

**Biosenyalització i metabolisme**

Codi: 100759

Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500250 Biologia	FB	2	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Ana Paula Candiota Silveira

Correu electrònic: AnaPaula.Candiota@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Altres indicacions sobre les llengües**

Les classes seran en català, però part del material gràfic i la bibliografia estaran en anglès o castellà.

**Equip docent**

Ana Paula Candiota Silveira

Julia Lorenzo Rivera

**Prerequisits**

No hi ha prerequisits oficials. Tot i això, se suposa que l'estudiant ha adquirit els coneixements impartits a les assignatures del primer curs del grau de Biologia, en particular els continguts de les assignatures de Química, Biologia Cel·lular i molt especialment la d'Estructura i Funció de Biomolècules, com per exemple els referits a principis de bioenergètica, enzimologia, estructura i funció de glúcids, lípids, proteïnes i àcids nucleics.

**Objectius**

L'assignatura Biosenyalització i Metabolisme constitueix la segona part de la matèria "Bioquímica" del Grau de Biologia i en ella s'estudien els processos que determinen el funcionament dels éssers vius en cadascun dels seus nivells d'organització des d'un punt de vista bàsic i general, com correspon a una assignatura de segon curs. L'objectiu general de l'assignatura és descriure a nivell molecular els mecanismes de transducció de senyal, així com les vies metabòliques principals i la seva regulació i coordinació. Es tracta de proporcionar els fonaments dels conceptes moleculars i metabòlics necessaris per al seguiment de diverses matèries del Grau de Biologia.

**Objectius concrets de l'assignatura:**

- Conèixer els mecanismes moleculars principals de transducció de senyals.

- Descriure les rutes principals del metabolisme intermediari de glúcids, lípids i compostos nitrogenats, la seva regulació i coordinació.
- Descriure els components de la cadena de transport electrònic, el seu acoblament amb la fosforilació oxidativa i l'obtenció d'energia metabòlica.
- Descriure la fotosíntesi i la seva regulació.
- Descriure la integració del metabolisme amb un èmfasi especial en mamífers.
- Saber com aplicar els coneixements estudiats per a resoldre problemes qualitius i quantitius.

## Competències

- Actuar amb responsabilitat ètica i amb respecte pels drets i deures fonamentals, la diversitat i els valors democràtics.
- Actuar en l'àmbit de coneixement propi avaluant les desigualtats per raó de sexe/gènere.
- Actuar en l'àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
- Aplicar recursos estadístics i informàtics a la interpretació de dades.
- Aïllar, identificar i analitzar material d'origen biològic.
- Comprendre els processos que determinen el funcionament dels éssers vius en cada un dels seus nivells d'organització.
- Fer proves funcionals i determinar, valorar i interpretar paràmetres vitals.
- Introduir canvis en els mètodes i els processos de l'àmbit de coneixement per donar respostes innovadores a les necessitats i demandes de la societat.
- Obtenir informació, dissenyar experiments i interpretar els resultats biològics.
- Que els estudiants hagin demostrat que comprenen i tenen coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es basa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda d'aquell camp d'estudi.
- Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
- Tenir capacitat d'anàlisi i de síntesi.
- Tenir capacitat d'organització i planificació

## Resultats d'aprenentatge

1. Actuar en l'àmbit de coneixement propi avaluant les desigualtats per raó de sexe/gènere.
2. Actuar en l'àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
3. Analitzar críticament els principis, valors i procediments que regeixen l'exercici de la professió.
4. Analitzar una situació i identificar-ne els punts de millora.
5. Aplicar recursos estadístics i informàtics a la interpretació de dades.
6. Calcular i interpretar els paràmetres cinètics i termodinàmics que defineixen les reaccions enzimàtiques.
7. Descriure a escala molecular els mecanismes que tenen lloc a la cèl·lula des de la replicació del material genètic, l'expressió d'aquest en forma de proteïnes i finalment el metabolisme.
8. Descriure correctament les principals vies metabòliques i els seus mecanismes de control i integració.
9. Descriure el metabolisme de glúcids, lípids, aminoàcids i nucleòtids.

10. Descriure els components de la cadena de transport electrònic, el seu acoblament amb la fosforilació oxidativa i l'obtenció d'energia metabòlica.
11. Identificar les aproximacions experimentals més apropiades per estudiar l'estructura i la funció de biomolècules.
12. Proposar nous mètodes o solucions alternatives fonamentades.
13. Que els estudiants hagin demostrat que comprenen i tenen coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es basa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda d'aquell camp d'estudi.
14. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
15. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
16. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
17. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
18. Tenir capacitat d'anàlisi i de síntesi.
19. Tenir capacitat d'organització i planificació.
20. Utilitzar correctament la terminologia bioquímica i els seus llibres de text i consulta.

## Continguts

### TEORIA\*

#### **Tema 1. Conceptes bàsics del metabolisme.**

Concepte de metabolisme i ruta metabòlica. Fases del metabolisme. Energia lliure als processos biològics. Reaccions acoblades. Paper de l'ATP i altres compostos fosforilats en el metabolisme. Oxido-reduccions en els processos bioquímics. Paper dels transportadors d'electrons al metabolisme.

#### **Tema 2. Conceptes bàsics de regulació metabòlica.**

Regulació de l'activitat enzimàtica. Enzims al·lostèrics. Regulació per modificació covalent. Aspectes generals de la regulació de l'expressió gènica. Control i compartimentació de les rutes metabòliques.

#### **Tema 3. Biosenyalització.**

Hormones, neurotransmissors i altres missatgers primaris. Receptors de membrana i intracel·lulars. Mecanismes moleculars de transducció de senyals. Integració d'efectes a nivell citoplasmàtic i nuclear.

#### **Tema 4. Metabolisme de glúcids.**

Degradació de la glucosa: glucòlisi i via de les pentoses fosfat. Fermentacions. Gluconeogènesi. Síntesi i degradació de glicogen. Utilització d'altres glúcids. Coordinació en el control del metabolisme de la glucosa i del glicogen: importància de l'especialització metabòlica dels teixits.

#### **Tema 5. Rutes centrals del metabolisme oxidatiu.**

Producció d'acetil-CoA. Cicle de l'àcid cítric. Rendiment energètic i regulació. Reaccions anapleròtiques. Cicle del glioxilat.

#### **Tema 6. Transport electrònic i fosforilació oxidativa.**

Cadena de transport electrònic mitocondrial. Procedència i ús dels substrats reduïts. Acoblament quimiosmòtic: ATP sintasa i fosforilació oxidativa. Sistemes de transport mitocondrial. Regulació de la fosforilació oxidativa. Balanç energètic del metabolisme oxidatiu.

### **Tema 7. Fotosíntesi.**

Procés bàsic de la fotosíntesi. Pigments fotosintètics. Absorció de l'energia de la llum. Transport electrònic i fotofosforilació. Assimilació del CO<sub>2</sub> i biosíntesi fotosintètica de glúcids (cicle de Calvin). Regulació de la fotosíntesi. Fotorespiració i cicle C<sub>4</sub>.

### **Tema 8. Metabolisme dels lípids.**

Utilització dels triacilglicerols als animals. Metabolisme de les lipoproteïnes. Descripció i regulació de la ruta d'oxidació dels àcids grassos. Cetogènesi. Descripció i regulació de la ruta de biosíntesi dels àcids grassos. Biosíntesi dels triacilglicerols i dels fosfolípids. Metabolisme del colesterol.

### **Tema 9. Metabolisme dels compostos nitrogenats.**

Cicle del nitrogen. Característiques generals de la síntesi i degradació d'aminoàcids. Destí dels àtoms de carboni dels aminoàcids. Eliminació de l'amoníac i cicle de la urea. Característiques generals del metabolisme dels nucleòtids. Aplicacions biomèdiques d'anàlegs de nucleòtids: SIDA, càncer.

### **Tema 10. Integració del metabolisme.**

Metabolisme específic de teixit. Coordinació entre els metabolismes del fetge, múscul (esquelètic i cardíac), teixit adipós i cervell. Hormones reguladores principals. Estrès i adaptacions del metabolisme.

### **PROBLEMES\***

Els problemes fan referència a alguns aspectes del programa de Teoria. Els enunciats dels problemes es podran concentrar en alguns aspectes determinats que són reaccions enzimàtiques d'oxidació-reducció, transaminacions, etc. La col·lecció d'enunciats es lliurarà a través del Campus Virtual.

### **PRÀCTIQUES DE LABORATORI\***

Hi haurà dues sessions pràctiques de 4 hores sobre els següents temes:

- 1- Mesura de l'activitat enzimàtica de l'enzim piruvat quinasa de múscul i fetge de rata.
- 2- Extracció i identificació de lípids presents als aliments.

El guió i el qüestionari de pràctiques es dipositaran al Campus Virtual i els alumnes els hauran d'imprimir i portar a la sessió de pràctiques.

\*Tota la planificació té en compte la progressiva normalització de la situació sanitària. No obstant, es poden necessitar adaptacions (p.ex. conversió d'algunes sessions presencials en virtuals) en cas de canvi en les mesures dictades per l'autoritat sanitària produïts per alteracions en la situació actual. En tal cas, s'informarà amb suficient antelació.

### **Metodologia**

Les activitats formatives estan repartides en tres apartats: classes de teoria, classes de problemes i pràctiques de laboratori, cadascuna d'elles amb la seva metodologia específica\*. Aquestes activitats podran complementar-se amb sessions de tutoria, si s'escau.

## **Classes de teoria**

El professor/a explicarà el contingut del temari amb el suport de material audiovisual que després quedarà a disposició dels estudiants al Campus Virtual de l'assignatura. Aquest material de suport estarà escrit en català, castellà o anglès. Les sessions expositives constituïran la part més important de l'apartat de teoria.

## **Classes de problemes**

Al llarg del curs es dedicaran 10 hores a sessions de classe de problemes.

El grup es dividirà en dos subgrups, les llistes dels quals es faran públiques a començaments de curs. Els estudiants assistiran a les sessions programades pel seu grup.

Es lliurarà a través del Campus Virtual el dossier d'enunciats de problemes de l'assignatura. En una part de sessions, repartides al llarg del semestre, el professor resoldrà una part dels problemes, seleccionant els més representatius de cada tipus. Addicionalment, si es considera necessari, el professor/a podrà destinar una part de les sessions expositives a impartir matèria complementària de teoria necessària per a resoldre els problemes corresponents a algun dels blocs.

Durant altres sessions els alumnes resoldran els problemes amb l'ajut del professor. Els alumnes podran portar prèviament preparats els problemes de casa. Durant la classe els problemes es discutiran conjuntament.

## **Pràctiques de laboratori**

El grup es subdividirà en vuit subgrups, les llistes dels quals seran anunciades amb antelació. Per tal d'assegurar el bon funcionament i seguretat de les sessions pràctiques, només s'acceptaran canvis en els grups que estiguin clarament motivats i siguin acceptats prèviament pels professors de pràctiques. Per tal de mantenir el nombre d'alumnes, només s'acceptarà l'intercanvi d'un estudiant per un altre d'un grup diferent. Cal comparèixer a les pràctiques amb bata de laboratori, ulleres de protecció contra esquitxades, el protocol de pràctiques (disponible al Campus Virtual) imprès i prèviament llegit i una llibreta per anotar les observacions realitzades i les dades obtingudes.

En els dies establerts al calendari, els estudiants seran convocats al laboratori de Bioquímica per a dur a terme experiments bàsics relacionats a la determinació de propietats i anàlisi de biomolècules. Les pràctiques i la seva avaluació es duran a terme en grups de dues persones o segons estableixi el professor a càrrec. Després de cada sessió, cada grup haurà d'entregar un qüestionari amb els resultats de l'experiment i les respostes a les preguntes plantejades.

L'assistència a les pràctiques és obligatòria, excepte en els casos en què hi hagi una causa justificada documentalment.

## **Lliurament de treballs pel Campus Virtual**

Es lliuraran a través de l'eina del campus virtual una col·lecció de preguntes que s'hauran de respondre en el termini indicat. Les preguntes estaran relacionades amb el temari i poden estar relacionades amb l'àmbit teòric o pràctic. Hi haurà dos lliuraments al llarg del semestre amb dates a acordar, i les instruccions per la seva consecució estaran explícites a l'enunciat.

## **Tutories**

Es realitzaran tutories individuals a petició dels alumnes. L'objectiu d'aquestes sessions serà el de resoldre dubtes, repassar conceptes bàsics, orientar sobre les fonts d'informació consultades i dur a terme debats sobre els temes per als quals hi ha programat aprenentatge autònom o que hagin estat proposats pels professors. Aquestes sessions no seran expositives ni en elles s'avançarà matèria del temari oficial, sinó que seran sessions de debat i discussió.

## **Material disponible al Campus Virtual de l'assignatura**

## Guia docent

Presentacions utilitzades pels professors a les classes de teoria

Protocols de les classes pràctiques

Llistat de temes d'autoaprenentatge

Calendari de les activitats docents (classes d'aula, classes de laboratori, avaluacions, lliuraments...).

\*La metodologia docent proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	10	0,4	5, 6
Classes de teoria	32	1,28	7, 8, 9, 10
Pràctiques	8	0,32	5, 6, 18
Tipus: Supervisades			
Lliurament de treballs pel Campus Virtual	4	0,16	18, 20
Tutories individualitzades	6	0,24	18
Tipus: Autònomes			
Estudi, treball autònom	60	2,4	18
Exercicis d'autoaprenentatge	12	0,48	18, 19

## Avaluació

L'avaluació d'aquesta assignatura tindrà el format de continuada\*. L'objectiu de l'avaluació continuada és el d'incentivar l'esforç de l'estudiant al llarg de tot el temari, permetent monitoritzar el seu grau de seguiment i comprensió de la matèria.

## Teoria

Avaluació individual mitjançant:

- Dues proves parcials eliminatòries amb preguntes de tipus test. El pes de cada parcial de teoria serà del 30% de la nota global. No s'estableixen condicions per a presentar-se a qualsevol de les proves programades.

- Una prova de recuperació dels parcials de teoria amb preguntes de tipus test corresponents al primer o segon parcials. Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Per tant, l'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final.

L'alumnat que hagi obtingut una nota inferior a 4,0 (sobre 10) en l'examen anterior d'algun o dels dos parcials hauran de realitzar l'examen de recuperació del parcial(s) corresponent(s) (primer parcial, segon parcial o tots dos).

Malgrat que les proves parcials siguin eliminatòries, és possible millorar la nota dels dos primers parcials en ocasió de l'examen de recuperació. En aquest cas es considerarà sempre com a definitiva la nota obtinguda en l'examen de recuperació.

- Lliurament de treballs relacionats al temari a través del CV (2 lliuraments). El lliurament serà individual i el pes de cada lliurament serà del 5% de la nota global.

El pes de l'avaluació de teoria serà del 70% del total.

## **Problemes**

Avaluació mitjançant prova:

- Dues proves parcials on s'hauran de resoldre problemes corresponents a cada bloc del temari de problemes. El pes de cada prova parcial de problemes serà del 10% de la nota global

- Una prova de recuperació dels parcials de problemes amb problemes corresponents al primer o segon parcials. Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Aquest examen està dirigit a aquells estudiants que, o bé no s'hi hagin pogut presentar o no hagin obtingut una nota superior a 4,0 en cadascuna d'elles. També és possible millorar la nota de problemes dels dos primers parcials en ocasió de l'examen de recuperació. En aquest cas es considerarà sempre la nota obtinguda en l'examen de recuperació.

El pes de l'avaluació de problemes serà el 20% del total.

## **Pràctiques**

Avaluació grupal:

- Presentació dels resultats obtinguts durant les pràctiques i resolució del qüestionari proposat. També es tindrà en compte l'actitud i el comportament durant el laboratori.

L'assistència a les sessions pràctiques és obligatòria. L'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan l'absència sigui superior al 20% de les sessions programades

Només s'admetran canvis de grup de manera excepcional i sempre amb justificació documental. En cas d'inassistència justificada a alguna de les sessions de pràctiques i de no tenir opció de realitzar-la en un grup diferent a l'assignat, no es considerarà aquesta sessió en el càlcul de la nota de pràctiques.

El pes de l'avaluació de pràctiques serà del 10% del total.

## **Qualificacions**

Els tres apartats són indestriables, de manera que l'estudiant ha de participar, i ser avaluat, en tots ells per tal de superar la matèria. La qualificació final es calcula de manera que l'apartat de teoriacompta un 70% de la nota, l'apartat de problemes un 20% i el de pràctiques el 10% restant. L'assignatura es considerarà superada quan la nota final sigui igual o superior a 50 sobre un màxim de 100.

### Altres consideracions

Els estudiants que no puguin assistir a una prova d'avaluació individual per causa justificada (com ara per malaltia, defunció d'un familiar de primer grau o accident) i aportin la documentació oficial corresponent al Coordinador de Grau, tindran dret a realitzar la prova en qüestió en una altra data.

L'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final.

Els alumnes repetidors no hauran de dur a terme les activitats docents ni les avaluacions d'aquelles competències superades a partir de la segona matrícula de l'assignatura consistents, en aquest cas, en el treball en grup en classe de problemes, en les pràctiques i en el lliurament de treballs.

\*L'avaluació proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluacions de teoria	70%	7	0,28	1, 3, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 20
Avaluació de les Classes Pràctiques	10 %	8	0,32	2, 5, 6, 11, 14, 16, 17, 18, 19
Exàmen de problemes	20%	3	0,12	4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17

### Bibliografia

Davant la demanda d'intentar oferir el màxim possible de recursos disponibles remotament, s'han seleccionat alguns exemples de bibliografia totalment disponibles online mitjançant "ARE UAB" (<https://www-uab-cat.are.uab.cat/biblioteques/>). Hi ha molts més llibres a la vostra disposició però s'han preseleccionat alguns.

Berg, Jeremy M. ; Tymoczko, John L. ; Stryer, Lubert. Bioquímica: con aplicaciones clínicas . Ingebook (UAB) 2013

ISSN: 9788429194128 (online). 7ª ed. Editorial Reverté

[http://www.ingebook.com.are.uab.cat/ib/NPcd/IB\\_Escritorio\\_Visualizar?cod\\_primaria=1000193&libro=7705](http://www.ingebook.com.are.uab.cat/ib/NPcd/IB_Escritorio_Visualizar?cod_primaria=1000193&libro=7705)

Fromm, Herbert J. Essentials of Biochemistry

ISBN: 978-3-642-19623-2. Springer

<https://link-springer-com.are.uab.cat/book/10.1007%2F978-3-642-19624-9>

Gerald Litwack. Human Biochemistry

ISBN: 978-0-12-383864-3. Academic Press



<https://www.sciencedirect-com.are.uab.cat/book/9780123838643/human-biochemistry>

Donald Voet. Fundamentos de Bioquímica: La vida a nivel molecular

ISBN: 978-607-9356-96-5.

[https://www-medicapanamericana-com.are.uab.cat/VisorEbookV2/Ebook/9786079356972#\(%22Pagina%22:%22](https://www-medicapanamericana-com.are.uab.cat/VisorEbookV2/Ebook/9786079356972#(%22Pagina%22:%22)

### **Bibliografia bàsica que podeu obtenir presencialment a la biblioteca de la facultat.**

Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Gatto, G. J. i Stryer, L. "Biochemistry" (2015). 8ª ed. W.H. Freeman, New York. Edició traduïda: "Bioquímica" (2013). 7ª ed. Ed. Reverté. Traduït de la 7ª ed. anglesa de l'any 2012. Ed. W.H. Freeman. [www.whfreeman.com/stryer](http://www.whfreeman.com/stryer)

Horton, R., Moran, L., Scrimgeour, G., Perry, M. i Rawn, D. "Principios de Bioquímica" (2007). 4ª ed. Ed. Pearson. Traduït de la 4ª ed. anglesa de l'any 2005, Ed. Pearson. També hi ha la 5a edició en anglès: Moran, L., Horton, R., Scrimgeour, G., Perry, M., and Rawn, D. 'Principles of Biochemistry' (2013) Pearson International Edition.

McKee, T i McKee, J.R. "Bioquímica. Las bases moleculares de la vida" (2014) 5ª ed. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid. Traduït de la 5ª ed. anglesa de l'any 2013, ed. Oxford University Press. També hi ha la 6a edició en anglès 'Biochemistry. The Molecular Basis of Life' (2015).

Nelson, D.L. i Cox, M.M. "Lehninger-Principios de Bioquímica" (2014) 6ª. ed. Ed. Omega. Traduït de la 6ª ed. anglesa de l'any 2013. També hi ha la 7a edició en anglès (2017). Ed. W.H. Freeman. [www.whfreeman.com/lehninger/](http://www.whfreeman.com/lehninger/)

Tymoczko, J.L., Berg, J.M. i Stryer, L. "Bioquímica. Curso básico" (2014). 2ª ed. Ed. Reverté, Barcelona. Traduït de la 2ª ed. anglesa de l'any 2013.

Voet D., Voet J.G. i Pratt C.W. "Fundamentos de Bioquímica. La vida a nivel molecular" (2016) 4ª ed. Ed. Médica Panamericana. Traduït de la 4ª ed. anglesa de l'any 2013.

### **Programari**

No hi ha un programari que sigui específic per aquesta assignatura, no obstant, sí que s'haurà de fer ús del programari habitual d'edició de textos, fulls de càlcul, i lectura de PDF.