



## Grado en Química 27217 - Bioquímica

Guía docente para el curso 2012 - 2013

Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 7.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Nuria Garrido Pérez** ngarrido@unizar.es
- **Marta María Martínez Júlvez** mmartine@unizar.es
- **Carlos Gómez-Moreno Calera** gomezcm@unizar.es
- **María Pilar Mozas Alonso** pmozas@unizar.es
- **Olga María Abián Franco** oabifra@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda tener superadas las asignaturas de Biología y Química Orgánica I.

Se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en todas las actividades así como, el estudio continuado apoyado en la resolución de problemas y la utilización de las tutorías de la asignatura

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura comprende 7,0 créditos ECTS distribuidos en: 3,5 créditos de Teoría, 1,5 créditos de resolución de problemas y casos y 2 créditos de prácticas de laboratorio

Las clases de teoría comenzarán al principio del segundo cuatrimestre y las fechas de las actividades de resolución de problemas se fijarán en función del desarrollo del curso y en general comenzarán después de haber tratado los contenidos teóricos correspondientes. Los grupos y calendario de las prácticas de laboratorio se anunciarán con la suficiente antelación y se realizarán en torno a Marzo-Abril.

Los horarios de tutorías de los distintos profesores se darán a conocer al inicio del curso y en cualquier caso puede contactarse con ellos a través del correo electrónico para concertar cita.

El periodo de exámenes se ajustará a los días y horas asignados por el centro. (consultar <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>)

Una información más precisa de fechas y horarios de las distintas actividades será facilitada durante el curso a través de diferentes medios (en clase, tablón de anuncios y Anillo Digital Docente, ADD) con suficiente antelación.

---

### Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conocer la formulación de los principales tipos de biomoléculas
- 2:** Identificar las propiedades de las macromoléculas biológicas relacionadas con sus características químicas
- 3:** Formular y ajustar las reacciones químicas de mayor importancia en los procesos biológicos
- 4:** Conocer cómo se realizan cálculos cinéticos y termodinámicos de reacciones bioquímicas
- 5:** Describir los procesos bioquímicos implicados en la transmisión de la información genética
- 6:** Conocer el proceso de purificación, análisis y cuantificación de proteínas
- 7:** Conocer el proceso de purificación, análisis y cuantificación de ácidos nucleicos
- 8:** Realizar medidas de actividad enzimática
- 9:** Identificar diferentes tipos de azúcares y cuantificar lípidos
- 9:** Recopilar información sobre un tema en bases de datos bioquímicas

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La Bioquímica busca conocer la composición química de los seres vivos, las propiedades de las distintas moléculas que lo forman y cómo aquellas interaccionan entre sí para dar lugar a las diferentes células, órganos y tejidos. Busca conocer, asimismo, los procesos y mecanismos a través de los cuales los seres vivos son capaces de obtener y transformar energía y sustratos para formar sus propios componentes y llevar a cabo las funciones que los caracterizan.

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Proporcionar al alumno los conocimientos necesarios para comprender el comportamiento de los sistemas biológicos en términos de procesos químicos.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Se trata de una asignatura de carácter obligatorio incluida en el Módulo Fundamental. Su conocimiento y comprensión

sientan las bases de un conocimiento general del alumno de cómo la vida se desarrolla en términos químicos.

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Conocer y comprender los hechos empíricos, conceptos, principios y teorías de la Química aplicados a la Bioquímica
- 2:** Comprender la estructura de las grandes macromoléculas y agregados biológicos, los factores que la determinan y sus implicaciones funcionales
- 3:** Conocer las reacciones químicas de mayor importancia en los procesos biológicos, entender sus mecanismos y los factores que las controlan
- 4:** Conocer los factores cinéticos y termodinámicos que controlan la acción catalítica enzimática, los procesos cooperativos y los inhibitorios
- 5:** Conocer los aspectos básicos del funcionamiento de las células y entenderlos en términos químicos
- 6:** Conocer los hechos básicos del metabolismo y las rutas metabólicas
- 7:** Conocer los fundamentos de la biosíntesis de proteínas y ácidos nucleicos
- 8:** Ser capaz de aplicar de manera satisfactoria los métodos experimentales más sencillos usados en Bioquímica
- 9:** Ser capaz de proponer soluciones a cuestiones prácticas en el laboratorio de Bioquímica, incluyendo los aspectos de seguridad
- 10:** Ser capaz de manipular de manera segura muestras biológicas
- 11:** Ser capaz de proponer métodos de purificación de biomoléculas a partir de diferentes muestras biológicas
- 12:** Ser capaz de analizar cualitativa y cuantitativamente proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

Además de estos contenidos específicos, al alumno seguirá progresando en:

- Desarrollar un método de estudio y trabajo adaptable y flexible.
- Obtener, analizar y sintetizar información relevante y de elaborar y defender argumentos basados en la información obtenida.
- Trabajar en equipo identificando objetivos y responsabilidades individuales y colectivas y tomar las decisiones adecuadas en cada situación.
- Relacionar conocimientos teóricos procedentes de distintas disciplinas.
- Aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de casos reales.
- Comprender y expresarse claramente de forma oral y por escrito, dominando el lenguaje especializado.
- Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La Bioquímica es una disciplina científica que se ocupa de los procesos químicos que ocurren en la materia viva. Con su estudio, el graduado en Química aprenderá a describir y analizar los fenómenos químicos que se producen en la célula estudiándolos desde el punto de vista de estructura y función. Así mismo conocerá y comprenderá los hechos empíricos, conceptos, principios y teorías de la Química aplicados al estudio de la vida.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

#### El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

**1:** Las prácticas de laboratorio serán evaluadas mediante la calificación de los guiones de las prácticas realizadas y la participación activa del alumno (10% de la nota de laboratorio) y la realización de una prueba escrita de preguntas tipo test sobre las prácticas (90% de la nota de laboratorio). De esta evaluación se obtiene una calificación de laboratorio L. Aquellos alumnos que no obtenga una nota  $L \geq 5$  deberán presentarse en la prueba global de junio o septiembre a la prueba correspondiente de laboratorio. Esta prueba de junio o septiembre comprenderá preguntas sobre el objetivo y detalles de la realización de las prácticas realizadas.

**2:** Los conocimientos teórico-prácticos adquiridos se evaluarán mediante una prueba escrita que se realizará en la prueba global de la convocatoria de junio. Esta prueba escrita puede contener preguntas tipo resolución de problemas, desarrollo de temas, preguntas cortas o tipo test de respuesta única. Se obtiene una calificación TP.

La nota final de la asignatura se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Nota final} = 0,2 \times L + 0,8 \times TP$$

Para aplicar esta expresión es necesario que tanto L como TP sean iguales o superiores a 5. No obstante, aquellos alumnos con  $L \geq 4$  pueden compensar y aprobar la asignatura si la nota final es igual o superior a 5. En caso contrario, se considerará la asignatura no superada.

Las partes L o TP que se hubieran aprobado en la convocatoria de Junio se guardarán para la convocatoria de septiembre.

**3:** El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula), así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la Normativa de Permanencia en Estudios de Grado ([http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10\\_001.pdf](http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf)) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento también se ajustará el sistema de calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones. Dicha normativa puede consultarse en: <http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/evalu/evalu.html>

---

## Actividades y recursos

---

## Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

**Actividad Formativa 1:** Adquisición de conocimientos básicos de Bioquímica (3,5 ECTS).

Metodología:

Clases magistrales participativas

Tutorías

- **Actividad Formativa 2:** Técnicas de purificación y análisis de biomoléculas (2 ECTS).

Metodología:

Prácticas en laboratorio (aprendizaje entre iguales)

Trabajo en equipo.

- **Actividad Formativa 3:** Análisis de casos prácticos, resolución de problemas y consulta de bases de datos (1,5 ECTS)

Metodología:

Aprendizaje basado en problemas

Consulta de bases de datos bioquímicas

Trabajo en grupo e individual

Presentación oral de la resolución de problemas

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

### CLASES DE TEORÍA-Problemas

**1. Composición química de la materia viva.** Características que distinguen a la materia viva. Elementos y moléculas presentes en los seres vivos. Importancia biológica del agua. Interacciones moleculares.

**2. La célula.** Eucariotas y procariotas: morfología y diferencias. Componentes de las células procariotas y eucariotas. Uniformidad bioquímica de los distintos tipos de células. Origen de la vida. Los virus.

### **Estructura, propiedades y función de las biomoléculas**

**3. Los aminoácidos y péptidos.** Introducción a las proteínas: diversidad de formas y funciones. Naturaleza química de los aminoácidos. Nomenclatura. Propiedades. Ionización de los aminoácidos. Análisis de mezclas de aminoácidos. El enlace peptídico. Síntesis química de péptidos. Secuenciación de péptidos.

**4. Estructura de las proteínas.** Concepto de estructura primaria. Restricción conformacional de un polipéptido. Estructura secundaria. Hélices. Láminas. Giros. Bucles. Diagrama de Ramachandran. Proteínas fibrosas: colágeno y fibroína

**5. Estructura terciaria y cuaternaria.** Motivos estructurales. Dominios y estructura terciaria. Proteínas globulares y modelos de plegamiento. Estructura cuaternaria. Determinación de la estructura de proteínas.

**6. Enzimas: catálisis y cinética enzimática.** Propiedades generales de los enzimas. Clasificación y nomenclatura. Energía de activación y catálisis. Medida de la actividad enzimática. Cinética enzimática: concepto de  $K_m$  y  $v_{max}$ . Determinación experimental. Significado de número de recambio,  $k_{cat}$  y  $k_{cat}/K_m$ . Influencia del pH y la temperatura sobre la velocidad de reacción.

**7. Regulación de enzimas.** Inhibición reversible e irreversible. Regulación de la actividad enzimática: enzimas alostéricos; modificación covalente reversible. Activación proteolítica de zimógenos.

**8. Carbohidratos.** Definición, clasificación y propiedades. Monosacáridos: fórmula general, configuración, isómeros. Derivados de los monosacáridos. Disacáridos: enlaces O-glucosídicos y extremos reductores. Disacáridos más comunes. Polisacáridos. Homopolisacáridos: almidón, glucógeno, celulosa, quitina. Heteropolisacáridos.

**9. Lípidos.** Características generales de los lípidos. Distribución en los seres vivos. Ácidos grasos y triacilglicéridos. Glicerofosfolípidos, esfingolípidos y esteroides. Vitaminas liposolubles. Técnicas de separación de lípidos.

**10. Ácidos nucleicos.** Tipos de ácidos nucleicos y funciones. Naturaleza química de los nucleósidos y nucleótidos. Cofactores nucleotídicos. Estructura covalente de los ácidos nucleicos. Estructura del DNA: doble hélice. Desnaturalización del DNA. Secuenciación del DNA.

## **METABOLISMO**

**11. Introducción al estudio del metabolismo.** Ciclo de la materia y flujo de la energía en la biosfera. Origen de la energía biológica. Organización de las rutas metabólicas. Materiales biológicos y técnicas de estudio del metabolismo. La oxidación como fuente de energía biológica. El ATP como intercambiador de energía en los organismos vivos.

### **Metabolismo de Glúcidos**

**12. Glucolisis.** Utilización de los glúcidos de la dieta: digestión y absorción intestinal. Historia experimental de la glucolisis. Fases de la glucolisis: reacciones de esta ruta y enzimas que la catalizan. Regulación de la ruta. Destinos metabólicos del piruvato en condiciones aerobias y anaerobias. Fermentación láctica y alcohólica. Entrada de monosacáridos y disacáridos en la ruta glucolítica.

**13. Ciclo del ácido cítrico.** Localización celular. Formación de Acetil-CoA a partir de piruvato. Complejo piruvato deshidrogenasa y su regulación. Secuencia de reacciones y enzimas implicadas. Estequiometría global y balance energético. Puntos claves de regulación del ciclo. Reacciones anapleróticas. **Ciclo del glioxilato** y su regulación.

**14. La ruta de las pentosas fosfato y otras rutas degradativas de la glucosa.** El carácter mixto, anabólico y catabólico, de la ruta de las pentosas fosfato. Papel biológico y diferencias entre tejidos. Fases oxidativas y no oxidativas en el ciclo de las pentosas fosfato: etapas enzimáticas implicadas. Regulación de la fase oxidativa: destino del NADPH. Relación entre la glucolisis y la vía de las pentosas fosfato.

**15. Gluconeogénesis.** Ruta principal de la gluconeogénesis: reacciones, estequiometría y rendimiento energético. Regulación de las enzimas claves. Regulación recíproca glucolisis-gluconeogénesis. Suministro de metabolitos para la síntesis de glucosa.

**16. Metabolismo del glucógeno.** Papel del glucógeno en animales. Degradación del glucógeno. Síntesis del glucógeno. Regulación del metabolismo del glucógeno: cascadas enzimáticas. Enfermedades del metabolismo del glucógeno.

### **Mecanismos de transducción de energía**

**17. Transporte electrónico y fosforilación oxidativa.** Mitocondria: estructura de las membranas mitocondriales. Cadena respiratoria mitocondrial: transportadores de electrones y mecanismo de transporte. Generación de la fuerza protón-motriz. Inhibidores del transporte electrónico. Acoplamiento entre el transporte electrónico y la síntesis de ATP. Agentes desacoplantes. Teoría quimiosmótica de la fosforilación oxidativa. Síntesis de TP: complejo ATP-sintetasa.

**18. La fotosíntesis.** Importancia biológica. Anatomía y organización del cloroplasto. Pigmentos fotosintéticos en las plantas verdes: las clorofilas. Función y composición de los fotosistemas I y II de los cloroplastos. Fase luminosa de la fotosíntesis: sistemas de transporte de electrones, fotofosforilación y rendimiento energético. Fase oscura: fijación del CO<sub>2</sub>: Ciclo de Calvin. Regulación. Fotorrespiración y su significado.

### **Metabolismo de Lípidos**

**19. Digestión y absorción lípidos de la dieta.** Papel de la proteína perilipina y enzimas lipasas.

Transporte de lípidos en el organismo: Albúmina y Lipoproteínas plasmáticas: estructura, tipos, propiedades físico-químicas y funciones. **Degradación de ácidos grasos.** Activación y transporte de los ácidos grasos a la mitocondria: papel de la carnitina.  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos. Balance energético. **Cuerpos cetónicos:** síntesis y degradación. Utilización de los cuerpos cetónicos como fuentes de energía.

**20. Biosíntesis de ácidos grasos.** Diferencias entre las rutas biosintética y degradativa de los ácidos grasos. Precursores: Acetil-CoA y bicarbonato. Formación de Malonil-CoA. Síntesis de ácidos grasos. Estequiometría y balance energético de la síntesis de ácidos grasos. Origen del Acetil-CoA y NADPH citosólicos. Ácidos grasos esenciales. Síntesis de ácidos grasos poliinsaturados: desaturación y elongación. **Regulación del metabolismo de los ácidos grasos:** movilización, degradación y síntesis.

**21. Biosíntesis de colesterol:** precursores y etapas generales. El colesterol como precursor de otras moléculas biológicamente activas. Transporte e incorporación intracelular del colesterol: lipoproteínas plasmáticas y mecanismo de acción. Regulación de la síntesis de colesterol: Hidrometilglutaril-CoA reductasa y receptores de lipoproteínas de baja densidad (LDL). Enfermedades del metabolismo lipídico.

### **Metabolismo de Compuestos Nitrogenados**

**22. Características generales del metabolismo del nitrógeno. Degradación de proteínas.** Recambio continuo de proteínas. **Degradación de los aminoácidos.** Reacciones generales: transaminación y desaminación oxidativa, oxidaciones y transferencias de carbono. **Ciclo de la urea.** Relación con el ciclo del ácido cítrico. Degradación metabólica de los esqueletos carbonados de los aminoácidos: funciones, productos finales y mecanismos generales. Aminoácidos glucogénicos y cetogénicos. Principales errores congénitos del metabolismo de los aminoácidos.

**23.** Procedencia del nitrógeno orgánico. Ciclo del nitrógeno. **Fijación biológica del nitrógeno:** complejo nitrogenasa. Procesos de nitrificación y desnitrificación. Incorporación del nitrógeno inorgánico en esqueletos carbonados: glutamato deshidrogenasa, glutamina sintetasa y glutamato sintasa. **Regulación del metabolismo nitrogenado.**

### **Integración del Metabolismo**

**24. Integración del Metabolismo.** Relaciones recíprocas en el metabolismo entre órganos. Principales rutas metabólicas de los órganos más importantes: hígado, tejido adiposo, cerebro y músculo. Adaptaciones metabólicas a situaciones de ejercicio, ayuno y diabetes.

(Los contenidos de este tema se explicarán a lo largo de los temas de metabolismo, temas 11 a 24)

### **GENÉTICA MOLECULAR E INGENIERÍA GENÉTICA**

**25. Replicación y reparación del DNA.** Características generales. Mecanismos de replicación del DNA. Etapas y enzimas implicadas en la replicación en procariontes: DNA-polimerasas I, II y III; DNA-ligasas; topoisomerasas y helicasas. Mutaciones en el DNA. Mecanismos de reparación del DNA.

**26. Transcripción del DNA y modificaciones post-transcripcionales.** Tipos de RNA. Mecanismo de transcripción en procariontes. RNA-polimerasa en procariontes. Secuencias promotoras, elongación de la cadena de RNA, señales de terminación de la transcripción. Inhibidores de la transcripción. Modificación post-transcripcional y maduración de las moléculas de RNA.

**27. El código genético y el RNA de transferencia.** El código genético: características y desciframiento. Direcciones de lectura, universalidad y degeneración. Señales de iniciación, terminación de la síntesis proteica y reconocimientos de los RNAs. RNA de transferencia: estructura. Interacción codon-anticodon: hipótesis del "balanceo" del anticodon. Mutaciones y agentes mutágenos.

**28. Traducción del RNA: síntesis de proteínas.** Características generales. Ribosomas procariontes y eucarióticas. Polirribosomas. Activación de los aminoácidos. Aminoacil-tRNA sintetetas. Etapas de la síntesis proteica en procariontes: iniciación, elongación y terminación. Inhibición de la síntesis proteica.

**29. Introducción a la tecnología del DNA recombinante.** Clonación de genes: vectores, genotecas y construcción de cDNAs. Caracterización y expresión de los genes clonados. Aplicaciones de la tecnología del DNA recombinante: modificación de genes en bacterias y plantas, animales transgénicos. La reacción en cadena de la polimerasa.

## **2: SESIONES DE LABORATORIO**

**1. Purificación y cuantificación de proteínas.**

**2. Caracterización de azúcares**

**3. Extracción y análisis de lípidos**

**4. Aislamiento y análisis de DNA.**

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Los horarios se podrán consultar en la página web de la Facultad de Ciencias: <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

Las fechas concretas de las distintas actividades se anunciarán durante el curso en clase, tablones de anuncios y ADD

## Bibliografía

### La bibliografía recomendada es la siguiente:

**1:**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Testbook of Biochemistry with Clinical Correlations (6<sup>th</sup> edition). Devlin, T. M. Ed. Wiley and Sons Inc. 2006.
- Principles of Biochemistry, (5<sup>th</sup> edition). Lehninger, A., Nelson, D. y Cox, M., "Ed. W. H Freeman & Company 2008.
- Principios de Bioquímica (5<sup>a</sup> edición). Ed. Omega. Lehninger, A., Nelson, D. y Cox, M. 2010.
- Bioquímica (3<sup>a</sup> edición). Ed. Mc Graw-Hill- Interamericana. Mathews. C. and Van Holde, K.F. 2004.
- Biochemistry (6<sup>th</sup> edition). Ed. W.H. Freeman. Stryer, L. 2007.
- Bioquímica (3<sup>a</sup> edición). Ed. Panamericana. Voet, D and, Voet, J.G. 2006.
- Problemas de Bioquímica. (1<sup>a</sup> edición). J. Cárdenas, E. Fernández, F. Galván, A. J. Márquez, y J. M. Vega. 1988.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Enzyme structure and mechanism (2<sup>nd</sup> edition). A. Fersht. 1985.
- Introducción a las aplicaciones de las enzimas (1<sup>a</sup> edición). R. Serrano.1985.
- Biochemistry (2<sup>a</sup> edición). L. A. Moran, K. G. Scrimgeour, H. R. Horton, R. S. Ochs, y J. D. Rawn. 1994.
- Bioquímica Cuantitativa II: cuestiones sobre metabolismo. J. M. Macarulla, A. Marino, A. 1994.
- Preguntas y respuestas de bioquímica (2<sup>a</sup> edición). J. A. Lozano. J. D. Galindo, J. C. Garcia-Borrán, J. H. Martínez-Liarte, R. Peñafiel, F. Solano. 1997.
- Cuestiones prácticas de enzimología. A. Liras Martínez. Universidad Autónoma de Madrid. 1996.

#### **SITIOS WEB**

- Todas las editoriales de los libros arriba mencionados tienen página web donde puede encontrarse material adicional accesible a estudiantes (problemas y test resueltos, figuras, animaciones, etc...)
- Apoyo a la formación mediante recursos disponibles en el espacio asignado a la asignatura en el Anillo Digital Docente (ADD, Plataforma Web CT9)

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Berg, Jeremy M.. Biochemistry / Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer. 7th ed W.H. Freeman, 2011
- Berg, Jeremy M.. Bioquímica / Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer ; [versión española por José M<sup>a</sup> Macarulla] . - 6<sup>a</sup> ed. Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2007, cop. 2008
- Biochemistry / Laurence A. Moran, J. David Rawn... [et al] . - 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, cop.1994
- Bioquímica : libro de texto con aplicaciones clínicas / coordinada por Thomas M. Devlin. . 4<sup>a</sup> ed. Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2004
- Devlin, T. M. Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations. 7th ed. Wiley and Sons, 2010
- Fersht, A. Enzyme structure and mechanism. 2a Ed. 1985
- Liras, Antonio. Cuestiones prácticas de enzimología básica / Antonio Liras Madrid : Universidad Autónoma de Madrid

Ediciones, D.L.1996

- Macarulla, José M.. Bioquímica cuantitativa. Volumen II, Cuestiones sobre metabolismo / José M. Macarulla, Aída Marino, Alberto Macarulla. - 2ª reimp. Barcelona [etc.] : Reverté, 2002
- Mathews, Christopher K.. Bioquímica / Christopher K. Mathews, K. E. Van Holde, Kevin G. Ahern ; traducción, José Manuel González de Buitrago . - 3ª ed., reimpr. Madrid [etc.] : Pearson Addison Wesley, 2004
- Nelson, David L.. Lehninger principios de bioquímica / David L. Nelson, Michael M. Cox ; coordinador de la traducción, Claudi M. Cuchillo. - 5ª ed. Barcelona : Omega, D.L. 2009
- Nelson, David L.. Lehninger principles of biochemistry / David L. Nelson, Michael M. Cox. - 5th ed. New York : W. H. Freeman and Company, cop. 2008
- Problemas de Bioquímica / J. Cárdenas [et al.] Madrid : Alhambra, 1988
- Serrano Salom, Ramón. Introducción a las aplicaciones de las enzimas / Ramón Serrano Salom . - 1ª ed. Madrid : Alhambra, 1985
- Voet, Donald. Bioquímica / Donald Voet, Judith G. Voet ; [traducido por Pablo Baldi ... (et al.)] . - 3ª ed. Barcelona : Médica Panamericana, cop. 2006