LEHNINGER, A. L. 1985. Bioquímica. 2a. Ed. Omega. Barcelona, España.
 25. LOPEZ, F. S. 1985. hacia los cambios trascendentales en la educación bioquímica. Boletín de Educación Bioquímica, Vol. IV (2): 49-52. Facultad de Medicina. U.N.A.M.
 26. LLERA, A. G., N. A. HAMABATA, T. A. HERNANDES, y G. E. PIÑA. 1984. Estratégias en la educación bioquímica. Boletín de Educación Bioquímica. Vol. III -- (3): 3-15. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
 27. MENDEZ, J. M. 1987. La elaboración de unidades de autoenseñanza. Mensaje Bioquímico, Vol. X: 93-123. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
 28. OLIVA, M., E. CEVALLOS y G. NAVA. 1986. Manual de prácti

- cas de Bioquímica I y II. Facultad de Química, - -
U.N.A.M.
29. OLIVA, M. y P. G. VELEZ, 1983. Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la Bioquímica en la Facultad de Química de la U.N.A.M. Mensaje Bioquímico, Vol. - VI: 53-78. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
 30. ORTEGA, M. L. y H. Y. HERNANDEZ. 1986. Prácticas de Bioquímica agrícola. Ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
 31. PEARSON, D. 1976. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
 32. PEREZ, M. L. 1986. El programa de Bioquímica en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mensaje Bioquímico, Vol. IX: 149-157. Facultad de Medicina, -- U.N.A.M.
 33. PLUMMER, T. D. 1981. Bioquímica práctica. Ed. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
 34. REGLAMENTO ACADEMICO DE ALUMNOS. 1981. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
 35. SANCHEZ, P. V. y L. R. CHAVEZ. 1988. Avances en la reestructuración del plan de estudios. Departamento de - Industrias Agrícolas. U.A.CH. Chapingo, Estado de - México.
 36. SHEELER, P. and d. E. BIANCHI. 1987. Cell and Molecular-Biology. 3a. Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, U.S.A.
 37. SMITH, E. L., R. L. HILL, I. R. LEHMAN, R. J. LEFKOWITZ, -

- P. HANDLER, and A. WHITE. 1983. Principles of Biochemistry. 7a. Ed. Mc-Graw-Hill. New York, U.S.A.
38. STRYER, L. 1988. Biochemistry. 3a. Ed. W. H. Freeman - and Co. New York, U.S.A.
39. TYLER, R. W. 1973. Principios básicos del currículo. Ed. Troquel. Buenos Aires, Argentina.
40. YUFERA, E. P. 1982. Química Agrícola III, Alimentos. Ed. Alhambra. España.