



# FISIOLOGIA VEGETAL

Questionaris

Aquest treball ha rebut un incentiu per a material docent en valencià en la convocatòria de 2008 del Servei de Política Lingüística de la Universitat de València.

**Amparo Sanz Grau**

**Isabel Picazo González**

**DEPARTAMENT DE BIOLOGIA VEGETAL**



## PROGRAMA DEL MÒDUL TEÒRIC DE FISIOLOGIA VEGETAL

Codi: 12650

Crèdits: 9 (6T+3P)

### A. Relacions hídriques

- Tema 1. Introducció a la fisiologia vegetal. La cèl·lula vegetal
- Tema 2. L'aigua en la planta
- Tema 3. L'absorció de l'aigua per la planta
- Tema 4. Moviment de l'aigua en la planta
- Tema 5. Transpiració

### B. Nutrició mineral

- Tema 6. Transport de nutrients en la cèl·lula
- Tema 7. Absorció i transport de nutrients en la planta
- Tema 8. Funció dels elements minerals i símptomes de deficiències

### C. Metabolisme fotosintètic i respiratori

- Tema 9. Introducció a la fotosíntesi
- Tema 10. L'aparell fotosintètic
- Tema 11. Absorció de l'energia lluminosa
- Tema 12. Transport electrònic fotosintètic. Fotofosforilació
- Tema 13. Fixació fotosintètica del CO<sub>2</sub>
- Tema 14. Mecanismes d'acumulació del CO<sub>2</sub>
- Tema 15. Fotorespiració i altres vies de pèrdua de CO<sub>2</sub>
- Tema 16. Síntesi, regulació i transport dels productes fotosintètics
- Tema 17. Productivitat fotosintètica
- Tema 18. La fixació simbiòtica de N<sub>2</sub>
- Tema 19. Reducció assimiladora de nitrats. Metabolisme del sofre

### D. Creixement i desenvolupament

- Tema 20. Introducció al creixement i desenvolupament vegetal
- Tema 21. Reguladors del creixement
- Tema 22. Diferenciació i morfogènesi
- Tema 23. Fotoreceptors implicats en el creixement i desenvolupament
- Tema 24. Processos rítmics en les plantes. Moviments
- Tema 25. Fisiologia de la floració
- Tema 26. Desenvolupament del fruit
- Tema 27. Fisiologia de la llavor i germinació
- Tema 28. Dormició
- Tema 29. Fases de vida en les plantes
- Tema 30. Les plantes en condicions adverses

## **Objectiu del curs**

L'objectiu fonamental és l'obtenció d'uns coneixements sòlids sobre els processos fisiològics que tenen lloc en les plantes i que determinen els models de creixement i desenvolupament dels vegetals.

## **Objectius concrets**

- 1) Aprendre una sèrie de definicions i conceptes.
- 2) Entendre el seu significat i les interrelacions entre aquests.
- 3) Adquirir la capacitat d'interpretar les observacions experimentals i de predir processos.

Per assolir el primer objectiu hem d'utilitzar la memòria. Per reforçar aquesta facultat es plantegen una sèrie de qüestions que incideixen en aquest aspecte de l'aprenentatge. La comprensió dels nous conceptes es consolidarà amb altres qüestions que, a més a més, treballen les interrelacions entre els conceptes. Per assolir el tercer objectiu –la capacitat d'interpretació i predicció de resultats d'acord amb els coneixements adquirits–, s'hi han inclòs altres qüestions més complexes que es basen en experiments de laboratori o en observacions reals. Finalment, hi ha també altres qüestions i problemes que requereixen càlculs numèrics per a resoldre'ls, sobretot en relació amb el treball de laboratori.

# **1. Relacions hídriques, nutrició mineral i transport**





# TEMA 1: INTRODUCCIÓ

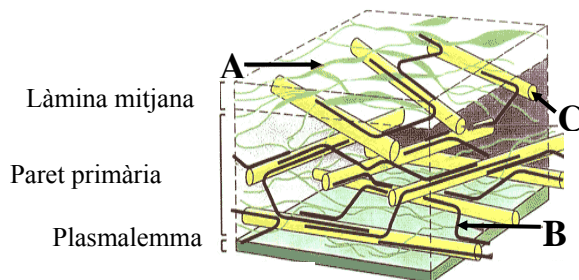
- \* Concepte de fisiologia vegetal i objecte d'estudi.
- \* Característiques diferencials de la cèl·lula vegetal.
- \* Orgànuls específics i funcions que exerceixen.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Orgànuls cel·lulars.  
\* Composició de la paret cel·lular.

CONCEPTES CLAU:

- Funcions de la paret cel·lular.
- Principals compartiments en la cèl·lula vegetal.
- Plasmalemma, tonoplast, plasmodesmes, porus.

- 1. La paret cel·lular és:
- una gran macromolècula constituïda bàsicament per pectines, hemicel·luloses, cel·lulosa i proteïnes, que forma una xarxa tridimensional fora del plasmalemma.
  - una sèrie de capes de cel·lulosa i altres materials que formen algunes cèl·lules vegetals, com ara les del xilema.
  - la membrana que envolta el protoplast.
  - la membrana cel·lular.
- 2. Quina d'aquestes funcions **no** és atribuïble a la paret cel·lular?
- Actuar com a tamís que impedeix el pas de microorganismes.
  - Determinar la forma de la cèl·lula.
  - Constituir una barrera selectiva de permeabilitat diferencial per als nutrients.
  - Limitar el volum cel·lular.
- 3. Què passa quan una cèl·lula vegetal se submergeix en aigua destil·lada?
- Que absorbeix aigua fins que es trenca (trencament osmòtic).
  - Que arriba al volum màxim que pot tenir.
  - Que es perd el contingut cel·lular, que és rentat per l'aigua.
  - No res; es queda igual que estava.
- 4. Quina de les substàncies següents penses que **no** és probable que siga una hormona vegetal? (Entre parèntesis s'indiquen les grandàries moleculars respectives.)
- Substància A (17 Å)
  - Substància B (1,5 nm)
  - Substància C (0,5 Å)
  - Substància D ( $3 \times 10^{-2} \mu\text{m}$ )
- 5. Indica quins són els components de la paret cel·lular mostrats en la figura i assenyalats amb les lletres A a C.
- A: hemicel·luloses; B: pectines; C: cel·lulosa.
  - A: pectines; B: hemicel·luloses; C: cel·lulosa.
  - A: pectines; B: cel·lulosa; C: hemicel·luloses.
  - A: cel·lulosa; B: pectines; C: hemicel·luloses.



## TEMA 2: L'AIGUA EN LA PLANTA

- \* Funcions de l'aigua en la planta.
- \* Mesura de l'estat hídric de les plantes.
  - Potencial hídric i els seus components.
  - Altres mesures de l'estat hídric.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Estructura i propietats de l'aigua.  
\* Potencial electroquímico.

CONCEPTES CLAU:

- Potencial hídric.
- Contingut hídric relatiu (CHR) i dèficit de saturació hídrica (DSH).
- Diagrama de Höfler.

- 1. Indica quin aparellament entre les propietats físiques (A-D) i les definicions (1-4) és correcte.

A. Calor específica	1. Grau de cohesió
B. Calor de vaporització	2. Energia necessària per a pujar 1 °C la T d'1 g de massa
C. Tensió superficial	3. Energia necessària per a fer passar 1 g de massa de líquid a vapor a la T d'ebullició
D. Constant dielèctrica	4. Capacitat de neutralització de càrregues elèctriques

- a) A-1    B-2    C-3    D-4  
 b) A-2    B-3    C-1    D-4  
 c) A-2    B-3    C-4    D-1  
 d) A-4    B-2    C-1    D-3

- 2. Relaciona les propietats físiques de l'aigua esmentades en la pregunta anterior (A-D) amb les diferents funcions que exerceix en les plantes (I-IV).

A. Calor específica	I. Refrigerant
B. Calor de vaporització	II. Dissolvent
C. Tensió superficial	III. Regulador tèrmic
D. Constant dielèctrica	IV. Capil·laritat

- a) A-II    B-I    C-IV    D-III  
 b) A-II    B-III    C-I    D-IV  
 c) A-III    B-I    C-IV    D-II  
 d) A-IV    B-II    C-I    D-III

- 3. La importància de l'aigua com a regulador tèrmic és deguda a la seua elevada:

- a) calor de vaporització.  
 b) constant dielèctrica.  
 c) calor específica.  
 d) tensió superficial.

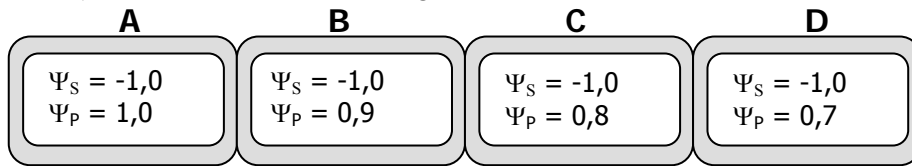
- 4. L'aigua és un bon dissolvent perquè té una elevada:

- a) calor específica.  
 b) tensió superficial.  
 c) constant dielèctrica.  
 d) cohesió entre les molècules.

- 5. El potencial de pressió:

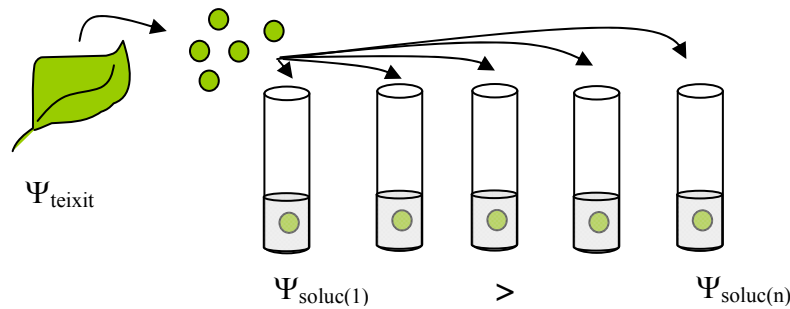
- a) és equivalent al potencial hídric de la cèl·lula en la plasmòlisi.  
 b) es manté constant al llarg del dia.  
 c) és màxim quan la cèl·lula es troba en plena turgència.  
 d) és igual al potencial hídric de la cèl·lula quan aquesta es troba en plena turgència.

- 6. En la figura es mostren cèl·lules veïnes amb els respectius potencials de solut i de pressió (en MPa). Indica el moviment de l'aigua.

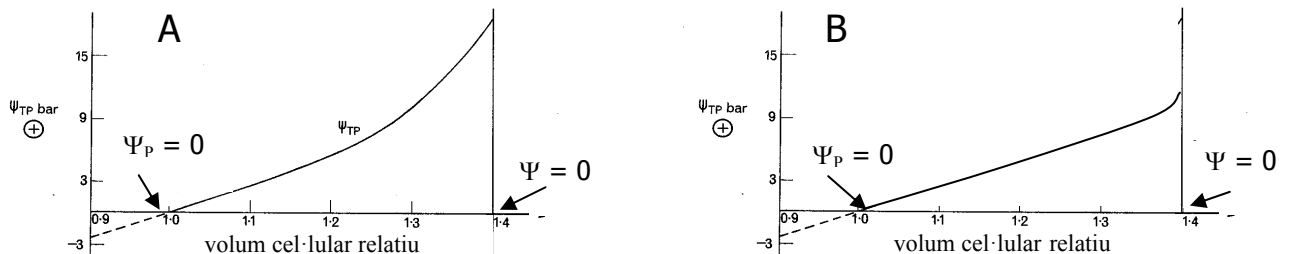


- a) No es mou, ja que la succió osmòtica ( $\Psi_S$ ) és igual en totes.  
 b) Es mou de A a D a causa del gradient de pressió de paret ( $\Psi_P$ ).  
 c) Es mou de A a D a causa del gradient de potencial hídric ( $\Psi$ ).  
 d) Es mou de D a A a causa del gradient de potencial hídric ( $\Psi$ ).
- 7. La cèl·lula A de l'exemple anterior es troba:
- a) plasmolitzada, ja que  $\Psi = \Psi_S$ .  
 b) turgent, ja que  $|\Psi_P| = |\Psi_S|$ .  
 c) plasmolitzada, ja que  $\Psi = 0$ .  
 d) turgent, ja que  $\Psi_P = 0$ .
- A**

$\Psi_S = -1,0$   
 $\Psi_P = 1,0$
- 8. Parts alíquotes d'un teixit vegetal s'introdueixen en una sèrie de solucions de  $\Psi$  decreixent i es comprova que totes perden aigua, que ix cap a la solució. Aquest resultat:



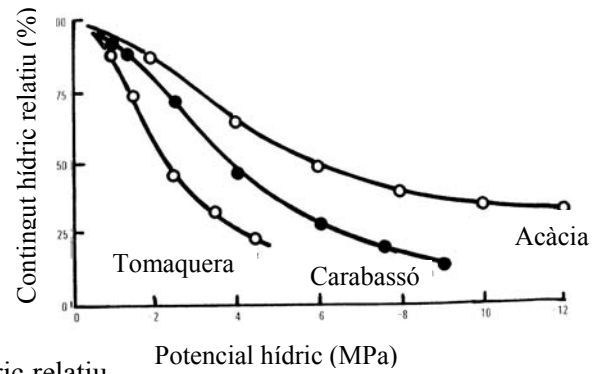
- a) no és possible; en algun cas haurà d'entrar aigua al teixit.  
 b) indica que el  $\Psi_{\text{teixit}} < \Psi_{\text{solució}}$  de major  $\Psi$ .  
 c) és esperable si  $\Psi_{\text{teixit}} > \Psi_{\text{solució}}$  de major  $\Psi$  i, a més, s'ha de donar una pèrdua més gran a mesura que decreix el  $\Psi$  de les solucions.  
 d) El que es diu en l'apartat c és cert, però tan sols fins que  $\Psi_{\text{solució}} = \Psi_{\text{Steixit}}$ .
- 9. En la figura següent es mostra la variació de volum cel·lular i de potencial de pressió de dues cèl·lules amb parets de diferents característiques. Tria l'afirmació correcta.



- a) Per a una mateixa variació en volum, hi ha canvis de potencial més grans en la cèl·lula B que en la cèl·lula A.  
 b) Les parets més rígides es deformen més amb els canvis de pressió que les més elàstiques.  
 c) La cèl·lula A té una paret més rígida que la B.  
 d) En les cèl·lules amb parets rígides el potencial de pressió influeix menys en el  $\Psi$  que en les cèl·lules de parets elàstiques.

- 10. En la figura adjunta es mostra la relació entre el contingut hídic relatiu (CHR) i el potencial hídic ( $\Psi$ ) de tres espècies diferents. Quina de les tres plantes és més resistent a la sequera?

- La tomaquera.
- El carabassó.
- L'acàcia.
- La gràfica no ens permet predir quina planta serà més resistent a la sequera.



- 11. Si dues plantes tenen el mateix contingut hídic relatiu (CHR), quina és més probable que supere un període de sequera?

- La que aconseguisca mantenir un potencial hídic més elevat que el del sòl, perquè l'aigua no isca de les cèl·lules de l'arrel.
- La que tanque els estomes i augmente així la tensió al xilema.
- La que transpire més i augmente així la pressió al xilema.
- La que aconseguisca un descens més gran del potencial hídic de les arrels.

## TEMA 3: ABSORCIÓ DE L'AIGUA PER LA PLANTA

- \* Disponibilitat de l'aigua en el sòl.
- \* Absorció i transport radial de l'aigua en l'arrel.
- \* Pressió radicular i gutació.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Estructura longitudinal i radial de l'arrel.

CONCEPTES CLAU:

- Capacitat de camp (CC) i punt de marcescència permanent (PMP).
- Apoplast i simplast.
- Banda de Caspari.
- Pressió radicular i gutació.

- 1. El contingut en aigua d'un sòl negat es troba:
  - a) per davall del punt de marcescència permanent.
  - b) per davall de la capacitat de camp.
  - c) entre el punt de marcescència permanent i la capacitat de camp.
  - d) per damunt de la capacitat de camp.
- 2. Dues plantes de gira-sol de la mateixa edat i grandària, que presenten un contingut hídic relatiu del 80 %, es planten en dos cossiols, un que conté un sòl argilós (A) i l'altre un sòl arenós (B), ambdós a la seua capacitat de camp, i es mantenen sense regar i en les mateixes condicions ambientals. Quina de les dues plantes presentarà abans símptomes de marcescència?
  - a) La planta A, perquè el sòl argilós té un punt de marcescència permanent més alt.
  - b) La planta B, perquè el sòl arenós té una menor disponibilitat d'aigua per a les plantes que l'argilós.
  - c) Totes dues alhora, perquè es tracta de plantes de la mateixa espècie i les condicions són iguals.
  - d) Cap de les dues es marcirà, perquè els dos sòls estan a capacitat de camp.
- 3. En condicions de sequera, els sòls presenten potencials hídrics molt baixos. Quines característiques cel·lulars seran més adequades perquè una planta pugui continuar absorbint aigua de sòls que es troben prop del punt de marcescència permanent (PMP)?
  - a) Cèl·lules amb gran capacitat d'acumular soluts i parets cel·lulars rígides.
  - b) Cèl·lules amb gran capacitat d'acumular soluts i parets cel·lulars flexibles.
  - c) Cèl·lules amb baixa concentració de soluts i parets cel·lulars rígides.
  - d) Cèl·lules amb baixa concentració de soluts i parets cel·lulars flexibles.
- 4. L'absorció d'aigua del sòl per les cèl·lules del còrtex radicular és deguda al fet que:
  - a) el potencial hídic d'aquestes cèl·lules és menor que el del sòl.
  - b) el potencial osmòtic d'aquestes cèl·lules és menor que el del sòl.
  - c) el potencial de pressió d'aquestes cèl·lules és major que el del sòl.
  - d) que els potencials de pressió i osmòtic d'aquestes cèl·lules són majors que els del sòl.
- 5. Els protoplasmes de moltes cèl·lules poden estar connectats per plasmodesmes i formen un sistema anomenat:
  - a) apoplast.
  - b) simplast.
  - c) fragmoplast.
  - d) desmoplast.
- 6. Tot i que la concentració iònica en l'apoplast del cilindre central de les arrels és normalment més elevada que en l'apoplast del còrtex, no hi ha difusió dels ions cap al còrtex perquè ho impedeix:
  - a) la pressió osmòtica que exerceixen els ions en el cilindre central.
  - b) la presència de la banda de Caspari en l'endoderma.
  - c) la pressió radicular que es genera en el conjunt de l'arrel.
  - d) la transpiració, que arrossega els ions del cilindre central.

- 7. En una planta en condicions naturals:
  - a) no s'arriba a l'equilibri entre el potencial hídric del sòl i el de l'arrel, ja que en la planta la variació dels potencials de pressió i osmòtic permet que s'hi mantinga un gradient.
  - b) s'arriba a l'equilibri perquè s'igualen els potencials hídrics de l'arrel i del sòl.
  - c) s'arriba a l'equilibri, però només si s'igualen els potencials osmòtics de l'arrel i del sòl.
  - d) no s'arriba a l'equilibri perquè el potencial de pressió en l'arrel és sempre negatiu.
  
- 8. La pressió radicular és un procés que:
  - a) origina una pressió negativa en la tija, responsable del procés de gutació.
  - b) presenta ritmicitat diària, amb valors majors de dia que de nit.
  - c) com a pressió positiva, provoca la pujada de la saba pel xilema.
  - d) és responsable de la transpiració de les plantes a la nit.
  
- 9. La pressió radicular es pot fer major com menor siga:
  - a) el potencial de paret de les cèl·lules de l'arrel.
  - b) el potencial de pressió de l'arrel.
  - c) el potencial osmòtic de l'arrel.
  - d) el gradient de potencial hídric entre el sòl i l'arrel.

## TEMA 4: MOVIMENT DE L'AIGUA EN LA PLANTA

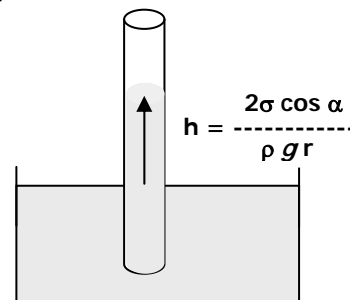
- \* Via de conducció de l'aigua: el xilema.
- \* Composició i característiques de la saba xilemàtica.
- \* Mecanismes de moviment de l'aigua.
- \* Problemes associats al transport de l'aigua: cavitació i embolisme.

CONEXIEMENTS PREVIS: \* Anatomia del xilema.  
\* Llei de Jurin.

CONCEPTES CLAU:

- Teoria de la cohesió-tensió.
- Cavitació i embolisme.
- Porus areolats.

- 1. Tot el que es diu a continuació sobre el xilema és cert, **excepte**:
- les traqueïdes i els vasos són els dos tipus de cèl·lules conductores que formen el xilema.
  - l'aigua i els elements minerals es transporten a través del xilema.
  - les cèl·lules acompanyants proveeixen la nutrició de les traqueïdes.
  - les cèl·lules del xilema madures són cèl·lules mortes.
- 2. La columna d'aigua ascendent en el xilema presenta:
- una força de cohesió més baixa a mesura que puja.
  - una pressió positiva, a causa de l'elevada tensió superficial de l'aigua.
  - una pressió negativa, a causa d'una pressió radicular més baixa a mesura que puja.
  - una pressió negativa, a causa del procés de la transpiració.
- 3. La teoria de la cohesió-tensió:
- explica el moviment de les sals minerals a través del floema des de les arrels fins a les fulles.
  - consta de tres elements bàsics: la constant dielèctrica, el potencial osmòtic i la hidratació cel·lular.
  - explica el moviment ascendent de l'aigua al llarg de la planta.
  - Totes les respostes anteriors són correctes.
- 4. Fins a quina altura arribaria l'aigua per forces capil·lars en una tràquea de 0,04 mm de diàmetre?
- DADES:**  
 $g = 981 \text{ cm} \times \text{s}^{-2}$  (lat  $45^\circ$ )  
 $\sigma = 72,8 \text{ g} \times \text{s}^{-2}$   
 $\cos \alpha = 1$   
 $\rho = 1 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$



- 5. Els porus de les parets cel·lulars tenen un diàmetre d'uns 10 nm i s'hi generen tensions capil·lars molt fortes, que permetrien suportar columnes d'aigua d'aquest diàmetre i d'una altura de:
- 0,015 nm.
  - 0,029 cm.
  - 1480 m.
  - 3 km.
- 6. El moviment ascendent de l'aigua a través del xilema d'un arbre molt alt sols és possible per:
- la capil·laritat; les cèl·lules del xilema actuen com a tubs capil·lars que fan pujar l'aigua.
  - l'adherència de les molècules d'aigua a les parets dels vasos conductors.
  - la pressió radicular; l'aigua és bombada activament cap amunt.
  - la difusió del vapor d'aigua a través dels estomes, a favor d'un gradient de pressió de vapor.

- 7. Quin dels factors següents determina sobretot la vulnerabilitat del xilema d'una planta a la cavitació?
- El diàmetre dels vasos conductors.
  - L'alçària de la planta.
  - La mida i l'estructura dels porus de les parets dels vasos.
  - El nombre de vasos conductors que presenta el xilema.
- 8. Els porus areolats són modificacions de les parets cel·lulars dels elements conductors del xilema i tenen com a funció principal:
- regular el pas d'aigua entre dos elements conductors.
  - dificultar la propagació d'agents infecciosos.
  - dificultar el buidament dels elements conductors.
  - regular l'intercanvi de minerals entre dos elements conductors.
- 9. Per una canonada de secció circular (àrea del cercle =  $\pi r^2$ ) per a la conducció d'aigua, passen  $5 \text{ L min}^{-1}$  ( $L = \text{dm}^3$ ). Quina serà la velocitat de flux de l'aigua si el diàmetre de la canonada és de 2 cm? I si és de 10 cm?
- 40 i  $1,6 \text{ cm min}^{-1}$ .
  - 160 i  $6 \text{ cm min}^{-1}$ .
  - 4 i  $0,16 \text{ m min}^{-1}$ .
  - 16 i  $0,64 \text{ m min}^{-1}$ .
- 10. Una planta de tomaquera s'embolica amb un plàstic per recollir l'aigua que perd per les fulles. El volum recollit en 1 h és de 0,24 L. Després, es fa un tall transversal de la tija i es mesura l'àrea de xilema, que és de  $0,5 \text{ cm}^2$ . Quina és la velocitat del flux de la saba xilemàtica en  $\text{cm min}^{-1}$ ?
- 4
  - 8
  - 9,6
  - 160



## TEMA 5: TRANSPIRACIÓ

- \* Importància i tipus de transpiració.
- \* Grau de control pels estomes.
- \* Mecanismes d'obertura i tancament estomàtic.
- \* Factors que afecten la transpiració.

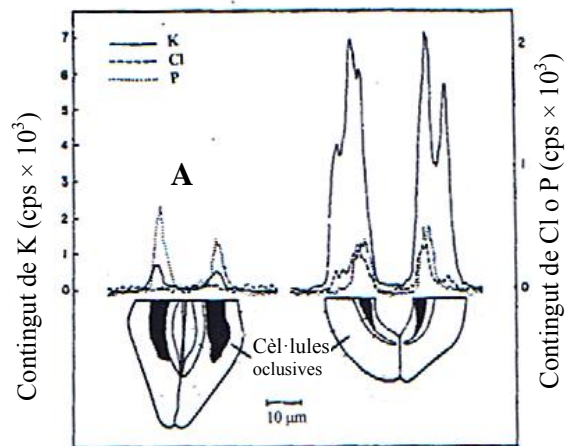
CONEXIMENTS PREVIS: \* Anatomia dels estomes.  
\* Pressió de vapor, humitat relativa (HR).

CONCEPTES CLAU:

- Transpiració.
- Capa estacionària.
- Mecanismes hidroactius del moviment estomàtic.

- 1. Les cèl·lules oclusives presenten una sèrie de característiques que les diferencien de la resta de cèl·lules epidèrmiques. Quina de les afirmacions següents és correcta?
- No presenten plasmodesmes de comunicació amb les cèl·lules veïnes.
  - Emmagatzemen midó de dia, procedent dels cloroplasts de la resta de cèl·lules epidèrmiques.
  - Presenten parets gruixudes, igualment reforçades per tot el perímetre.
  - No contenen cloroplasts, en contrast amb la resta de les cèl·lules epidèrmiques.
- 2. Durant l'obertura estomàtica, algunes plantes compensen totalment les càrregues del  $K^+$  incorporat a les cèl·lules oclusives amb l'entrada de  $Cl^-$ . En quin d'aquests casos penses que passarà això?
- En plantes que obrin els estomes de nit.
  - En plantes que no emmagatzemen midó.
  - En plantes amb una elevada activitat PEPcarboxilasa.
  - En plantes adaptades a ambients humits.

- 3. En la gràfica es mostren els continguts en K, Cl i P de les cèl·lules oclusives de *Vicia faba* en dues situacions diferents, A i B. Selecciona la interpretació de la gràfica que siga correcta.
- La gran diferència del contingut en K pot explicar l'augment de turgència i l'obertura de l'estoma, que es mostra en la situació B.
  - En l'estoma obert (B), l'augment dels nivells de K són contrarestats elèctricament per les càrregues negatives dels ions Cl i P.
  - En l'estoma tancat (A), el contingut en P és semblant al de l'estoma obert (B), a causa de l'actuació de les bombes de  $H^+$  del plasmalemma, que utilitza ATP i allibera P.
  - L'increment del contingut en K en B pot explicar l'augment del potencial osmòtic i el consegüent descens de turgència que produeix l'obertura de l'estoma.



- 4. Els estomes s'obrin:
- per l'entrada d'aigua a les cèl·lules oclusives.
  - pels reforçaments especials presents a les parets de les cèl·lules oclusives.
  - per l'acumulació de  $K^+$  en les cèl·lules oclusives, fet que provoca un descens del potencial osmòtic.
  - per tot el que s'ha esmentat en els apartats anteriors.

- 5. El  $K^+$  entra en les cèl·lules oclusives:
  - a) a causa de la presència de grans de midó que augmenten la pressió osmòtica.
  - b) a causa de l'extrusió de protons per les  $H^+$ -ATPases del plasmalemma.
  - c) gràcies a l'augment de l'ABA en les cèl·lules oclusives.
  - d) Totes les respostes anteriors són correctes.
- 6. L'augment de temperatura modifica la taxa de transpiració perquè augmenta:
  - a) el gradient de difusió i accelera la respiració.
  - b) la velocitat de difusió i baixa la humitat relativa de l'atmosfera.
  - c) l'obertura estomàtica i disminueix la respiració.
  - d) la humitat relativa i el transport pel xilema.
- 7. La difusió de vapor d'aigua a través dels estomes augmenta quan:
  - a) ix aigua de les cèl·lules oclusives.
  - b) la concentració de  $O_2$  és baixa.
  - c) les fulles s'enrotllen.
  - d) disminueix la humitat atmosfèrica.

- 8. Utilitzeu la taula per a fer els exercicis següents.

<b>Relació entre la pressió de vapor i la humitat relativa a diferents temperatures</b>												
T (°C)	Pressió de vapor, en mm de Hg, a diferents valors d'humitat relativa											
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	
0	0	0,46	0,92	1,37	1,83	2,29	2,75	3,21	3,66	4,12	4,58	
10	0	0,92	1,84	2,76	3,68	4,6	5,53	6,45	7,37	8,29	9,21	
20	0	1,75	3,51	5,26	7,02	8,77	10,52	12,28	14,03	15,79	17,54	
30	0	3,18	6,36	9,55	12,73	15,91	19,09	22,27	25,46	28,64	31,82	
40	0	5,53	11,06	16,6	22,13	27,66	33,19	38,72	44,25	49,79	55,32	

(1 atm = 0,1013 MPa = 1,013 bar = 760 mm Hg a nivell del mar i latitud 45°)

- 1) Quina és la humitat relativa (HR) d'una atmosfera que presenta una pressió de vapor ( $P_v$ ) de 8,05 mm de Hg a 20 °C?
  - 2) Amb quina pressió difondrà el vapor d'aigua entre una fulla i l'atmosfera si estan a la mateixa temperatura (20 °C) i la  $P_v$  de l'atmosfera és de 8,77 mm Hg?
  - 3) Si la temperatura de la fulla i la temperatura de l'atmosfera és la mateixa (20 °C), quin efecte sobre la transpiració tindrà un augment de temperatura de totes dues fins a 30 °C? I un descens fins a 10 °C?
  - 4) Pot transpirar una planta que es troba en una atmosfera amb una HR del 100 %? Raona la resposta i posa'n un exemple numèric extret de la taula.
- 9. Als boscos tropicals, on l'atmosfera es pot trobar en alguns moments totalment saturada de vapor d'aigua (HR = 100 %), és possible que hi haja transpiració?
    - a) No, perquè no hi ha gradient de pressió de vapor.
    - b) No, perquè l'atmosfera està saturada de vapor d'aigua i no pot contenir-ne més.
    - c) Sí, si la temperatura de la fulla és més elevada que la temperatura de l'atmosfera.
    - d) Sí, si la HR de la fulla és més elevada que la HR de l'atmosfera.
  - 10. Si s'il·lumina una fulla d'una planta amb llum monocromàtica, no s'obriran els estomes si el tractament es fa amb:
    - a) llum roja a una intensitat per davall del punt de compensació per a la llum ( $PC_{LI}$ ).
    - b) llum roja a una intensitat per damunt del  $PC_{LI}$ .
    - c) llum blava a una intensitat per davall del  $PC_{LI}$ .
    - d) llum blava a una intensitat per damunt del  $PC_{LI}$ .

- 11. Quan s'estudien els efectes ambientals sobre el moviment estomàtic utilitzant epidermis aïllades de plantes CAM, s'observa que no s'obren a la foscor, al contrari del que passa amb fulles senceres. Això és potser perquè:
- a) l'obertura està accionada pel descens de la concentració de  $\text{CO}_2$  i en absència de les cèl·lules del mesofil·le no es dona aquest descens de  $\text{CO}_2$ .
  - b) l'obertura està accionada pel sensor de llum, que es troba en les mateixes cèl·lules oclusives.
  - c) requereixen  $\text{Ca}^{2+}$  per a aquest moviment i la seua provisió minva en les epidermis aïllades.
  - d) augmenten els nivells d'ABA que arriben a les cèl·lules oclusives en aquestes condicions.

## TEMA 6: TRANSPORT DE SUBSTÀNCIES A NIVELL CEL·LULAR

- \* Tipus de transport a través de membrana.
- \* Forces implicades en el transport a través de membrana.

CONEXIEMENTS PREVIS:

- \* Plasmalemma, tonoplast.
- \* Bombes, transportadors, canals de membrana.
- \* Potencial electroquímic.

CONCEPTES CLAU:

- Potencial de Nernst.
- Equilibri Donnan.
- Força motriu de protons ( $\Delta p$ ).
- Cotransport, uniport.

### PROBLEMES

- 1) Quina diferència de potencial transmembrana pot explicar una acumulació passiva de 100 mM de  $\text{Ca}^{2+}$  a partir d'una concentració externa d'1 mM, a 20 °C?
- 2) Una arrel, submergida en una solució 0,25 mM de  $\text{MgSO}_4$  a 25 °C, conté 3 mM de  $\text{Mg}^{2+}$  en les cèl·lules. El potencial transmembrana és de  $-110$  mV.
  - a) Quin és el potencial de Nernst per al  $\text{Mg}^{2+}$  d'acord amb les concentracions que hi ha a ambdós costats de la membrana?
  - b) Quina hauria de ser la concentració interna de  $\text{Mg}^{2+}$  segons el potencial transmembrana existent?
  - c) Com es pot explicar la discrepància que es troba entre la concentració mesurada (3 mM) i la que cal esperar per al potencial de membrana existent (calculada en l'apartat b)?
  - d) En quina direcció s'hauria de donar el flux de  $\text{Mg}^{2+}$  perquè s'arribara a un equilibri de potencial electroquímic?
- 3) Una cèl·lula de *Chlorella* és submergida en una dissolució a 25 °C que conté  $\text{Li}^+$  0,2 mM,  $\text{Na}^+$  3 mM,  $\text{NO}_3^-$  0,8 mM i  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  0,04 mM. La composició iònica en el citoplasma és:  $\text{Li}^+$  30 mM,  $\text{Na}^+$  12 mM,  $\text{NO}_3^-$  60 mM i  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  6 mM.
  - a) Calcula el potencial de Nernst per a cada ió.
  - b) Si la diferència de potencial a través de la membrana és de  $-125$  mV, indica si es troben en equilibri passiu o, en cas contrari, cap on es produirà el flux passiu en cada cas. (NOTA: es pot considerar equilibri quan el potencial mesurat i el calculat no difereixen en més de 3-4 mV.)
  - c) Quina seria la concentració interna de  $\text{Na}^+$  si el seu potencial de Nernst fóra de  $-125$  mV?
  - d) A què és deguda la discrepància entre la concentració de  $\text{Na}^+$  mesurada i la que caldria esperar per al potencial de membrana existent?
- 4) Considerem una cèl·lula que té un potencial de membrana de  $-59$  mV a 20 °C, submergida en una dissolució que conté  $\text{KNO}_3$  2 mM,  $\text{NaNO}_3$  0,2 mM i  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,2 mM. Les concentracions internes són:  $\text{K}^+$  = 200 mM,  $\text{Mg}^{2+}$  = 2 mM i  $\text{Ca}^{2+}$  = 20 mM.
  - a) Està en equilibri passiu, el  $\text{K}^+$ ? I el  $\text{Ca}^{2+}$ ?
  - b) Si el  $\text{Na}^+$  i el  $\text{Mg}^{2+}$  estigueren en equilibri, quines serien les seues concentracions?
  - c) Si el  $\text{NO}_3^-$  està en equilibri quan el potencial de membrana és de  $-200$  mV, quin seria el seu potencial de Nernst i la seua concentració interna?

## QÜESTIONS

- 1. La diferència de potencial elèctric a través de les membranes s'estableix gràcies a:
- l'eixida activa de protons de la cèl·lula.
  - l'entrada de protons a la cèl·lula a favor de gradient.
  - la permeabilitat selectiva de la membrana.
  - a) i c).
- 2. La diferència de potencial transmembrana ( $E_m$ ) consta d'una component activa i d'una altra de passiva. Aquesta última es genera a causa de:
- la difusió selectiva d'ions a través de la membrana.
  - l'actuació de bombes de protons.
  - l'entrada de protons a la cèl·lula, a favor de gradient.
  - l'uniport dels cations cap a l'interior cel·lular.
- 3. Una cèl·lula vegetal té un potencial de membrana ( $E_m$ ) de  $-250$  mV. Si s'afegeix al medi extern  $50$  mM d'un substrat electroneutre, el potencial de membrana canvia a  $-145$  mV i el pH extern passa de  $5,7$  a  $6,3$ . Segons aquestes dades experimentals, podem considerar que el substrat entra a les cèl·lules per:
- un canal (uniport).
  - una bomba (amb consum directe d'energia metabòlica).
  - un transportador, en simport amb protons.
  - un transportador, en antiport amb protons.
- 4. Una arrel es troba submergida en una solució nutritiva que conté  $\text{KCl}$   $1$  mM i  $\text{MgSO}_4$   $1$  mM i es comprova experimentalment que els ions  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  es troben distribuïts passivament. De quin d'aquests ions hi haurà una major concentració interna en les cèl·lules de l'arrel?
- Del catió monovalent.
  - Del catió divalent.
  - De l'anió monovalent.
  - De l'anió divalent.
- 5. Arrels de pèsol submergides en un medi a  $25$  °C que conté  $\text{NaCl}$   $1$  mM, presenten una concentració interna de  $\text{Na}^+$  de  $8$  mM i de  $\text{Cl}^-$  de  $7$  mM. Els potencials de Nernst que corresponen a aquestes concentracions són  $E_{\text{N}(\text{Na}^+)} = -53$  mV i  $E_{\text{N}(\text{Cl}^-)} = +50$  mV. El potencial de membrana mesurat és  $E_m = -110$  mV. Aquests resultats es poden interpretar com a transport actiu secundari amb protons, de la manera següent:
- el catió, entrada per antiport i l'anió, eixida per simport.
  - el catió, entrada per simport i l'anió, eixida per antiport.
  - el catió, eixida per antiport i l'anió, entrada per simport.
  - el catió, eixida per simport i l'anió, entrada per antiport.
- 6. Quan es mesura el potencial de membrana d'una alga unicel·lular a  $20$  °C, s'obté un valor de  $-58$  mV. Quina concentració interna de Mg esperes que es done per entrada passiva si la concentració externa és d' $1$  mM?
- $1$  mM.
  - $10$  mM.
  - $100$  mM.
  - $58$  mM.



## TEMA 7: ABSORCIÓ I TRANSPORT DE NUTRIENTS EN LA PLANTA

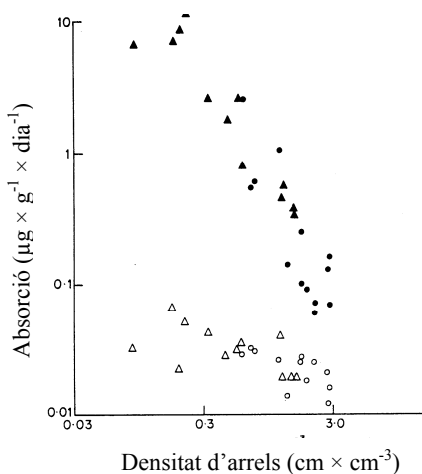
- \* Moviments dels soluts en el sòl.
- \* Vies de circulació i cinètica de l'absorció dels nutrients.
- \* Incorporació al xilema i distribució per la planta.
- \* Factors que influeixen en l'absorció.
- \* Absorció per via foliar.

CONEXIEMENTS PREVIS: \* Anatomia de l'arrel i del sistema conductor.  
\* Transport a través de membrana.

CONCEPTES CLAU:

- Rizosfera.
- Coeficients de difusió.
- Flux en massa.
- Zones d'esgotament.
- Espai lliure aparent.

- 1. Les arrels consumeixen els nutrients minerals del sòl que es troba al voltant de la superfície de l'arrel i creen així zones d'esgotament. Afortunadament per a la major part de les arrels, prou minerals són proveïts:
- pel creixement continu de les arrels cap a regions noves del sòl, amb més nutrients.
  - per la difusió dels nutrients minerals a través del sòl.
  - pel flux en massa dels nutrients dissolts en l'aigua del sòl i que s'acosta cap a l'arrel a causa de la transpiració de la planta.
  - Per tots els mecanismes esmentats.
- 2. Quan els nutrients es mouen per flux en massa, arrossegats per l'aigua, la velocitat de moviment:
- és igual per a tots.
  - és igual a la de l'aigua que els arrossega.
  - és constant des del sòl fins al xilema, i depèn de la intensitat de la transpiració, que és la que fa moure l'aigua.
  - és diferent per a cada nutrient.
- 3. En la figura adjunta es mostra l'efecte que té la densitat de plantació en l'absorció d'alguns nutrients, com ara fosfats o potassi. Hi podem veure que:
- quan disminueix la densitat de plantació s'absorbeixen millor els nutrients amb major coeficient de difusió al sòl, com el K (símbols negres).
  - els nutrients amb baixa difusió al sòl, com ara el fosfat (símbols blancs) s'absorbeixen menys amb elevades densitats d'arrels perquè s'estableix competència entre aquestes pel nutrient.
  - els nutrients com el K (símbols blancs) no es veuen afectats per la densitat de plantació perquè creen zones d'esgotament poc amples i intenses.
  - els fosfats (símbols blancs) creen zones d'esgotament molt amples, però poc intenses, per això no es veuen afectats per la densitat de plantació.

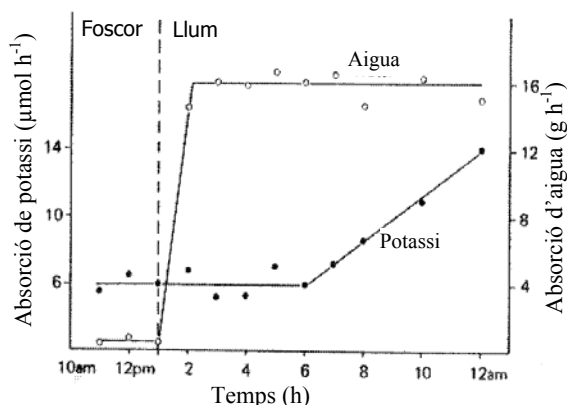


- 4. Les arrels d'una planta són submergides en una solució amb RbCl 10 mM. Després se substitueix aquesta solució per aigua destil·lada i, posteriorment, per una altra de KCl, i es duen a terme anàlisis d'alíquotes de les arrels en diferents moments de l'experiment. Els resultats de contingut en Rb són aquests:

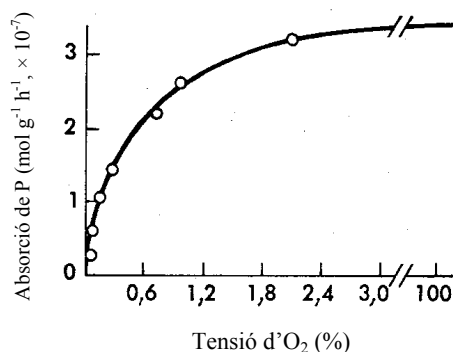
Després de la incubació en RbCl	8 $\mu\text{mol} / \text{g}$
Després de la incubació en aigua	1,2 $\mu\text{mol} / \text{g}$
Després de la incubació en KCl	0,3 $\mu\text{mol} / \text{g}$

Quina quantitat de Rb es troba a l'espai lliure aparent?

- a) 7,7  $\mu\text{mol} / \text{g}$ .  
 b) 6,6  $\mu\text{mol} / \text{g}$ .  
 c) 0,9  $\mu\text{mol} / \text{g}$ .  
 d) 0,3  $\mu\text{mol} / \text{g}$ .
- 5. Si s'elimina el còrtex d'una arrel (epidermis, parènquima i endoderma), deixant intacta l'estela, i se submergeix en una solució nutritiva, cal esperar que poc després del tractament, i en comparació del control no tractat:
- a) augmente el contingut d'elements minerals a la part aèria.  
 b) disminueixca el contingut d'elements minerals a la part aèria.  
 c) no hi haja diferències respecte al control.  
 d) només hi haurà diferències si varia la transpiració.
- 6. En la figura adjunta es mostra la variació en l'absorció d'aigua i de K per una planta de *Ricinus communis* en cultiu hidropònic, quan es canvia de condicions de foscor a condicions de llum. D'acord amb aquests resultats podem dir que:



- a) tant l'absorció d'aigua com la d'elements nutritius a través de l'arrel té lloc únicament durant el dia.  
 b) en condicions de llum s'absorbeix més K perquè augmenta l'entrada d'aigua (major transpiració).  
 c) durant les hores de llum augmenta la provisió de l'energia necessària per a l'absorció de nutrients, com ara el K.  
 d) l'augment en K és degut al fet que durant el dia augmenta la transpiració i el nutrients queden més concentrats
- 7. En la figura adjunta es mostra la relació que hi ha entre la tensió de O<sub>2</sub> i l'absorció de fosfats. Els resultats s'expliquen perquè:



- a) els fosfats han de ser oxidats per a poder ser absorbits.  
 b) els fosfats s'oxiden durant la seua incorporació al metabolisme cel·lular.  
 c) l'absorció dels fosfats, i la dels elements nutritius en general, requereix el consum d'energia metabòlica.  
 d) es tracta d'un antagonisme iònic entre el O<sub>2</sub> i els fosfats.



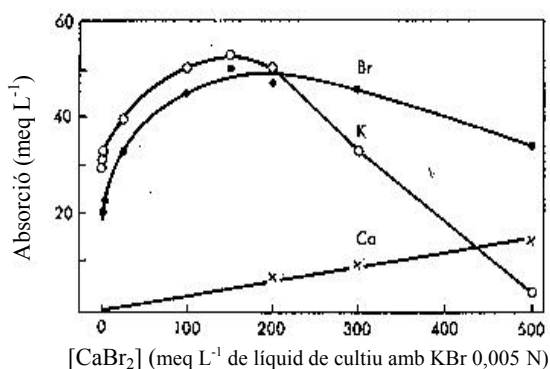
## TEMA 8: FUNCIÓ DELS ELEMENTS MINERALS I SÍMPTOMES DE DEFICIÈNCIES

- \* Elements essencials.
- \* Relació entre nutrició mineral i creixement.
- \* Funcions que exerceixen els elements minerals en la planta.
- \* Deficiències minerals: causes i símptomes.

CONEXEMENTS PREVIS: \* Taula periòdica dels elements.

- CONCEPTES CLAU:
- Micronutrient i macronutrient.
  - Deficiència nutricional, consum de luxe, toxicitat.
  - Antagonismes iònics.
  - Mobilitat dels elements en el floema.

- 1. Tria l'afirmació correcta.
- a) El K és un component important de les membranes biològiques.
  - b) El Fe és l'àtom central de la molècula de porfirina, en les clorofil·les.
  - c) El Na és necessari com a regulador osmòtic, ja que després del K és l'element més permeable a través de les membranes cel·lulars.
  - d) El Ca és un element important en l'estructura de les parets cel·lulars i com a segon missatger.
- 2. En la nutrició mineral d'una planta, l'anomenat *consum de luxe* es pot donar en la fase de:
- a) deficiència.
  - b) creixement òptim.
  - c) toxicitat.
  - d) Les tres fases.
- 3. Si es vol enriquir la ingesta de Ca a través de productes vegetals, convindria menjar:
- a) tubercles, com ara creïlles.
  - b) fulles adultes, com més velles millor.
  - c) fulles adultes, però abans que es produïska la fructificació.
  - d) arrels, com ara carlotes.
- 4. En la figura adjunta es presenten els resultats d'un experiment sobre nutrició mineral. Aquestes gràfiques indiquen que hi ha:
- a) sinergisme iònic entre el Br i el K a baixes concentracions de Ca.
  - b) sinergisme i antagonisme iònic del Ca amb el Br i el K, segons el rang de concentració de Ca.
  - c) antagonisme iònic del Ca amb el K.
  - d) antagonisme iònic entre el Br i el K, a elevades concentracions de Ca.



## **2. Metabolisme fotosintètic i respiratori**

## TEMA 9: INTRODUCCIÓ A LA FOTOSÍNTESI

- \* Esquema general i processos que inclou.
- \* Semblances i diferències en els diferents organismes fotosintètics.
- \* Relació entre energia i transport d'electrons.
- \* Conservació de l'energia en el procés fotosintètic. Aprofitament de l'energia solar.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Naturalesa de la llum.  
\* Potencial redox.

CONCEPTES CLAU:

- Reducció dels bioelements dependent de l'energia solar.
- Compartimentació de  $H^+$  accionada pel transport electrònic.
- Fotosíntesi oxigènica i no oxigènica.
- Fase lluminosa (biofísica) i fase obscura (bioquímica) de la fotosíntesi.

- 1. En la llista següent de les diferències entre bacteris fotosintètics i altres organismes fotosintètics (cianofícies, algues i plantes superiors), indica quina és **falsa**.
  - a) Els bacteris presenten fotosíntesi no oxigènica, mentre que els altres la tenen oxigènica.
  - b) Els bacteris tenen un únic fotosistema, mentre que els altres en tenen dos.
  - c) En els bacteris no es dona un acoblament entre transport electrònic i formació de gradient de protons, mentre que en els altres sí.
  - d) Els bacteris no poden oxidar l'aigua, mentre que els altres sí.
- 2. Durant el procés de la fotosíntesi, l'energia és captada directament:
  - a) pels protons del NADPH.
  - b) pels electrons de la clorofil·la.
  - c) pel fosfat de l'ATP.
  - d) pel carboni de les molècules de  $CO_2$ .
- 3. La fase lluminosa de la fotosíntesi proporciona el mecanisme i l'energia necessaris per a:
  - a) transportar electrons a l'interior d'una vesícula de membrana tancada, que separa dos compartiments.
  - b) que es done una transferència d'electrons des d'una substància amb potencial redox positiu fins a una altra amb potencial redox negatiu.
  - c) produir  $O_2$  a partir de  $CO_2$ .
  - d) transportar protons des de l'interior del lumen tilacoïdal cap a l'exterior de la vesícula.
- 4. La fase lluminosa de la fotosíntesi es dona gràcies als pigments localitzats en les membranes tilacoïdals i cal que aquestes formen vesícules tancades, perquè en cas contrari no es podria produir:
  - a) la fotòlisi de l'aigua.
  - b) la captació de l'energia lluminosa.
  - c) l'emmagatzematge de l'energia en forma de gradient electroquímic de  $H^+$ .
  - d) la circulació no cíclica dels electrons.
- 5. La fotosíntesi, globalment, és una reacció redox. Quin és el producte que s'oxida durant el procés?
  - a) Diòxid de carboni.
  - b) Carbohidrats.
  - c) Aigua.
  - d) Oxigen.

- 6. L'energia solar que arriba a la Terra prové d'un procés:
- a) de fissió nuclear dels àtoms de He.
  - b) de radioactivitat natural a l'escorça solar.
  - c) d'emissió d'àtoms de H.
  - d) de fusió d'àtoms de H, amb formació de He i alliberament de radiació electromagnètica.

## TEMA 10: L'APARELL FOTOSINTÈTIC

- \* Pigments fotosintètics: clorofil·les, carotenoides i ficobilines.
- \* Cloroplasts: estructura, composició, ontogènia i grau d'autonomia genètica.

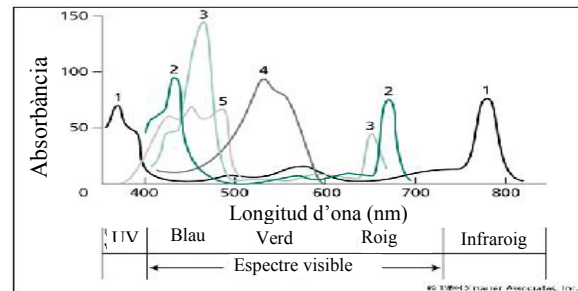
CONEXIMENTS PREVIS: \* Estructura química de les clorofil·les.  
\* Estructura dels cloroplasts.

CONCEPTES CLAU:

- Sistemes de dobles enllaços conjugats.
- Pigments essencials i accessoris.
- Tilacoïdes, zones de juxtaposició, estroma.
- Etioplasts, cos prolamel·lar.

- 1. Els carotenoides:
  - a) són molècules amb dobles enllaços múltiples.
  - b) són compostos amfipàtics, que es dissolen en aigua i en dissolvents de lípids.
  - c) presenten gran eficàcia en la transferència d'energia a les clorofil·les.
  - d) es troben presents en tots els organismes fotosintètics.
- 2. Els cloroplasts:
  - a) tenen doble membrana, les dues amb característiques semblants.
  - b) estan envoltats per un membrana externa i una membrana tilacoïdal.
  - c) presenten permeabilitat selectiva en la membrana interna.
  - d) posseeixen pigments fotosintètics en la membrana interna de les dues que els envolta.
- 3. Una proteïna codificada pel genoma del cloroplast és:
  - a) la subunitat gran de la rubisco.
  - b) els enzims de la biosíntesi de la clorofil·la.
  - c) la subunitat petita de la rubisco.
  - d) Cap proteïna funcional és codificada per l'ADN del cloroplast.

- 4. En la figura adjunta es presenten els espectres d'absorció de diferents pigments fotosintètics. Identifica'ls correctament.



- a) 1: carotenoides, 2 i 3: clorofil·les a i b; 4: ficobilines, 5: bacterioclорofil·la.
  - b) 1: ficobilines; 2 i 3: clorofil·les a i b; 4: carotenoides; 5: bacterioclорofil·la.
  - c) 1: bacterioclорofil·la; 2 i 3: clorofil·les a i b; 4: ficobilines; 5: carotenoides.
  - d) 1: ficobilines, 2 i 3: clorofil·les a i b; 4: bacterioclорofil·la; 5: carotenoides.
- 5. On es localitza l'ATP-sintetasa als cloroplasts?
    - a) En les zones de juxtaposició dels grans.
    - b) En les zones que no són de juxtaposició.
    - c) En la membrana interna del doble embolcall del cloroplast.
    - d) En el lumen tilacoïdal.
  - 6. Es denomina *cos prolamel·lar*:
    - a) la disposició que adquireixen les membranes tilacoïdals quan reben llum els cloroplasts.
    - b) els tilacoïdes, quan degeneren per acció de la llum.
    - c) les invaginacions membranoses originades als etioplasts quan passen de fosc a llum.
    - d) el reticle organitzat en tubs que es forma als etioplasts.

# TEMA 11: ABSORCIÓ DE L'ENERGIA LLUMINOSA

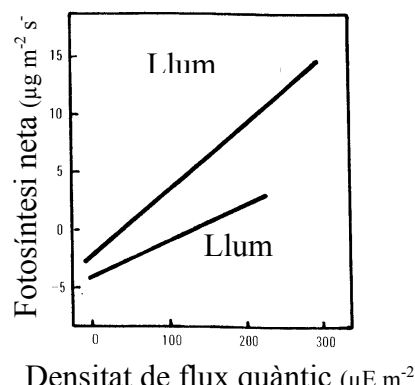
- \* Formes d'utilització i dissipació de l'energia lluminosa.
- \* Unitats fotosintètiques.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Estructura atòmica.  
\* Naturalesa de la llum.

CONCEPTES CLAU:

- Fluorescència, fosforescència, ressonància, reacció fotoquímica.
- Estats de singlet i triplet (estat metastable).
- Unitats fotosintètiques, pantalla recol·lectora de llum, centre de reacció.
- Caiguda del roig, efecte Emerson, esquema en Z.

- 1. La fosforescència:
- és el principal mecanisme de transferència d'energia entre els pigments fotosintètics.
  - és un procés d'emissió de radiació a longitud d'ona menor que l'absorbida.
  - és de color verd, per a totes les longituds d'ona d'excitació.
  - s'emet per desexcitació dels electrons des de l'estat metastable o de triplet.
- 2. Cal esperar que en les plantes d'ombra la proporció de pigments pantalla per centre de reacció:
- sigui major que en les plantes de sol.
  - sigui menor que en les plantes de sol.
  - sigui igual en els dos tipus de plantes.
  - Aquesta proporció no està relacionada amb el fet que siguin plantes de sol o d'ombra.
- 3. En la figura adjunta es representa la resposta fotosintètica de fulles de *Pinus* il·luminades amb llums monocromàtiques de diferents intensitats. S'hi pot observar que, per al mateix nivell d'irradiació, l'activitat fotosintètica és diferent. La causa és que:
- en el centre de reacció els fotons de llum roja són més útils fotosintèticament.
  - el punt de compensació per a la llum blava és menor.
  - la transferència d'energia entre els pigments antena comporta pèrdues més grans en el cas de la llum roja, a causa de la poca energia d'aquests fotons.
  - la transferència d'energia en la pantalla comporta pèrdues més grans en el cas de la llum blava, perquè també és absorbida pels carotenoides, que són menys eficaços en la transferència de l'energia.



- 4. La caiguda del roig consisteix en:
- l'increment de rendiment quàntic quan s'il·lumina les plantes amb llum monocromàtica de  $\lambda > 700 \text{ nm}$ .
  - la disminució del rendiment quàntic quan s'il·lumina les plantes amb llum monocromàtica de  $\lambda > 680 \text{ nm}$ .
  - la desexcitació dels electrons quan passen del segon singlet al primer singlet.
  - la desexcitació dels electrons quan retornen a l'estat fonamental.
- 5. L'efecte Emerson, que explica el fenomen de la caiguda del roig, es presenta:
- en tots els organismes fotosintètics.
  - en les plantes superiors únicament.
  - en els organismes amb fotosíntesi oxidativa.
  - en els organismes amb fotosíntesi no oxidativa.

## TEMA 12: TRANSPORT FOTOSINTÈTIC D'ELECTRONS I FOTOFOSFORILACIÓ

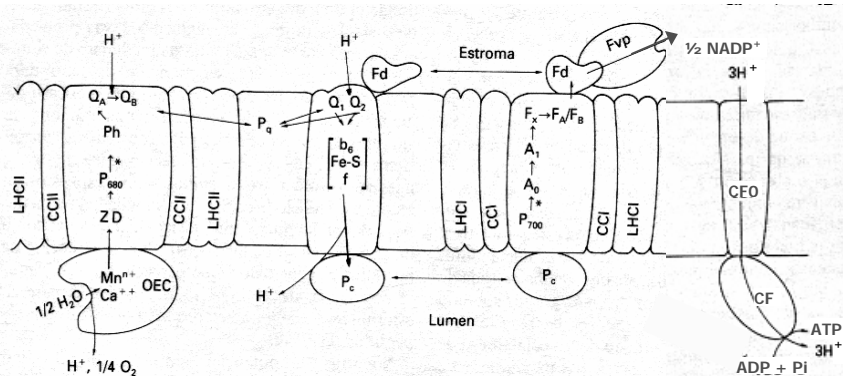
- \* Composició i funció de la cadena de transport fotosintètic d'electrons.
- \* Acoblament entre transport electrònic i fotofosforilació.
- \* L'ATP-sintetasa.

CONEXIEMENTS PREVIS: \* Estructura del cloroplast.  
\* Força motriu de protons.  
\* Reaccions directament dependents de la llum.

CONCEPTES CLAU:

- Complex oxidant de l'aigua.
- Circulació cíclica i no cíclica dels electrons.
- Cicle de les quinones.
- Fotofosforilació.

- 1. L'acceptor primari dels electrons del PSII és:
  - a) citocrom.
  - b) plastoquinona.
  - c) feofitina.
  - d) agrupació sulfofèrrica (2Fe-2S).
- 2. El complex productor d'oxigen es localitza:
  - a) a l'estroma del cloroplast.
  - b) a la cara externa de la membrana tilacoïdal.
  - c) al lumen dels tilacoides.
  - d) a l'espai intermembranós del doble embolcall del cloroplast.
- 3. En la figura es representa de forma esquemàtica la cadena de transport electrònic que té lloc en un orgànel cel·lular. Hi ha, però, un error. Quin és?



- a) Es tracta de la cadena de transport mitocondrial, però l'ATP-sintetasa està orientada a l'inrevés.
  - b) Es tracta de la cadena de transport cloroplàstica, però el flux de dissipació del gradient del protons està orientat a l'inrevés.
  - c) Es tracta de la cadena de transport cloroplàstica, però en lloc de plastoquinona (Q) hauria de dir ubiquinona (UQ).
  - d) Es tracta de la cadena de transport mitocondrial, però l'últim acceptor dels electrons, l'oxigen, s'hauria de reduir a l'altre costat de la membrana.
- 4. Quan s'il·lumina una suspensió de cloroplasts, al lumen tilacoïdal:
    - a) augmenta el contingut de Cl<sup>-</sup>.
    - b) disminueix el contingut de Cl<sup>-</sup>.
    - c) no varia el contingut de Cl<sup>-</sup>.
    - d) No s'hi pot predir el contingut de Cl<sup>-</sup>, ja que no hi ha cap relació entre les dues coses.

- 5. El flux cíclic d'electrons dóna com a resultat la producció:
  - a) de tan sols ATP.
  - b) d'ATP i NADPH.
  - c) de tan sols NADPH.
  - d) de  $\text{NADP}^+$  i NADPH.
  
- 6. El paraquat és un herbicida que actua a nivell del PSI. La seua aplicació a les plantes:
  - a) inhibeix el transport d'electrons entre la feofitina i la plastoquinona.
  - b) intercepta els electrons entre la ferredoxina i el  $\text{NADP}^+$ .
  - c) impedeix la fotòlisi de l'aigua.
  - d) impedeix la reducció del complex dels citocroms.
  
- 7. La síntesi d'ATP:
  - a) té lloc a l'espai intermembranós del doble embolcall del cloroplast.
  - b) implica la descàrrega de  $\text{H}^+$  des del lumen tilacoïdal cap a l'estroma.
  - c) s'activa per l'aplicació de desacobladors com el  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
  - d) i el transport electrònic al cloroplast estan indissolublement lligats.



## TEMA 13: FIXACIÓ FOTOSINTÈTICA DEL CO<sub>2</sub>

- \* Cicle de Calvin-Benson: regulació bioquímica i fisiològica del cicle.
- \* Biosíntesi de sacarosa i midó: localització i regulació del repartiment del carboni.

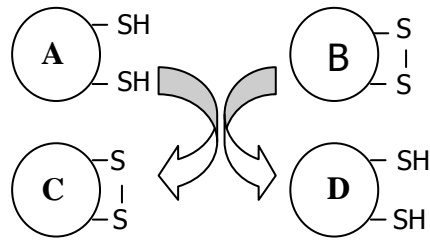
CONEXIMENTS PREVIS: \* Cicle reductiu del CO<sub>2</sub>. Fases del cicle.  
\* Reaccions que utilitzen els productes de la fase lluminosa.  
\* Variacions de les condicions de l'estroma durant la fase lluminosa.  
\* Composició del midó i la sacarosa.

CONCEPTES CLAU:

- Rubisco activasa.
- Sistema ferredoxina/tioredoxina (Fd/Td).
- Transportador d'ortofosfat.
- Regulació del balanç sacarosa/midó.

- 1. Si se subministra aigua marcada amb l'isòtop <sup>18</sup>O a una planta verda a la llum, quedarà marcat com a producte final:
  - a) el midó dels cloroplasts.
  - b) el CO<sub>2</sub> alliberat per respiració.
  - c) el O<sub>2</sub> alliberat per fotosíntesi.
  - d) la cel·lulosa de les parets cel·lulars
- 2. La rubisco activasa és un enzim:
  - a) que catalitza l'activació de la rubisco, en una reacció dependent de l'ATP.
  - b) localitzat al lumen tilacoïdal.
  - c) que catalitza la incorporació de CO<sub>2</sub> a la ribulosa-1,5-difosfat en el cicle de Calvin.
  - d) localitzada als tilacoides del cloroplast.
- 3. Durant la fixació de CO<sub>2</sub>, procés iniciat per l'enzim rubisco, es requereixen 3 ATP:
  - a) un en cada fase del cicle.
  - b) els tres en la fase reductiva.
  - c) dos en la fase reductiva i un en la regenerativa.
  - d) un en la fase reductiva i dos en la regenerativa.
- 4. En la síntesi de sacarosa i midó, el balanç es dona a favor de la síntesi de sacarosa si:
  - a) s'acumulen fosfats de triosa i fosfat inorgànic (Pi) a l'interior del cloroplast.
  - b) s'acumulen fosfats de triosa i Pi al citoplasma.
  - c) disminueix el nivell de Pi i augmenta el de fosfats de triosa a l'interior del cloroplast.
  - d) augmenta el nivell de Pi i disminueix el de fosfats de triosa a l'interior del cloroplast.
- 5. Quin dels següents successos **no** participa en el control bioquímic del cicle de Calvin?
  - a) Moviments iònics dependents de la llum que incrementen la concentració de Mg a l'estroma.
  - b) Reducció de ponts disulfur en enzims clau del cicle.
  - c) Transport de protons que augmenta el pH de l'estroma.
  - d) Despesa d'ATP per a l'activació de la molècula de rubisco a l'espai intermembranós del doble embolcall del cloroplast.
- 6. Tal com va descobrir Calvin, quan les cèl·lules de les algues s'exposen a CO<sub>2</sub> marcat radioactivament i s'il·luminen un segon només, el compost majoritari que queda marcat és:
  - a) l'àcid oxalacètic.
  - b) l'àcid 3-fosfoglicèric.
  - c) el gliceraldehid-3-fosfat.
  - d) la ribulosa-1,5-difosfat.

- 7. Alguns enzims del cicle de Calvin són regulats pel sistema ferredoxina-tioredoxina (Fd-Td), tal com es mostra en l'esquema adjunt. Quina és la substitució correcta de les lletres de l'esquema?



- a) A: Fd reduïda; B: Td oxidada; C: Fd oxidada; D: Td reduïda  
 b) A: Fd oxidada; B: Fd reduïda; C: Td oxidada; D: Td reduïda  
 c) A: Fd reduïda; B: Fd oxidada; C: Td oxidada; D: Td reduïda  
 d) A: Fd oxidada; B: Td reduïda; C: Fd reduïda; D: Td oxidada

## TEMA 14: MECANISMES D'ACUMULACIÓ PRÈVIA DEL CO<sub>2</sub>

- \* Metabolisme dels àcids dicarboxílics tetracarboxilats (C<sub>4</sub>).
- \* Metabolisme àcid de les crassulàcies (CAM).
- \* Mecanismes d'acumulació en algues i plantes aquàtiques.

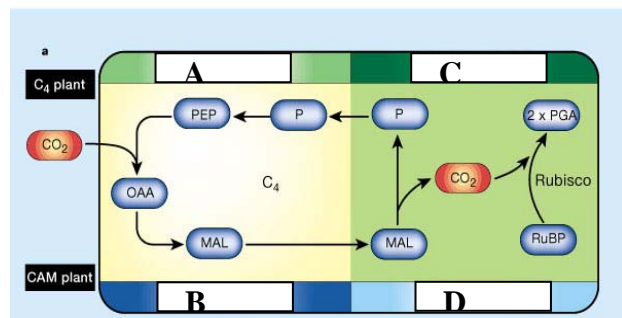
### CONEXIEMENTS PREVIS:

- \* Productes de la fase lluminosa de la fotosíntesi.
- \* Cicle de Calvin.
- \* Factors que afecten el moviment estomàtic.
- \* Transport a través de membrana: força motriu de protons.

### CONCEPTES CLAU:

- Estructura Kranz, cèl·lules del mesofil·le i de la beina.
- Rutes bioquímiques en el metabolisme C<sub>4</sub>: semblances i diferències.
- Regulació del cicle de fixació prèvia i coordinació amb el cicle de Calvin.
- Bioquímica de la fixació en plantes CAM. Regulació.
- Carboxisoma, pirenoide.

- 1. En la ruta fotosintètica d'espècies C<sub>4</sub>, per a fixar un CO<sub>2</sub> es necessiten:
- 8 ATP: 5 en la regeneració del PEP i 3 en el cicle de Calvin.
  - únicament 3 ATP i 2 NADPH per al cicle de Calvin.
  - 4 ATP: 1 en la primera fixació i 3 en el cicle de Calvin.
  - 2 NADPH en el cicle de Calvin, ja que el poder reductor necessari durant el cicle previ es regenera.
- 2. En les plantes C<sub>4</sub> la rubisco fixa el CO<sub>2</sub> i dona com a producte:
- AOA (oxalacetat).
  - 3P-glicerat.
  - 2P-glicolat.
  - 3P-glicerat i 2P-glicolat.
- 3. Els enzims PEPCasa i piruvatofosfodioxinasa, amb què els associes?
- Amb les cèl·lules de la beina de les plantes C<sub>4</sub>.
  - Amb les cèl·lules del mesofil·le de les plantes C<sub>4</sub>.
  - Amb el citoplasma de les cèl·lules del mesofil·le.
  - Amb el cloroplast de les cèl·lules de la beina de les plantes C<sub>4</sub>.
- 4. Una de les diferències en la fixació de CO<sub>2</sub> del metabolisme C<sub>4</sub> respecte al C<sub>3</sub> és que:
- no es veu afectat per la pressió parcial d'O<sub>2</sub>.
  - no es veu afectat per la temperatura.
  - no hi actua la rubisco.
  - no hi ha activitat PEPCasa en plantes C<sub>3</sub>.
- 5. En la figura es representen de forma molt esquemàtica aspectes comuns de la bioquímica de plantes C<sub>4</sub> i CAM. Tenint en compte la localització espacial o temporal de les carboxilacions, selecciona les denominacions correctes per a A, B, C i D.
- A: mesofil·le; B: beina; C: nit; D: dia.
  - A: beina; B: nit; C: mesofil·le; D: dia.
  - A: mesofil·le; B: nit; C: beina; D: dia.
  - A: beina; B: dia; C: mesofil·le; D: nit.



- 6. L'acid dicarboxílic tetracarbonat que pateix la descarboxilació en les cèl·lules de la beina per la via fosfoenolpiruvat-carboxicinasasa (PCK) és:
  - a) l'acid màlic.
  - b) l'acid aspàrtic.
  - c) l'acid oxalacètic.
  - d) l'acid fosfoenolpirúvic.
  
- 7. La raó principal per la qual la rubisco és l'enzim carboxilant que fixa CO<sub>2</sub> durant el dia i no a la nit en el metabolisme CAM, és que:
  - a) la rubisco es troba al citosol i la PEPCasa al cloroplast, per això el CO<sub>2</sub> és més assequible per a la rubisco.
  - b) durant el dia, l'acid fosfoenolpirúvic (PEP) es troba en forma inactiva i és inhibït per l'acid màlic.
  - c) la rubisco presenta més afinitat pel CO<sub>2</sub>.
  - d) Cap de les respostes anteriors és correcta.
  
- 8. L'anhidrasa carbònica és un complex enzimàtic:
  - a) exclusiu de plantes C4 i CAM.
  - b) exclusiu de plantes C4.
  - c) exclusiu de plantes CAM.
  - d) present en totes les plantes.
  
- 9. El carboxisoma és:
  - a) un cúmulo de proteïna present al citoplasma dels cianobacteris, on actua l'anhidrasa carbònica i la rubisco.
  - b) un orgànulo cel·lular dels cianobacteris, de membrana simple, on té lloc el bombament de CO<sub>2</sub>.
  - c) la part de la cèl·lula de les algues i plantes aquàtiques on s'acumula CO<sub>2</sub> a concentracions molt elevades.
  - d) el lloc on s'acumula l'anhidrasa carbònica al cloroplast de les algues.

## TEMA 15: FOTORESPIRACIÓ I ALTRES VIES DE PÈRDUA DE CO<sub>2</sub>

- \* Bioquímica de la fotorespiració. Importància del procés i significat fisiològic.
- \* La respiració en plantes: fases, conservació de l'energia del transport electrònic.
- \* Respiració resistent al cianur. Significat fisiològic.
- \* Factors que afecten la respiració.

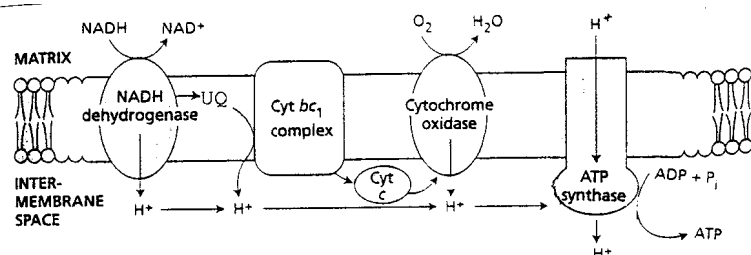
CONEXIEMENTS PREVIS: \* Orgànuls cel·lulars: cloroplasts, mitocondris, peroxisomes.  
 \* Glucòlisi, cicle de Krebs, cadena de transport electrònic.  
 \* Fosforilació oxidativa.

CONCEPTES CLAU:

- Efecte Warburg.
- Cicle fotorespiratori.
- Cadena de transport electrònic mitocondrial en plantes.
- AOX (oxidasa alternativa).
- Respiració de creixement, respiració de manteniment.

- 1. En quines condicions seria major la fotosíntesi neta?
  - a) A [CO<sub>2</sub>] ambiental i 0 % de O<sub>2</sub>.
  - b) A [CO<sub>2</sub>] ambiental i 2 % de O<sub>2</sub>.
  - c) A [CO<sub>2</sub>] i [O<sub>2</sub>] ambientals.
  - d) A elevada temperatura i [O<sub>2</sub>] ambiental
- 2. La primera reacció del procés de fixació de CO<sub>2</sub> i la del procés de fotorespiració es diferencien en el fet que:
  - a) són catalitzades per enzims diferents.
  - b) es duen a terme en orgànuls diferents.
  - c) utilitzen un mateix substrat, la ribulosa-1,5-difosfat, però s'obtenen productes diferents.
  - d) utilitzen diferent carbohidrat com a substrat.
- 3. La glicolat-oxidasa:
  - a) es localitza al cloroplast.
  - b) és un enzim regulador del cicle de Krebs.
  - c) produeix H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
  - d) allibera Pi del 2-P-glicolat.
- 4. El cicle dels àcids tricarbòxilics:
  - a) té lloc al citoplasma.
  - b) té lloc al mitocondri.
  - c) redueix el piruvat procedent de la glucòlisi.
  - d) és el procés invers al cicle de Calvin.
- 5. Quin dels trets següents **no** és comú a la fotosíntesi i la respiració?
  - a) Tots dos processos impliquen captació d'energia radiada.
  - b) En tots dos hi ha transport electrònic.
  - c) Tenen lloc en orgànuls membranosos.
  - d) Ambdós produeixen fosforilació.

- 6. En la figura es representa de forma esquemàtica la cadena de transport electrònic que té lloc en un orgànu cel·lular. Hi ha, però, un error. Quin és?



- a) Es tracta de la cadena de transport mitocondrial, però l'ATP-sintetasa està orientada a l'inrevés.
  - b) Es tracta de la cadena de transport cloroplàstica, però el flux dels protons està orientat a l'inrevés.
  - c) Es tracta de la cadena de transport cloroplàstica, però en comptes d'ubiquinona (UQ) hauria de dir plastoquinona (PQ).
  - d) Es tracta de la cadena de transport mitocondrial, però l'últim acceptor dels electrons, l'oxigen, s'hauria de reduir a l'altre costat de la membrana.
- 7. La citocrom c-oxidasa del mitocondri és:
- a) una via alternativa de circulació dels electrons, que no es troba en els mamífers.
  - b) productora de calor.
  - c) un complex pel qual els protons entren a l'estroma mitocondrial.
  - d) inhibida per cianur.
- 8. Quina de les afirmacions següents és aplicable a la fotorespiració i no a la respiració?
- a) Es dona en totes les plantes.
  - b) Algunes de les reaccions del procés tenen lloc al mitocondri.
  - c) Té lloc només a la llum.
  - d) Requereix oxigen.
- 9. Una planta que creix en condicions d'estrès lleu mostra un creixement semblant al de plantes control, però mostra una taxa respiratòria més gran. Això pot ser perquè l'estrès produeix:
- a) una inhibició del cicle de Krebs.
  - b) una disminució de la utilització dels carbohidrats.
  - c) una menor fotosíntesi bruta.
  - d) un augment de la respiració de manteniment.

## TEMA 16: TRANSPORT PEL FLOEMA

- \* Estructura del floema.
- \* Composició de la saba floemàtica.
- \* Característiques del transport pel floema.
- \* Càrrega i descàrrega.
- \* Mecanismes de transport.

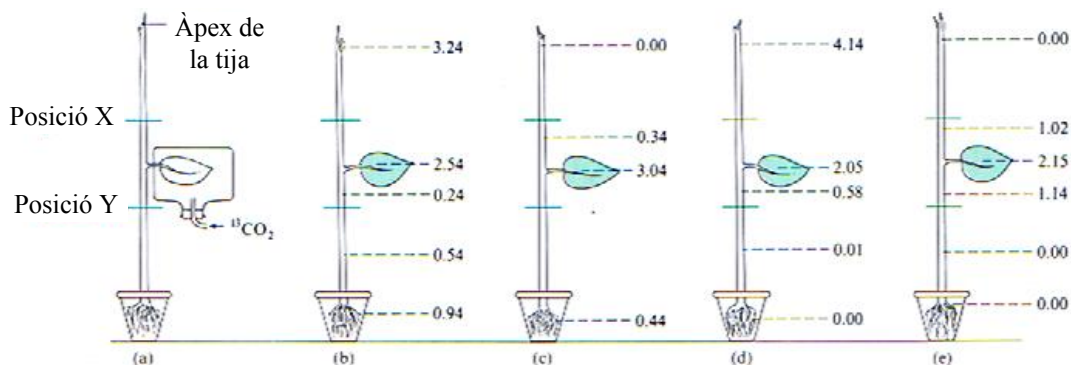
CONEXIMENTS PREVIS:

- \* Anatomia del floema.
- \* Monosacàrids, oligosacàrids i polisacàrids.
- \* Sucre reductors i no reductors.
- \* Potencial hídic.

CONCEPTES CLAU:

- Elements conductors, cèl·lules acompanyants.
- Placa cribrosa, cal·losa, proteïna-P.
- Òrgans font, òrgans de consum.
- Trampa dels oligosacàrids.
- Hipòtesi de Münch.

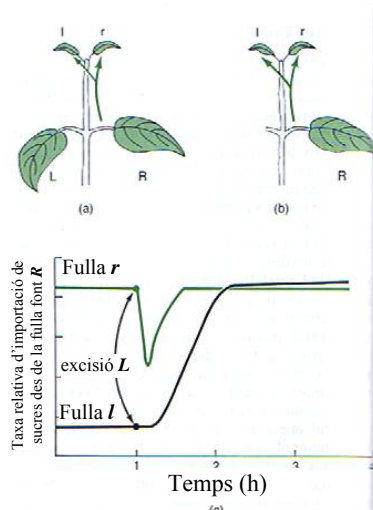
- 1. El floema:
- a) està format per cèl·lules mortes.
  - b) transporta exclusivament compostos orgànics.
  - c) està format per elements cribrosos i cèl·lules acompanyants.
  - d) no té connexions amb el xilema.
- 2. En un experiment de laboratori amb plantes de favera se subministra a una fulla  $^{13}\text{CO}_2$ , a partir del qual es formen sucres marcats amb  $^{13}\text{C}$ . Aquest tractament pot anar acompanyat o no d'un anellatge en alguna de les posicions de la tija, assenyalades com a X i Y (figura a). El resultat de la distribució de la marca de  $^{13}\text{C}$  en cada cas es mostra en les figures (b) a (e).



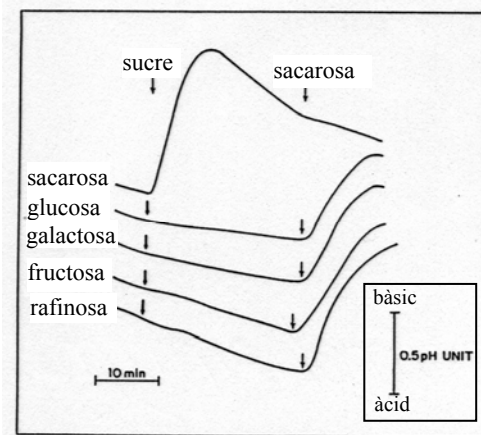
D'acord amb les dades obtingudes, podem dir que:

- a) a la planta (b) se li ha fet l'anellatge en Y.
  - b) a la planta (c) se li ha fet l'anellatge en X.
  - c) a la planta (d) se li ha fet l'anellatge en X i en Y.
  - d) a la planta (e) no se li ha fet cap anellatge.
- 3. De l'experiment mostrat en la figura anterior podem concloure que:
- a) en aquesta planta, l'arrel és un òrgan de consum més potent que l'àpex.
  - b) el transport pel floema es pot donar simultàniament en sentit ascendent i descendent.
  - c) l'anellatge impedeix el transport pel floema i pel xilema.
  - d) l'activitat de l'òrgan font no depèn de les variacions del consum en la planta.
- 4. La saba floemàtica:
- a) transporta concentracions elevades d'hormones vegetals.
  - b) circula a pressió negativa.
  - c) transporta disacàrids i oligosacàrids no reductors.
  - d) circula quasi exclusivament a la tardor i a l'hivern.

- 5. Se subministra  $^{14}\text{CO}_2$  a la fulla R de la planta de l'esquema, la qual produeix sucres marcats radioactivament. Així se'n pot seguir la distribució als òrgans de consum (fulles l i r). Després d'un quant temps, es talla la fulla L, que produeix sucres no marcats. Observa la gràfica on es mostra el subministrament de sucres marcats a les fulles l i r i tria l'afirmació que estiga d'acord amb els resultats de la figura.



- Els òrgans de consum són abastits de fotoassimilats tan sols per transport longitudinal.
  - L'activitat de la font respon a la demanda dels òrgans de consum.
  - La separació de la planta de la fulla L s'ha dut a terme 2 hores després d'iniciar-se l'experiment.
  - El descens de la importació de sucres per la fulla r a una hora des de l'inici de l'experiment és degut a l'arribada de sucres no marcats des de la fulla L.
- 6. El transport de carbohidrats a llarga distància es dona principalment en forma de:
- diverses hexoses.
  - fosfats de triosa.
  - alguns polisacàrids.
  - un disacàrid.
- 7. Feixos conductors aïllats de fulles de dacsa van ser submergits en solucions a pH 5, no amortides, i que contenien diferents sucres a la mateixa concentració en tots els casos. En la figura es mostren els canvis de pH del medi que es produeixen immediatament després de l'addició de cada sucre (assenyalat en la gràfica per la primera fletxa) o de sacarosa (segona fletxa). D'aquest experiment podem concloure que:



- la sacarosa és l'únic sucre dels que es mostren en la gràfica que és carregat al floema en cotransport amb protons.
  - la sacarosa és carregada al floema per transport actiu primari i els altres sucres hi entren per transport actiu secundari (cotransport amb  $\text{H}^+$ ).
  - tots els sucres són incorporats al floema pel mateix mecanisme.
  - Els resultats mostrats no tenen res a veure amb la incorporació dels sucres al floema, sinó amb el seu metabolisme, com es detecta per l'acidificació del medi causada per l'addició de sacarosa.
- 8. Si hi haguera un augment de turgència a l'extrem de l'òrgan de consum d'un tub cribrós:
- augmentaria el transport d'assimilats cap aquest òrgan.
  - disminuiria el transport.
  - no es veuria modificat.
  - augmentaria la càrrega del floema a l'extrem de l'òrgan font.
- 9. Indica quin dels fets següents no afavoreix la hipòtesi de Münch sobre el mecanisme de transport pel floema?
- El pH dels tubs cribrosos és elevat.
  - Els porus de les plaques cribroses estan parcialment taponats en les gimnospermes.
  - Hi ha una activitat ATPàsica elevada en les membranes del complex tub cribrós-cèl·lula acompanyant (TC-CA).
  - Hi ha pressions de turgència elevades a l'extrem de l'òrgan font.



## TEMA 17: LA FOTOSÍNTESI EN CONDICIONS NATURALS

- \* Factors que afecten l'activitat fotosintètica.
- \* Rendiment fotosintètic dels diferents tipus de plantes.

CONEIXEMENTS PREVIS: \* Estructura foliar i de l'aparell fotosintètic.  
\* Reaccions lluminoses de la fotosíntesi.  
\* Cicles de fixació del carboni en plantes C3, C4 i CAM.  
\* Vies de pèrdua de CO<sub>2</sub>.

CONCEPTES CLAU:

- Punts de compensació i de saturació.
- Plantes heliòfiles i esciòfiles.
- Eficàcia fotoquímica: rendiment quàntic.
- Eficàcia en l'ús de l'aigua (WUE).

- 1. Indica quina d'aquestes afirmacions és certa.
  - a) Els punts de compensació i de saturació per al CO<sub>2</sub> i la llum són característiques fixes de cada espècie.
  - b) El punt de saturació per a la llum (PS<sub>llum</sub>) de les plantes heliòfiles és menor que el de les esciòfiles.
  - c) El punt de compensació per al CO<sub>2</sub> (PC<sub>CO2</sub>) de les plantes C4 és major que el de les C3.
  - d) Una planta que es troba per sota del PC<sub>CO2</sub> no pot presentar creixement net en biomassa.
- 2. Les plantes esciòfiles tenen fulles menys gruixudes i més amples que les heliòfiles i és d'esperar que la proporció de pigments pantalla per centre de reacció siga:
  - a) major que en les heliòfiles.
  - b) menor que en les heliòfiles.
  - c) igual en els dos tipus de plantes.
  - d) La quantitat de pigments pantalla per centre de reacció no està relacionada amb el tipus de planta.
- 3. La llum que rep una planta és diferent segons la localització, de manera que a ple sol hi ha una proporció més gran de  $\lambda$  curtes i a l'ombra la llum està enriquida en  $\lambda$  llargues. Per a una captació i utilització eficaces de la llum, esperariem trobar cloroplasts:
  - a) amb més grans en les plantes heliòfiles.
  - b) amb més grans en les plantes esciòfiles.
  - c) en major quantitat en les plantes C3.
  - d) en major quantitat en les plantes C4 i CAM.
- 4. Si es considera que és necessari que, almenys, un dels electrons circule una vegada al voltant del PSI, quina és l'eficàcia fotoquímica teòrica, mesurada com a rendiment quàntic (mols de CO<sub>2</sub> fixat per mol de fotons)?
  - a) 0,11.
  - b) 0,05.
  - c) 0,23 %.
  - d) 23 %.
- 5. Si es calcula l'eficàcia fotoquímica en condicions experimentals naturals, s'obté un valor de rendiment quàntic de 0,05:
  - a) en totes les plantes.
  - b) només en les plantes C3.
  - c) només en les plantes C4.
  - d) només en les plantes CAM.

- 6. L'eficàcia fotoquímica:
  - a) és sempre major en plantes C4.
  - b) depèn, per a totes les plantes, de la concentració d'O<sub>2</sub> en l'ambient.
  - c) en condicions ideals, és màxima en plantes C3.
  - d) en les plantes C4 no depèn de la temperatura.
  
- 7. El fet que l'afinitat de la rubisco pel CO<sub>2</sub> siga major a temperatura baixa que a temperatura elevada i el fet que la proporció CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> augmente en baixar la temperatura, expliquen que, dins d'un rang fisiològic:
  - a) les plantes C3 són més eficients fotoquímicament que les C4.
  - b) l'eficàcia fotoquímica de les plantes C3 augmenta amb el descens de la temperatura.
  - c) l'eficàcia fotoquímica de les plantes C4 no varia en un ampli rang de temperatures (~20 – 40 °C).
  - d) l'eficàcia fotoquímica de les plantes C4 no es veu influïda pels nivells de O<sub>2</sub> ambientals.

## TEMA 18: FIXACIÓ SIMBIÒTICA DEL NITROGEN

- \* El cicle del nitrogen i les plantes.
- \* Organismes fixadors del nitrogen atmosfèric.
- \* Bioquímica de la fixació: sistema nitrogenasa.
- \* Associacions simbiòtiques i altres associacions fixadores de nitrogen.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Fonts metabòliques de poder reductor.  
\* Estats d'oxidació del nitrogen.  
\* Formes orgàniques de transport de nitrogen: aminoàcids, amines, amides, ureids.  
\* Simbiosi.

CONCEPTES CLAU:

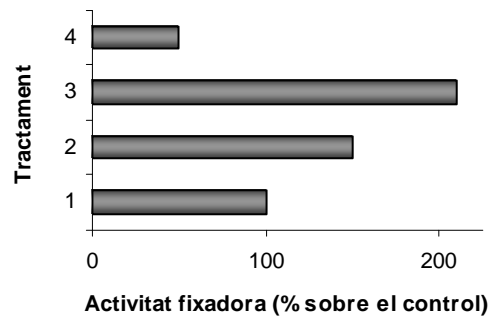
- Nitrogenasa: dinitrogenasa, nitrogenasa-reductasa.
- Heterocists, nòduls, leghemoglobina.
- Eficàcia relativa de la fixació; hidrogenasa.
- Lectines, factors NOD, bacteroides.
- Formació, estructura i funció dels nòduls fixadors.
- Actinorizes, arrels coral·loides

- 1. Quin d'aquests **no** constitueix un sistema de protecció de la nitrogenasa enfront de la inactivació per O<sub>2</sub>?
  - a) Heterocists.
  - b) Leghemoglobina.
  - c) Hidrogenasa.
  - d) Separació temporal de la fotosíntesi i la fixació de N<sub>2</sub>.
- 2. La nitrogenasa catalitza:
  - a) la reducció de nitrat a amoni.
  - b) la reducció de dinitrogen a amoni.
  - c) l'oxidació de dinitrogen a nitrat.
  - d) l'oxidació de nitrat a dinitrogen, amb gran consum d'ATP.
- 3. La nitrogenasa:
  - a) mostra alta especificitat pel seu substrat.
  - b) rep electrons del NADPH.
  - c) requereix un consum elevat d'ATP.
  - d) presenta una gran eficàcia en la catàlisi.
- 4. En les associacions simbiòtiques, el complex nitrogenasa:
  - a) és actiu tan sols en els bacteroides.
  - b) requereix molt de Mg-ATP, però no consumeix poder reductor.
  - c) es localitza al citosol de la cèl·lula hoste.
  - d) conté 2 Fe i 2 Cu per cada subunitat.
- 5. La leghemoglobina és una proteïna:
  - a) del bacteri, que actua en el subministrament de O<sub>2</sub> per a la respiració de la cèl·lula hoste.
  - b) de la planta, però localitzada dins les vesícules on es troben els bacteroides.
  - c) sintetitzada per la planta i el bacteri, però localitzada al citoplasma de la cèl·lula.
  - d) sintetitzada a les fulles de la planta hoste i que facilita el transport de carbohidrats cap als nòduls.
- 6. Entre els factors que poden afavorir la fixació simbiòtica de nitrogen en un cultiu podem incloure:
  - a) la fertilització amb Fe i Mo.
  - b) la fertilització amb nitrats.

- c) l'aparició d'òrgans de consum molt potents en la planta, com ara fruits.
- d) la baixa activitat de l'enzim hidrogenasa.

➤ 7. En la figura adjunta es mostra l'efecte de diversos tractaments experimentals (defoliació parcial de la planta, eliminació parcial dels fruits i enriquiment de CO<sub>2</sub> de l'atmosfera) sobre la fixació de nitrogen en una associació simbiòtica. Indica quin deu correspondre a l'eliminació parcial dels fruits:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.



➤ 8. Els vegetals inferiors, com ara líquens o hepàtiques, formen associacions simbiòtiques fixadores de nitrogen:

- a) anomenades actinorizes.
- b) en forma d'arrels coral·loides
- c) amb actinomicetals.
- d) amb cianofícies.

# TEMA 19: REDUCCIÓ ASSIMILADORA DE NITRATS I SULFATS

- \* Disponibilitat de nitrogen als sòls.
- \* Reducció de nitrats i nitrits i assimilació de l'amoni.
- \* Activació, reducció i assimilació de sulfats.
- \* Relació amb el metabolisme fotosintètic.

CONEXEMENTS PREVIS:

- \* Cinètica enzimàtica.  $K_m$  i  $V_{m\max}$ .
- \* Estats d'oxidació del nitrogen i del sofre.
- \* Fonts metabòliques de poder reductor.
- \* Aminoàcids i sulfoaminoàcids.

CONCEPTES CLAU:

- Nitratoreductasa i nitritoreductasa
- Cicle GS/GOGAT.
- Activació del sulfat.
- Reducció i assimilació del sofre.
- Interrelació del metabolisme del C, N i S.

- 1. Els nitrats es troben al sòl disponibles per a l'absorció per les plantes gràcies a:
  - a) la desamonificació.
  - b) l'adsorció a argiles.
  - c) la lixiviació.
  - d) la nitrificació.
- 2. Quina de les afirmacions següents és **falsa** en relació amb la nitritoreductasa (NiR)?
  - a) És un enzim cloroplàstic.
  - b) Catalitza la formació de nitrits.
  - c) Requereix  $6 e^-$ .
  - d) Utilitza ferredoxina o NADPH com a font de poder reductor.
- 3. L'assimilació de nitrats per les plantes es considera un procés fotosintètic perquè:
  - a) tan sols es produeix amb llum.
  - b) la nitratoreductasa actua com una petita cadena de transport electrònic.
  - c) està inicialment catalitzada pel mateix enzim de la fixació del  $CO_2$ .
  - d) hi ha una utilització directa dels productes de la fase lluminosa de la fotosíntesi, com en la fixació de  $CO_2$ .
- 4. L'amoni assimilat pel cicle GS/GOGAT pot provenir, entre altres fonts, de:
  - a) la desaminació d'intermediaris del cicle de Krebs.
  - b) l'absorció de formes amoniacals del medi extern.
  - c) la reacció catalitzada per la nitratoreductasa.
  - d) les tres fonts esmentades en els apartats anteriors.
- 5. Quina d'aquestes afirmacions **no** és correcta en relació amb l'enzim GOGAT?
  - a) Catalitza la síntesi de glutamat.
  - b) Rep electrons de la ferredoxina.
  - c) Catalitza la transferència reductiva d'un grup amino de la glutamina al cetoglutarat.
  - d) És un enzim mitocondrial.
- 6. Tria l'afirmació correcta.
  - a) Els nitrats i els sulfats entren a les cèl·lules de l'arrel mitjançant un mecanisme d'uniport.
  - b) L'enzim GOGAT catalitza la síntesi de glutamina.
  - c) La nitratoreductasa utilitza ferredoxina com a font d'electrons.
  - d) La deficiència en nitrogen disminueix l'assimilació de sofre.

- 7. El sofre és un element mineral essencial que és absorbit per les plantes en forma de  $\text{SO}_4^{2-}$ . Per a la seua incorporació a determinats aminoàcids:
  - a) només cal que siga activat per reacció amb ATP.
  - b) ha de patir un procés de reducció, com és el cas també dels nitrats.
  - c) s'incorpora a molècules orgàniques sense canvis del seu estat redox, com és el cas del  $\text{Mg}^{2+}$  o el  $\text{Ca}^{2+}$ .
  - d) ha de reaccionar amb la ferredoxina oxidada i generar sulfur i ferredoxina reduïda.
  
- 8. La reacció de reducció de sulfit a sulfur:
  - a) requereix un ATP.
  - b) té com a font de poder reductor el NADPH.
  - c) està catalitzada per l'APS-reductasa.
  - d) té lloc per la transferència de 6 electrons.
  
- 9. En el cicle de reducció assimiladora dels sulfats a sulfur en les plantes es forma :
  - a) fosfosulfat d'adenosina.
  - b) triptòfan com a sulfoaminoàcid.
  - c) fosfosulfat de fosfoadenosina.
  - d) èsters sulfat de molècules orgàniques.

### **3. Creixement i desenvolupament**





## TEMA 20: CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT

- \* Processos implicats en la morfogènesi.
- \* Quantificació i cinètica del creixement.
- \* Regulació del desenvolupament: fitohormones i reguladors del creixement.

CONEXEMENTS PREVIS: \* Expressió gènica.

CONCEPTES CLAU:

- Totipotència, diferenciació, organogènesi, senescència, apoptosi.
- Índex de creixement: AGR, RGR, NAR, LAI.
- Fitohormones, reguladors del creixement.
- Transducció de senyals.

- 1. La morfogènesi:
  - a) suposa un augment irreversible de grandària.
  - b) comprèn canvis quantitius i qualitius.
  - c) depèn únicament de l'augment del nombre de cèl·lules.
  - d) implica organogènesi, però no diferenciació.
- 2. Tria l'afirmació correcta.
  - a) La totipotència és una característica pròpia de les cèl·lules meristemàtiques.
  - b) Totes les cèl·lules vegetals, sense excepció, són totipotents.
  - c) El cultiu de teixits vegetals es basa en la totipotència cel·lular.
  - d) La totipotència cel·lular la podríem definir com la capacitat que tenen les cèl·lules vegetals diferenciades de poder exercir funcions corresponents a altres tipus cel·lulars.
- 3. Una planta d'arròs de 5,3 g de PF i 6 cm<sup>2</sup> de superfície foliar, creix en un medi nutritiu i 10 dies després presenta un pes fresc de 7,2 g. Per tant, el seu ritme de creixement és de:
  - a) 0,72 g dia<sup>-1</sup>.
  - b) 1,22 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>.
  - c) 0,032 g cm<sup>-2</sup>.
  - d) 0,036 dia<sup>-1</sup>.
- 4. En la qüestió anterior, la resposta correcta correspon a l'índex de creixement:
  - a) AGR.
  - b) RGR.
  - c) NAR.
  - d) LAI.
- 5. Quin d'aquests índexs de creixement podem esperar que siga major quan disminueix la quantitat de llum, respecte a condicions de forta il·luminació, en una planta que s'adapte bé a ambients ombrívols?
  - a) AGR.
  - b) RGR.
  - c) NAR.
  - d) LAI.
- 6. La conversió dels senyals interns o externs en respostes fisiològiques constitueix la fase de:
  - a) recepció.
  - b) percepció.
  - c) transducció.
  - d) transformació.
- 7. Les fitohormones:
  - a) presenten una única forma d'acció: la regulació de la transcripció.
  - b) actuen a través de la modificació de la quantitat d'enzims o transportadors.
  - c) actuen sempre a través de segons missatgers.
  - d) regulen la quantitat o l'activitat de proteïnes.

## TEMA 21: FITOHORMONES

- \* Naturalesa química, característiques i mecanisme d'acció de les fitohormones.
- \* Efectes fisiològics més importants i utilització pràctica.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Biosíntesi dels productes del metabolisme primari.

CONCEPTES CLAU:

- Fitohormones, reguladors del creixement.
- Transport polar cèl·lula a cèl·lula.
- Efectes fisiològics més importants de les fitohormones. Utilització pràctica.

- 1. Quin d'aquests compostos bioquímics està relacionat biosintèticament amb l'àcid siquímic?
  - e) Triptòfan.
  - f) Àcid mevalònic.
  - g) Malonil-CoA.
  - h) Sulfoadenosilmetionina (SAM).
- 2. Quin d'aquests grups de fitohormones no presenta relació química amb els altres?
  - a) Auxines.
  - b) Gibberel·lines.
  - c) Citocinines.
  - d) Àcid abscíssic.
- 3. El transport de les auxines en les plantes té lloc d'una manera característica:
  - e) de forma molt polar, sobretot pel xilema.
  - f) fonamentalment via floema des de les fulles.
  - g) polarment, cèl·lula a cèl·lula.
  - h) de dalt a baix, tant en tiges com en arrels.
- 4. Indica quin dels efectes fisiològics següents **no** és característic de les gibberel·lines?
  - e) El manteniment de la polaritat de les plantes.
  - f) L'estimulació de la mobilització de reserves de llavors en germinació.
  - g) La promoció del creixement en plantes nanes.
  - h) L'augment del quallat del fruit en diverses espècies, com ara els cítrics.
- 5. Es pot donar activitat citocinina per aplicació:
  - a) de qualsevol substància amb un anell d'adenina.
  - b) de tan sols les molècules amb un grup isopentenil.
  - c) dels inhibidors de la citocinina-oxidasa.
  - d) de les auxines, perquè són reguladors al·lostèrics de la citocinina-oxidasa.
- 6. L'àcid abscíssic:
  - e) provoca el tancament estomàtic perquè augmenta la permeabilitat del  $K^+$ .
  - f) es transporta polarment pel xilema, el floema i cèl·lula a cèl·lula.
  - g) és un compost de tipus fenòlic (ruta de l'àcid siquímic).
  - h) augmenta en les llavors en formació.
- 7. L'etilè:
  - e) se sintetitza a partir de l'aminoàcid fenilalanina.
  - f) rep el nom d'«hormona de l'estrès».
  - g) es pot augmentar per tractaments artificials, però no se'n pot disminuir la síntesi.
  - h) retarda la maduració dels fruits.

## TEMA 22: DIFERENCIACIÓ I MORFOGÈNESI

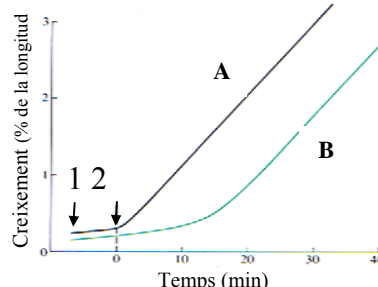
- \* Les bases cel·lulars de la morfogènesi: divisió, elongació i diferenciació cel·lular.
- \* Control hormonal.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Efectes fisiològics i forma d'acció de les fitohormones.  
\* Composició i estructura de la paret primària.  
\* Potencial hídric i els seus components.

CONCEPTES CLAU:

- Polaritat i elongació cel·lular.
- Extensibilitat plàstica i elàstica.
- Teoria del creixement àcid.

- 1. Cal·lus transformats per la introducció d'un determinat plasmidi (ADN extracromosòmic) mostren un fenotip anomenat *rooty*. Indica què codifica, probablement, l'ADN del plasmidi.
- La síntesi de citocinines.
  - La síntesi d'auxines.
  - La degradació d'auxines.
  - La síntesi de receptors de citocinines.
- 2. En un experiment fet en pràctiques hem vist que segments de tija de pèsol escindits longitudinalment i submergits en auxina es corben cap a dins. Aquest fenomen es dona perquè l'auxina modifica sobretot:
- l'elasticitat de les parets de les cèl·lules epidèrmiques.
  - la plasticitat de les parets de les cèl·lules epidèrmiques.
  - l'elasticitat de les parets de les cèl·lules corticals.
  - la plasticitat de les parets de les cèl·lules corticals.
- 3. Quan se separen les parets cel·lulars dels protoplasts i s'incuben durant algunes hores les parets aïllades, es produeix una autòlisi que allibera productes solubles derivats de la degradació de components de la paret. Els enzims responsables d'aquesta degradació no augmenten en presència d'auxines la seua activitat *in vitro*, però l'autòlisi de les parets és major si s'apliquen auxines abans de la incubació. Aquesta observació experimental és compatible amb la idea que les auxines:
- activen els enzims degradadors que hi ha a la paret.
  - acidifiquen la paret, ja que l'indolacètic (AIA) és un àcid i proporciona un pH òptim per a l'actuació dels enzims.
  - actuen sobre processos que tenen lloc a l'interior del protoplast i que afecten el metabolisme de la paret.
  - no estan relacionades amb l'autòlisi de les parets que es dona durant la incubació.
- 4. La figura adjunta mostra la resposta de creixement de coleòptils sotmesos a tractaments amb amortidor a pH 3, amortidor a pH 7 i AIA. Indica en quin moment s'ha fet cada tractament:
- 1: AIA i amortidor a pH 3      2: amortidor a pH 7
  - 1: amortidor a pH 3      2: AIA i amortidor a pH 7
  - 1: AIA i amortidor a pH 7      2: amortidor a pH 3
  - 1: amortidor a pH 7      2: AIA i amortidor a pH 3



- 5. En la gràfica anterior, indica a quin tractament corresponen les gràfiques A i B.
- A: AIA → pH 7      B: pH3 → pH 7
  - A: pH 7 → AIA      B: pH3 → pH7
  - A: pH 3 → pH 7      B: pH 3 → AIA
  - A: pH 7 → pH 3      B: pH 7 → AIA

- 6. Les auxines són fitohormones implicades en l'elongació cel·lular perquè:
- a) activen l'entrada d'aigua a la cèl·lula i n'augmenten la turgència.
  - b) activen la síntesi de precursors de components de la paret.
  - c) augmenten l'elasticitat de les parets de les cèl·lules epidèrmiques.
  - d) disminueixen el contingut en lignina i cel·lulosa de la paret.

## TEMA 23: FOTORECEPTORS IMPLICATS EN EL DESENVOLUPAMENT

- \* Variacions de l'ambient lumínic.
- \* Fotomorfogènesi i fotoreceptors
- \* Models de resposta fotomorfogènica.
- \* Fitocroms i fotoreceptors de llum blava.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Espectre de la radiació solar.  
 \* Origen dels canvis de la qualitat de llum.  
 \* Quantificació de la llum, sistemes i unitats de mesura.  
 \* Estructura química dels pigments fotosintètics i de les flavines.

CONCEPTES CLAU:

- Fitocrom, criptocrom, fototropina.
- Estat fotoestacionari del fitocrom.
- Models de resposta: VLFR, LFR i HIR.

- 1. Fulles de color verd pàl·lid i tiges allargades es troben en plantes heliòfiles que creixen sota l'ombra d'altres plantes, perquè reben llum enriquida en longituds d'ona del:
- a) blau.
  - b) verd.
  - c) roig.
  - d) roig llunyà.
- 2. Quina d'aquestes correlacions entre fotoreceptor i resposta fotomorfogènica és **incorrecta**?
- a) Fitocrom – obertura del ganxo plumular.
  - b) Zeaxantina – moviments estomàtics.
  - c) Criptocrom – fototropisme.
  - d) Fototropines – moviments cloroplàstics.
- 3. Plantes de *Rumex* es fan créixer durant 35 dies amb una il·luminació que converteix el 70 % del fitocrom a la forma  $P_{FR}$  (tractament A). Algunes plantes es transfereixen després a dues cambres amb el 40 % de la intensitat lluminosa anterior. En una de les cambres la qualitat de la llum manté un 40 % del fitocrom en forma  $P_{FR}$  (tractament B), mentre que a l'altra el manté al 70 % (tractament C). Sis dies després s'obtenen les mesures mostrades a la taula adjunta. D'acord amb aquests resultats, podem dir que les variacions de l'àrea foliar i de la longitud del pecíol semblen controlades per:

Tractament	Intensitat lluminosa (%)	Qualitat de la llum (% $P_{FR}$ )	Àrea del limbe ( $cm^2$ )	Longitud del pecíol (cm)
A	100	70	158	3,89
B	40	40	208	5,53
C	40	70	209	4,02

- a) la qualitat de la llum (% de  $P_{FR}$ ).
  - b) la quantitat de llum (% d'intensitat lluminosa).
  - c) la qualitat de la llum (%  $P_{FR}$ ) pel que fa al pecíol i per la quantitat (% de la intensitat) pel que fa al limbe.
  - d) la qualitat de la llum (%  $P_{FR}$ ) pel que fa al limbe i per la quantitat (% de la intensitat) pel que fa al pecíol.
- 4. L'espectre d'acció d'una resposta del sistema de baixa fluència (LFR) és semblant a l'espectre:
- a) d'absorció del  $P_{FR}$ .
  - b) d'absorció del  $P_R$ .
  - c) d'absorció del criptocrom.
  - d) d'acció del sistema d'alta irradiància (HIR).

- 5. La inhibició del creixement de l'hipocòtil d'encisam per la llum és un model de resposta típic del sistema:
  - a) de baixa fluència (LFR).
  - b) de molt baixa fluència (VLFR).
  - c) d'alta irradiància (HIR).
  - d) del fototropisme.
  
- 6. Algunes de les accions del fitocrom afecten les membranes i donen resposta a curt termini. Quin dels processos fisiològics següents relaciones amb aquesta acció a curt termini?
  - a) La floració dependent del fotoperíode
  - b) Els moviments nictinàstics.
  - c) La germinació de llavors.
  - d) L'obertura del ganxo plumular.
  
- 7. Si s'il·lumina una planta etiolada amb llum roja monocromàtica durant moltes hores:
  - a) augmenta el valor de l'estat fotoestacionari ( $\Phi$ ) i disminueix el contingut de fitocrom total ( $P_T$ ).
  - b) disminueix tant  $\Phi$  com  $P_T$ .
  - c) augmenta  $\Phi$  i no varia  $P_T$ .
  - d) augmenten tots dos,  $\Phi$  i  $P_T$ .

## TEMA 24: RITMES I MOVIMENTS

- \* Ritmes biològics. Característiques i factors que els afecten.
- \* Moviments en les plantes. Tipus. Estudi del fototropisme i el gravitropisme.

CONEIXEMENTS PREVIS:

- \* Origen dels canvis rítmics de l'ambient lumínic.
- \* Efectes fisiològics i forma d'acció de les fitohormones.
- \* Fotoreceptors implicats en la fotomorfogènesi.

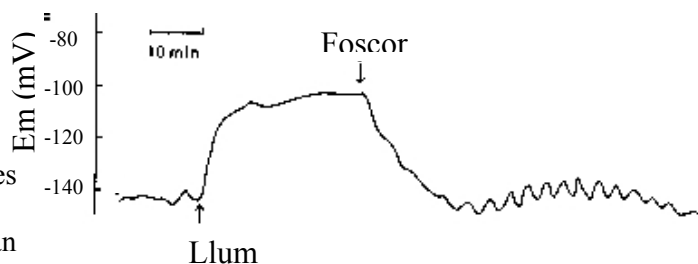
CONCEPTES CLAU:

- Fase, període i amplitud dels ritmes. Funcionament lliure.
- Fotofase, escotofase.
- Sincronitzador, oscil·lador intern.
- Nutació, tropisme, nàstia.
- Moviments de variació i de creixement.
- Pulvínuls. Cèl·lules extensores i flexores.
- Susceptor, estatòlit. Estatòcit. Estatènquima, columel·la.

- 1. L'escotofase podríem dir que és:
- la fase lluminosa del dia (dia objectiu).
  - la nit objectiva.
  - el dia subjectiu.
  - la nit subjectiva.
- 2. La fase d'un ritme circadiari es pot avançar fàcilment amb tractaments lluminosos curts fets:
- al començament de la fotofase.
  - al començament de l'escotofase.
  - al final de la fotofase.
  - al final de l'escotofase.
- 3. Quin d'aquests moviments és provocat per un estímul extern en interacció amb un mecanisme intern de regulació?
- Nictinàstia.
  - Hidronàstia.
  - Tigmonàstia.
  - Hiponàstia.
- 4. Els plegaments de les fulles en resposta a l'estress hídric, com el que es mostra en la figura adjunta, es consideren:



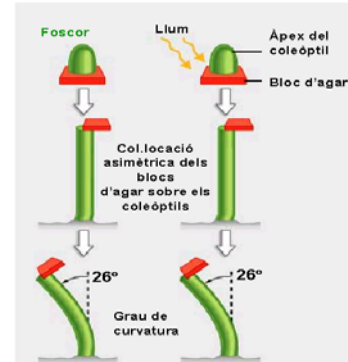
- emmusteïment.
  - hidronàstia.
  - hidrotropisme.
  - tigmonàstia.
- 5. En la gràfica adjunta es mostren els canvis del potencial de membrana ( $E_m$ ) mesurats en cèl·lules motores dels pulvínuls de fulles de *Phaseolus vulgaris* a conseqüència de la il·luminació amb llum:



- blava, en qualsevol cèl·lula del pulvínul.
- blava, però tan sols en cèl·lules flexores.
- blava, però tan sols en cèl·lules extensores.
- Els canvis de l' $E_m$  no estan relacionats amb la llum.

- 6. El fototropisme:
  - a) Té gran valor per a la supervivència de les plantes.
  - b) Les auxines participen en el seu control.
  - c) Les fototropines són responsables de la percepció de la direccionalitat de la llum.
  - d) Les tres afirmacions anteriors són correctes.

- 7. Els resultats de l'experiment mostrat en la figura adjunta indiquen que:

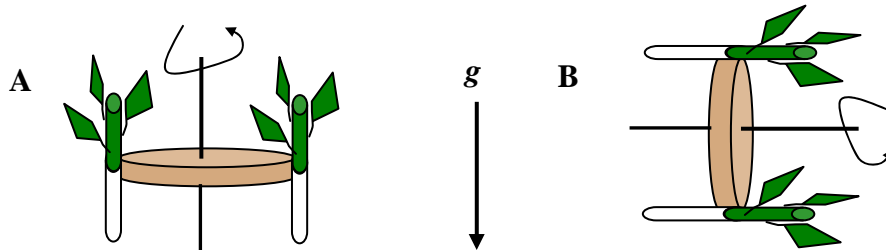


- a) el fototropisme és ocasionat per una distribució asimètrica d'algun senyal químic que fa créixer més un costat del coleòptil que l'altre.
- b) es produeix un senyal físic (segurament elèctric) que es transmet a través de l'agar.
- c) es produeix més hormona a la llum, però la sensibilitat del teixit és menor i la resposta és igual que a la foscor.
- d) la curvatura fototròpica no és deguda a una fotooxidació de l'hormona a la llum.

- 8. L'aplicació d'un segregant de Ca, com ara l'EDTA, a la caliptra d'una arrel en posició horitzontal:

- a) impedirà la curvatura gravitròpica si s'aplica a la part inferior.
- b) afavorirà la curvatura gravitròpica si s'aplica a la part inferior.
- c) impedirà la curvatura gravitròpica si s'aplica a la part superior.
- d) no tindrà cap efecte, ja que la curvatura depèn de la distribució asimètrica de l'AIA.

- 9. Un clinòstat és un aparell que produeix l'efecte d'absència de pes i es va inventar per estudiar les respostes gravitròpiques abans que es poguera fer en satèl·lits espacials en condicions de microgravetat. El model més simple de clinòstat consisteix en un disc giratori al qual es fixa la planta i que es fa girar molt lentament (aproximadament, un gir per minut), amb la qual cosa la força gravitacional actua igualment sobre els 360° de la planta. Per tant, el clinòstat:



- a) impedeix la resposta gravitròpica quan es fa girar en posició A (eix de gir paral·lel al vector de la força gravitacional).
- b) impedeix la resposta gravitròpica quan es fa girar en posició B (eix de gir perpendicular al vector de la força gravitacional).
- c) afavoreix la resposta gravitròpica quan es fa girar en posició A.
- d) afavoreix la resposta gravitròpica quan es fa girar en posició B.



## TEMA 25: FLORACIÓ

- \* Control de la inducció floral. Tipus de resposta fotoperiòdica.
- \* Percepció del fotoperíode. Fases de transducció i resposta.
- \* Naturalesa de l'estímul de floració i implicació hormonal.
- \* Control de la floració per baixes temperatures: vernalització.

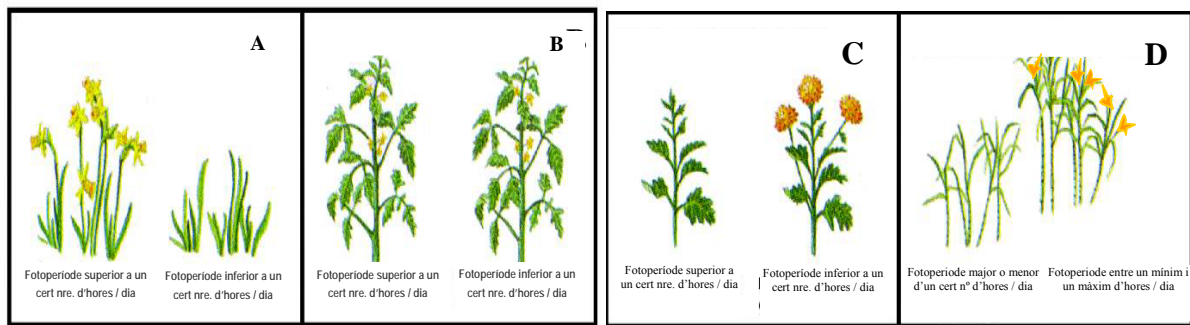
CONEXIMENTS PREVIS:

- \* Fotoreceptors.
- \* Ritmes biològics.
- \* Efectes fisiològics més importants de les fitohormones.

CONCEPTES CLAU:

- Inducció i iniciació (o evocació) floral.
- Fotoperiodisme. Període crític. Importància de la fase obscura.
- Fotoreceptors implicats. Mecanisme de mesura del temps.
- Control multifactorial de la floració.
- Vernalització.

- 1. Observa la figura i selecciona els tipus de resposta fotoperiòdica que corresponen a: A, B, C i D (PDC – planta de dia curt, PDL – planta de dia llarg, PDI – planta de dia intermedi, PDN – planta neutra al fotoperíode).

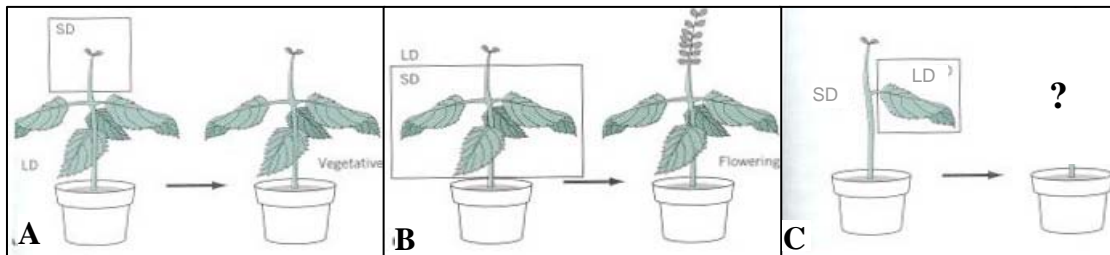


- a) A: PDC; B: PDI; C: PDL; D: PDN  
 b) A: PDC; B: PDN; C: PDL; D: PDI  
 c) A: PDL; B: PDI; C: PDN; D: PDC  
 d) A: PDL; B: PDN; C: PDC; D: PDI

- 2. Les plantes de dia llarg:
- requereixen llargues escotofases per a induir la floració.
  - tenen un període juvenil molt llarg.
  - són induïdes a florir quan la duració de la nit és menor que un període crític determinat.
  - perceben el senyal lluminós que indueix la floració en les gemmes apicals.
- 3. Dues espècies A i B floreixen quan s'exposen a un fotoperíode de 8 hores de llum i 16 hores de fosc. Si el fotoperíode s'allarga a 12 hores, només floreix l'espècie A. Aquests resultats indiquen que:
- l'espècie A és de dia llarg (PDL) i la B de dia curt (PDC).
  - l'espècie A és de dia curt (PDC) i la B de dia llarg (PDL).
  - l'espècie A és de dia llarg (PDL) però no són suficients per saber de quin tipus és la B.
  - no són suficients per a saber de quin tipus és l'espècie A, però la B és de dia curt (PDC).
- 4. En la inducció fotoperiòdica de la floració, l'estímul lluminós és percebut:
- per l'àpex.
  - pel fitocrom, a les fulles, des d'on migra cap a les fulles.
  - a les fulles i després alguna substància hormonal transmet l'estímul cap a l'àpex.

d) a les fulles, pel florigen, que després es transporta cap a l'apex via floema.

- 5. La mesura del temps, que permet el control fotoperiòdic de la floració, té lloc:
- a causa dels canvis de la qualitat de la llum al llarg del dia.
  - perquè el fitocrom actua com a rellotge biològic.
  - per un ritme endogen de fosc.
  - per la interacció entre el cicle extern de llum/fosc i un ritme circadiari endogen sensible a la llum.
- 6. La figura correspon a l'efecte de tractaments lluminosos sobre la inducció de la floració de plantes de *Perilla*. Observa i indica quina seria la resposta de floració del cas C.



- Floriria.
  - Es mantindria amb creixement vegetatiu.
  - Floriria, però tan sols si el tractament lluminós és acompanyat de temperatures baixes.
  - Es mantindria amb creixement vegetatiu llevat que li siga subministrat també un tractament de calor.
- 7. La vernalització és un procés dependent de temperatures baixes, que es caracteritza perquè:
- l'estímul extern és percebut per les fulles.
  - el senyal de transducció es transmet per empelt.
  - després del tractament, la floració té lloc quan es donen les condicions ambientals favorables.
  - després del tractament, la floració té lloc immediatament.

## TEMA 26: FRUCTIFICACIÓ

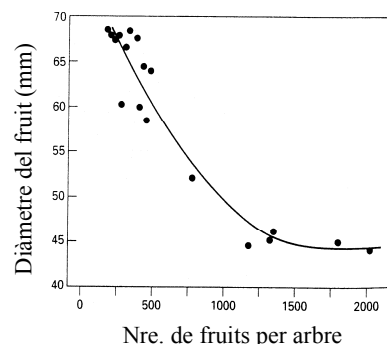
- \* Formació, creixement i maduració del fruit.
- \* Canvis metabòlics durant la maduració. Climateri respiratori.
- \* Control hormonal.

CONEIXEMENTS PREVIS: \* Principals efectes fisiològics de les fitohormones.  
\* Variacions de la respiració segons l'edat.  
\* Tipus de fruits. Estructura dels fruits.

CONCEPTES CLAU:

- Partenocàrpia.
- Climateri.

- 1. A partir del moment de l'antesi es pot produir:
- el quallat del fruit.
  - la maduració.
  - el climateri respiratori.
  - la partenogènesi.
- 2. En les espècies no partenocàrpiques els fruits poden quallar:
- sense pol·linització, per creixement autònom de l'ovari.
  - amb pol·linització, però sense fecundació, per estímul del pol·len sobre l'ovari.
  - tan sols per pol·linització i fecundació de l'ovari.
  - per fecundació de l'ovari o per tractaments amb reguladors del creixement.
- 3. La tècnica agrícola de l'*aclarida* es basa en la idea que la reducció del nombre de fruits d'un arbre redueix la competència entre aquests pels nutrients i n'afavoreix el creixement. En la gràfica adjunta es mostra el resultat d'un experiment relacionat amb la fructificació de les bresquilles i podem dir que:
- dóna suport a la hipòtesi en què es basa aquesta tècnica agrícola.
  - contradiu la hipòtesi.
  - contradiu la hipòtesi quan es fan reduccions dràstiques del nombre de fruits.
  - allò que es mostra en la gràfica no té res a veure amb l'*aclarida*.
- 4. Les corbes de creixement més típiques dels fruits són:
- exponencials.
  - dobles sigmoïdals.
  - lineals.
  - logarítmiques.
- 5. El creixement dels fruits es dona per augment:
- del nombre de cèl·lules exclusivament.
  - del nombre i la mida de les cèl·lules que formen els seus teixits.
  - del pericarpí.
  - de l'endocarpí.
- 6. L'hormona vegetal que estimula la maduració dels fruits és l'etilè. A quin tractament sotmetries uns fruits que vols fer madurar?
- Anaerobiosi.
  - ACC.
  - AVG.
  - ABA.



- 7. El climateri respiratori:
  - a) comença immediatament després de la fertilització.
  - b) es caracteritza per una intensa caiguda de la producció de  $\text{CO}_2$ .
  - c) s'inicia amb un augment en la producció de  $\text{C}_2\text{H}_4$ .
  - d) es produeix en tots els fruits durant la maduració.
  
- 8. L'aplicació de reguladors del creixement permet:
  - a) obtenir fruits partenocàrpics, sense llavors.
  - b) millorar el calibre dels fruits.
  - c) avançar o retardar la maduració.
  - d) les tres coses esmentades en els apartats anteriors.

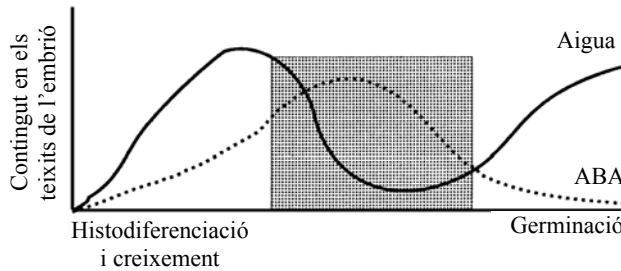
## TEMA 27: GERMINACIÓ

- \* Viabilitat de les llavors.
- \* Factors que afecten la germinació.
- \* Metabolisme de la germinació. Mobilització de reserves.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Estructura i composició de les llavors.  
\* Metabolisme respiratori.  
\* Fotomorfogènesi.

CONCEPTES CLAU:

- Llavors ortodoxes i recalcitrants. Llavors vivípars.
- Factors que afecten la viabilitat i la germinació.
- Termoperiodisme. Fotoblastisme.
- Control hormonal de la mobilització de reserves nutritives.

- 1. Les llavors *recalcitrants*:
- convé emmagatzemar-les com totes, com més seques millor, per tal que el seu metabolisme siga mínim.
  - no germinen encara que les condicions ambientals siguen favorables.
  - no es poden dessecar fins a baixos continguts d'aigua, perquè perden la viabilitat.
  - presenten una viabilitat més llarga que la resta de llavors.
- 2. Indica quina afirmació és **incorrecta** en relació amb les condicions més adequades d'emmagatzematge perquè llavors *ortodoxes* mantinguen la viabilitat més temps.
- Temperatura baixa.
  - Humitat relativa ambiental baixa.
  - Grau de dessecació baix.
  - Pressió parcial d'O<sub>2</sub> baixa.
- 3. La gràfica adjunta mostra les variacions en el contingut en aigua i ABA durant la formació de llavors:
- de totes les espècies.
  - ortodoxes.
  - recalcitrants.
  - vivípars.
- 
- 4. **No** és requeriment indispensable per a la germinació de les llavors de totes les espècies:
- prou aigua.
  - aerobiosi.
  - temperatura adequada.
  - condicions de llum/foscors determinades.
- 5. Llavors de *Phacelia tanacetifolia* embegudes en aigua es col·loquen en tres condicions de llum diferents: 1) en llum blanca, 2) a la foscor excepte 3 min d'irradiació amb llum roja després de 6 hores d'iniciar-se l'experiment, i 3) igual que en el cas anterior, però la irradiació de llum roja va ser seguida de 3 min de llum roja llunyana. Els percentatges de germinació obtinguts van ser, de major a menor, 84 %, 13 % i 7 %. Indica quin tipus de llavors són.
- No fotoblàstiques.
  - Fotoblàstiques negatives.
  - Fotoblàstiques positives.
  - No es pot saber si no ens diuen quin percentatge de germinació correspon a cada tractament de llum.

- 6. En les llavors de cereals s'ha comprovat que la germinació és controlada hormonalment per l'eix embrionari a través d'un mecanisme que implica:
- a) les gibberel·lines i la mobilització de reserves de l'endosperma.
  - b) les citocinines i l' $\alpha$ -amilasa de la capa d'aleurona.
  - c) les auxines i l'escutel de l'embrió.
  - d) la disminució de l'ABA i dels enzims degradadors del midó.

## TEMA 28: DORMICIÓ

- \* Dormició de gemmes. Factors que l'afecten. Control hormonal.
- \* Dormició de llavors. Causes. Efecte dels factors ambientals. Control hormonal.

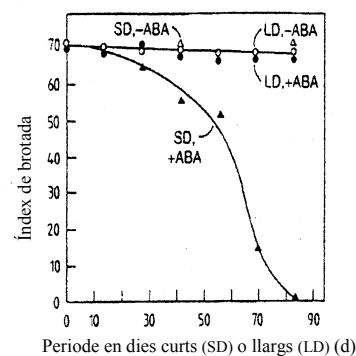
CONEXIMENTS PREVIS: \* Germinació de llavors.  
\* Efectes fisiològics més importants de les fitohormones.

CONCEPTES CLAU:

- Quiescència i dormició.
- Dormició morfològica i fisiològica.
- Escarificació. Emmagatzematge en sec. Estratificació.
- Regulació hormonal de la dormició.

- 1. L'estímul ambiental que induïx l'entrada en dormició de les gemmes és principalment:
- el fred.
  - l'escurçament del dia.
  - la sequera.
  - les condicions ambientals desfavorables per al creixement.

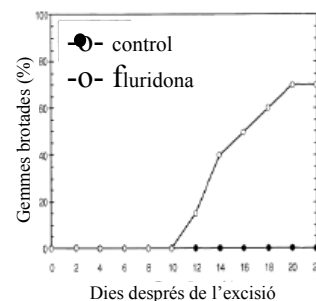
- 2. Branques de *Salix* van ser sotmeses a fotoperíodes de 8 hores (SD) o de 16 h (LD) de llum. Les gemmes d'aquestes branques van ser aïllades després de diversos dies de tractament fotoperiòdic (0-90 dies) i cultivades en dia llarg (LD) en un medi que contenia 1  $\mu\text{M}$  de l'hormona àcid abscísic (+ABA), o sense hormona (-ABA). Els resultats de brotada de les gemmes després de 75 dies de cultiu es mostren en la figura, de la qual podem concloure que:



- els dies curts induïxen un augment dels nivells d'ABA, que provoquen la dormició de les gemmes.
- els dies curts sensibilitzen les gemmes a l'acció de l'ABA, d'inducció de la dormició.
- l'entrada en dormició de les gemmes depèn de la presència conjunta d'ABA i fotoperíodes de dia curt.
- mentre es troben en dia llarg, les gemmes no poden entrar en dormició.

- 3. El fet que alguns arbres requereixen llargs períodes de fred per a poder trencar la dormició de les gemmes, condiciona:
- la seua distribució geogràfica.
  - el manteniment postrecol·lecció dels fruits.
  - la temperatura necessària perquè es done la brotada.
  - el nombre de gemmes brotades per arbre.

- 4. La gràfica adjunta mostra els resultats obtinguts en un experiment amb gemmes de roser separades de la planta i mantingudes durant 22 dies en medi amb fluridona i sense. Aquest compost és un inhibidor de:



- les auxines.
- les gemmes.
- l'ABA.
- la brotada.

- 5. Indica quina frase és **incorrecta** en relació amb la dormició de llavors.
- En alguns casos pot ser deguda a la impossibilitat d'entrada d'aigua a la llavor.
  - Pot ser trencada en moltes plantes per exposició de les llavors a condicions d'humitat i calor.
  - Pot implicar la presència d'inhibidors.
  - A vegades es pot trencar per exposició de les llavors a llum blanca o roja.

- 6. En condicions naturals, el trencament de la dormició de les llavors deguda a cobertes seminals impermeables es pot donar per escarificació per:
  - a) abrasió contra les partícules del sòl.
  - b) pas pel tracte digestiu dels animals.
  - c) cremada per incendis naturals.
  - d) totes les possibilitats anteriors.
  
- 7. En algunes espècies, la dormició de les llavors es pot trencar per *estratificació*. Aquest tractament:
  - a) simula les condicions de l'hivern en els climes temperats.
  - b) simula les condicions de l'estiu en els climes càlids.
  - c) tan sols és efectiu en dormicions causades per impermeabilitat als gasos dels embolcalls de la llavor.
  - d) tan sols és efectiu en dormicions causades per impermeabilitat a l'aigua dels embolcalls de la llavor.
  
- 8. Llavors viables d'una espècie, que presenten nivells d'ABA elevats, no germinen quan es col·loquen en un medi ambient favorable per a germinar. Quin dels tractaments hormonals següents esperaries que provocara la germinació d'aquestes llavors, d'acord amb la hipòtesi de Kahn sobre el control hormonal de la dormició de llavors?
  - a) Addició d'auxines.
  - b) Addició de gibberel·lines.
  - c) Addició d'auxines més citocinines.
  - d) Addició de gibberel·lines més citocinines.



## TEMA 29: FASES DE VIDA EN LES PLANTES

- \* Estat juvenil i fase adulta. Característiques.
- \* Senescència. Factors que l'afecten. Control hormonal.
- \* Abscissió d'òrgans. Control hormonal.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Plantes monoiques i dioiques. Plantes monocàrpiques i policàrpiques.  
\* Efectes fisiològics més importants de les fitohormones.

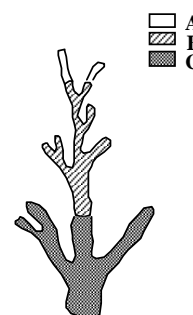
CONCEPTES CLAU:

- Localització en la planta de teixits joves i madurs. Característiques.
- Tipus de senescència. Canvis metabòlics en la senescència.
- Zona d'abscissió. Regulació de l'abscissió.

- 1. Dues característiques de l'estat juvenil que el diferencien de l'adult en algunes espècies són:
- absència d'espines i major capacitat d'arrelament.
  - presència d'espines i menor capacitat d'arrelament.
  - absència d'espines i menor capacitat d'arrelament.
  - presència d'espines i major capacitat d'arrelament.

- 2. En el dibuix adjunt es presenta la localització en la planta de teixits en tres graus de maduresa, A, B i C. Indica quina és l'opció correcta.

- A: adult      B: juvenil      C: intermedi
- A: juvenil      B: adult      C: intermedi
- A: adult      B: intermedi      C: juvenil
- A: juvenil      B: intermedi      C: adult



- 3. La senescència monocàrpica és típica:

- de plantes anuals.
- de plantes decidües.
- de plantes perennes.
- de totes les plantes.

- 4. Indica quina d'aquestes afirmacions és **falsa**:

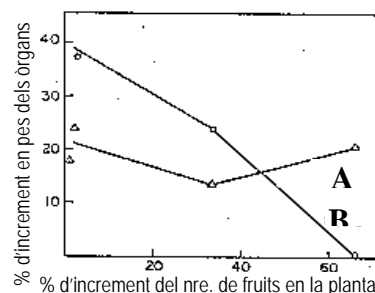
- Quan un meristem vegetatiu es transforma en reproductiu es converteix en una estructura determinada.
- Les espècies monocàrpiques tan sols floregen una vegada i després moren.
- Les espècies bianuals són monocàrpiques i després de florejar retornen a l'estat vegetatiu abans de morir.
- La pitera (*Agave americana*) és una espècie monocàrpica, encara que pot viure més de 40 anys.

- 5. Indica quina de les característiques següents **no** correspon a les de les cèl·lules de la capa d'abscissió.

- Menor mida que la que tenen les cèl·lules de la resta del teixit.
- Parets molt lignificades.
- Gran capacitat de sintetitzar i secretar cel·lulases i poligalacturonases.
- Disposició ordenada i pròximes les unes a les altres, sense espais intercel·lulars.

- 6. Durant la fructificació, gran quantitat dels recursos nutritius de la planta es destinen al creixement dels fruits, en competència amb altres parts de la planta. En la figura es mostra el percentatge d'increment en pes de dos òrgans de la planta, en funció del percentatge d'increment en nombre de fruits en la planta. Identifica a quins òrgans corresponen les línies A i B.

- A: arrels      B: fruits
- A: fulles      B: fruits
- A: arrels      B: fulles
- A: fulles      B: arrels





## TEMA 30: LES PLANTES EN CONDICIONS ADVERSES

- \* Causes d'estrès en les plantes.
- \* Tipus de respostes a l'estrès.
- \* Estudi dels principals tipus d'estrès.

CONEXIMENTS PREVIS: \* Botànica.  
\* Fisiologia vegetal.

CONCEPTES CLAU:

- Estrès biòtic i abiòtic.
- Aclimatació i adaptació. Evitació i tolerància.
- Osmoregulació. Solutos compatibles.
- Estrès oxidatiu. Via Halliwell-Asada.
- Proteïnes de xoc tèrmic (HSP).
- Fitoquelatines.
- Substàncies al·lelopàtiques. Sistemina, inhibidors de la proteïnasa. Fitoalexines, proteïnes relacionades amb la patogènesi (PRP). Reacció hipersensible. Resistència sistèmica adquirida.

- 1. Entre les estratègies fonamentals per a evitar l'estrès per dèficit hídric **no** es troba:
  - a) buscar aigua.
  - b) estalviar aigua.
  - c) reciclar aigua.
  - d) emmagatzemar aigua.
- 2. Les *plantes de la resurrecció* són les que:
  - a) eviten la pèrdua d'aigua.
  - b) s'acclimaten a l'estrès per dèficit hídric.
  - c) s'acclimaten a l'estrès per excés d'aigua.
  - d) es recuperen funcionalment d'una dessecació quasi total poc després de posar-les en contacte amb aigua.
- 3. Què succeeix quan una cèl·lula comença a congelar-se?
  - a) Es formen cristalls de gel al citoplasma i es trenquen les membranes.
  - b) La cèl·lula esclata.
  - c) Es formen cristalls de gel a la paret cel·lular.
  - d) Les cèl·lules disminueixen de volum i les membranes es danyen.
- 4. Entre els mecanismes d'evitació de l'estrès per altes temperatures es troben:
  - a) modificacions morfològiques, com ara pubescència, superfícies cèries, etc.
  - b) augment de la fluïdesa de les membranes.
  - c) degradació de proteïnes de xoc tèrmic per ubiquitinació.
  - d) tots els esmentats en els apartats anteriors.
- 5. Quin dels mecanismes següents **no** és per a protegir-se de l'estrès oxidatiu, mitjançant l'eliminació de les formes menys reactives d'oxigen activat?
  - a) L'activació de superòxid dismutases, catalases i peroxidases
  - b) El cicle de Hatch i Slack.
  - c) El cicle de Halliwell-Asada.
  - d) La síntesi de compostos *scavengers*, com ara àcid ascòrbic o glutatió.
- 6. Les fitoquelatines es produeixen en condicions d'estrès:
  - a) per dèficit de nutrients minerals, particularment elements metàl·lics (Fe, Zn, Cu...).
  - b) per excés de metalls pesants, com ara Cd.
  - c) salí, en el seu vessant d'estrès iònic.
  - d) oxidatiu, produït per diverses causes (deshidratació, salinitat, excés de llum, contaminació atmosfèrica, etc.).

- 7. Són substàncies al·lelopàtiques:
  - a) compostos que alliberen les plantes per evitar la competència d'altres plantes pels recursos.
  - b) hormones que actuen en la transmissió de senyals d'infecció, com la *sistemina*.
  - c) proteïnes relacionades amb la patogènesi.
  - d) senyals que fan que la reacció hipersensible done lloc a l'adquisició d'immunitat sistèmica.
  
- 8. Quina de les substàncies següents indueix la formació de proteïnes relacionades amb la patogènesi (PRP)?
  - a) Auxines.
  - b) Àcid abscísic.
  - c) Àcid acètic.
  - d) Àcid salicílic.
  
- 9. En la resposta de defensa de les plantes enfront d'herbívors, intervenen àcid jasmònic (A), inhibidors de la proteïnasa (B), sistemina (C), transport pel floema (D). Indica quina és la seqüència temporal correcta.
  - a) A – B – C – D
  - b) C – D – A – B
  - c) A – C – B – D
  - d) C – A – D – B
  
- 10. La resistència sistèmica adquirida (SAR) és un mecanisme de defensa de les plantes enfront:
  - a) d'altres plantes que els fan competència.
  - b) d'herbívors.
  - c) de patògens.
  - d) de tot tipus d'estrès biòtic.

## **4. Qüestionaris per blocs de temes**

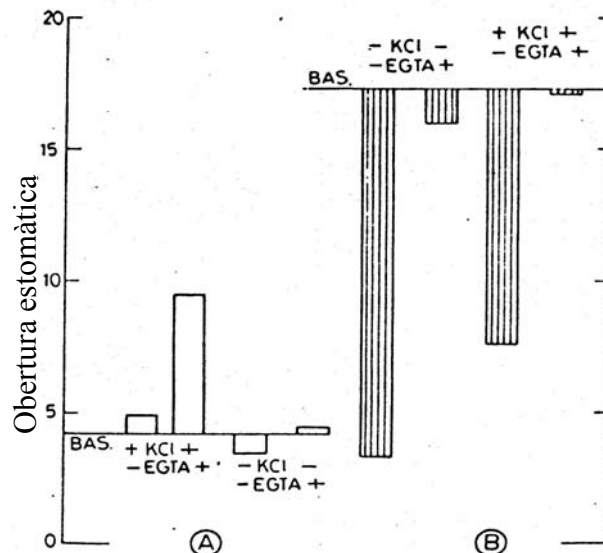


1. La calor de vaporització la podríem definir com:
  - a) la quantitat d'energia necessària per a elevar 1 °C la temperatura d'una unitat de massa d'una substància.
  - b) la quantitat d'energia necessària per a fer passar una unitat de massa d'una substància de l'estat líquid al de vapor, en el punt d'ebullició.
  - c) una forma de mesurar la força de cohesió entre les molècules d'un líquid.
  - d) la capacitat de neutralització de càrregues elèctriques.
2. L'aigua, en comparació d'altres hidrurs no metàl·lics i en relació amb el pes molecular, presenta una calor de vaporització:
  - a) més elevada del que es podria esperar.
  - b) més baixa del que es podria esperar.
  - c) com es podria esperar.
  - d) igual a 0.
3. L'efecte refredant que s'atribueix a la transpiració es basa en:
  - a) l'alta calor específica de l'aigua.
  - b) l'elevada constant dielèctrica de l'aigua.
  - c) l'alta calor de vaporització de l'aigua.
  - d) l'elevada tensió superficial de l'aigua.
4. Una planta estarà mústia:
  - a) si les cèl·lules estan plasmolitzades.
  - b) si el potencial hídric de les cèl·lules és igual a 0.
  - c) si el potencial de solut és molt baix.
  - d) si el potencial de solut és igual, en valor absolut, al potencial de pressió.
5. La relació entre el potencial hídric ( $\Psi$ ) i el contingut hídric relatiu (CHR) ens permet dir que:
  - a) dues plantes que presenten un mateix  $\Psi$ , tenen un mateix CHR.
  - b) el  $\Psi$  està directament relacionat amb el CHR.
  - c) un descens de CHR igual en dues plantes implica un descens idèntic de  $\Psi$ .
  - d) el descens de  $\Psi$  en una planta és conseqüència de l'augment de CHR.
6. Per falta de reg, el contingut relatiu d'aigua disminueix igual en dues plantes. La planta A, però, presenta un potencial hídric més baix que la planta B. Quina serà més tolerant a la sequera?
  - a) Totes dues igualment, ja que el descens del contingut d'aigua és el mateix.
  - b) La A, perquè augmenta el gradient de potencial hídric amb el sòl.
  - c) La B, perquè és capaç de mantenir un potencial hídric més elevat.
  - d) Amb aquestes dades no podem saber-ho.
7. El punt de marcescència permanent (PMP) d'un sòl es defineix com:
  - a) el potencial hídric d'un sòl en què aquest sòl ja no pot cedir més aigua a les plantes que hi creixen.
  - b) el percentatge d'aigua que conté un sòl, respecte al seu pes sec, quan ja no pot cedir més aigua a les plantes que hi creixen.
  - c) la quantitat d'aigua, expressada en percentatge sobre el pes sec, que cal afegir a un sòl perquè les plantes que hi creixen es recuperen de l'emmesteïment.
  - d) la quantitat d'aigua d'un sòl, expressada en percentatge sobre el pes sec, que pot retenir com a màxim.

8. Sòls formats per partícules relativament grans tenen una capacitat de camp (CC) més baixa que sòls formats per partícules més petites. Per això, en els sòls arenosos:
- la quantitat d'aigua retinguda és més gran que en els sòls argilosos.
  - la fracció d'aigua capil·lar és més petita que en els sòls argilosos.
  - la fracció d'aigua no disponible per a les plantes, perquè està fortament retinguda per capil·laritat, és més gran que en els sòls argilosos.
  - la fracció d'aigua gravitacional és més petita que en els sòls argilosos.
9. Els sòls argilosos presenten més quantitat d'aigua disponible per a les plantes que els arenosos, perquè en els sòls argilosos:
- la capacitat de camp (CC) és més gran i el punt de marcescència permanent (PMP) és més baix.
  - la diferència entre CC i PMP és més gran.
  - el PMP és més baix.
  - la diferència entre CC i PMP és menor.
10. En alguns moments del cicle diari, el moviment de la saba xilemàtica requereix energia:
- solar, perquè es pugui generar la pressió radicular.
  - metabòlica, perquè baixi el potencial de pressió al xilema.
  - metabòlica, perquè baixi el potencial de soluts al xilema.
  - metabòlica, perquè augmenti la transpiració.
11. El moviment de la saba xilemàtica té com a conseqüència la pèrdua d'aigua en forma de:
- líquid (gutació), gràcies a l'ascens degut a l'evaporació de l'aigua des de les fulles.
  - vapor (transpiració), gràcies a l'ascens degut a la pressió radicular.
  - vapor (transpiració), gràcies a l'energia solar que l'origina.
  - líquid (gutació), gràcies al sol que proveeix directament l'energia necessària perquè s'origini.
12. Dues plantes de diferent espècie però de la mateixa alçària, es troben en les mateixes condicions ambientals (insolació, potencial hídric del sòl, etc.) i ambdues presenten un embolisme dels vasos conductors. Si una no els pot emplenar-los, l'altra:
- tampoc no podrà, ja que totes dues plantes es troben en les mateixes condicions ambientals.
  - tampoc no podrà, perquè són de la mateixa alçària i, per tant, la pressió radicular arribarà en totes dues plantes a la mateixa altura.
  - sí que podrà, si presenta una transpiració molt més forta.
  - sí que podrà, si el potencial de solut disminueix molt en aquesta planta i es genera una pressió radicular més gran, que arribi a més altura.
13. Durant la transpiració hi ha una pressió negativa a l'interior dels vasos xilemàtics que ocasiona la pujada de la saba. Però quan la transpiració cessa, els vasos:
- no es buiden, perquè la capil·laritat dins els vasos fa pujar la saba.
  - no es buiden, perquè la pressió radicular fa pujar la saba fins i tot en els arbres més alts.
  - no es buiden, a causa de la força de la capil·laritat a les parets cel·lulars del mesofil·le.
  - sí que es buiden, ja que no existeix la força que impulsa el moviment cap amunt de la saba.



14. El moviment direccional de l'aigua des de l'arrel fins a les fulles és degut al fet que:
- hi ha un gradient de potencial hídric en aquest sentit al llarg de la planta.
  - el xilema tan sols pot conduir la saba en un únic sentit, de baix a dalt.
  - el potencial de pressió al xilema és negatiu, mentre que el de les cèl·lules de l'arrel és positiu.
  - el potencial hídric del sòl és més baix que el de l'atmosfera.
15. La cavitació és afavorida per:
- l'existència d'elevades pressions al xilema.
  - l'elevada tensió superficial de l'aigua.
  - elevades tensions al xilema, causades per una forta transpiració.
  - l'existència de porus areolats a les parets dels vasos.
16. En una planta, la cavitació és més freqüent:
- a la part basal de les tiges, per exemple, als troncs dels arbres.
  - a la part més perifèrica, com ara a les branques més externes.
  - a les arrels.
  - és igual de freqüent a totes les parts de la planta.
17. La transpiració:
- està directament relacionada amb l'obertura estomàtica.
  - està inversament relacionada amb l'obertura estomàtica.
  - no està relacionada amb l'obertura estomàtica.
  - està relacionada amb l'obertura estomàtica tan sols si hi ha vent.
18. L'augment de l'activitat ATPàsica del plasmalemma de les cèl·lules oclusives provoca:
- una hiperpolarització de la membrana, que porta al tancament estomàtic.
  - una despolarització de la membrana, que porta al tancament estomàtic.
  - una hiperpolarització de la membrana, que porta a l'obertura estomàtica.
  - una despolarització de la membrana, que porta a l'obertura estomàtica.
19. L'aplicació foliar d'un estimulador de l'activitat ATPàsica del plasmalemma:
- produirà un augment del potencial de solut a les fulles.
  - produirà un emmesteïment de les fulles.
  - produirà que les cèl·lules oclusives es plasmolitzen.
  - no afectarà l'estat hídric de les fulles.
20. Fulles de *Commelina* separades de la planta van ser col·locades en càpsules de Petri en aigua durant dues hores, a la foscor (A) o amb llum blanca (B). Després se'n van aïllar les epidermis i es van posar en els medis que s'indiquen en la figura, a la foscor en ambdós casos, amb els resultats que s'hi representen. (Nota: EGTA és un segrestant de Ca; BAS vol dir línia base). Estudia la figura i tria la resposta correcta.
- El Ca sembla que és el principal ió regulador implicat en el tancament estomàtic.
  - El Ca sembla que és el principal ió regulador implicat en l'obertura estomàtica.
  - L'absència de Ca sembla que és indispensable per al tancament dels estomes.
  - L'absència de K sembla que és indispensable per al tancament dels estomes.



Efecte d'un segrestant de Ca (EGTA 2 mM) sobre l'obertura estomàtica a la foscor, en presència (+) o absència (-) de KCl 50 mM. Els tractaments, de 2 h, començaren amb els estomes tancats (línia base inferior, A) o amb els estomes oberts (línia base superior, B). BAS: línia base

20(bis). Fulles de *Commelina* separades de la planta van ser col·locades en càpsules de Petri en aigua durant dues hores, a la foscor (A) o amb llum blanca (B). Després se'n van aïllar les epidermis i es van posar en els medis que s'indiquen en la figura, a la foscor en ambdós casos, amb els resultats que s'hi representen. (Nota: EGTA és un segrestant de Ca; BAS vol dir línia base). Observa la figura i contesta.

- ❖ Quin ha sigut l'efecte del pretractament sobre els estomes de les fulles del grup A? I del B?
- ❖ Als estomes del grup A:
  - ⇒ Quin moviment estomàtic s'estudia?
  - ⇒ Cal la presència de KCl perquè es done el moviment estomàtic?
  - ⇒ Té algun efecte la presència del segrestant de Ca?
  - ⇒ Què penses que és primordial en aquest moviment, la presència de KCl o l'absència de Ca?
- ❖ Als estomes del grup B:
  - ⇒ Quin moviment estomàtic s'estudia?
  - ⇒ Es produeix el moviment en absència de Ca?
  - ⇒ Què penses que és primordial en aquest moviment, l'absència de KCl o la presència de Ca?

21. L'eliminació de la capa estacionària d'aire que envolta les fulles:

- a) afavoreix un augment fort i sostingut de la transpiració.
- b) afavoreix la transpiració mentre no provoqu Shore una resposta de tancament estomàtic.
- c) disminueix sempre la transpiració, perquè provoca un tancament estomàtic immediat.
- d) no influeix sobre la transpiració.

22. El moviment hidroactiu dels estomes no és accionat per:

- a) un sensor del nivell de  $\text{CO}_2$  a l'interior de la fulla.
- b) un sensor dels canvis de potencial hídric al mesofil·le.
- c) un sensor (fotoreceptor) de llum blava.
- d) un sensor (fotoreceptor) de llum roja.

1. Les forces passives que actuen sobre el moviment dels ions a través del plasmalemma provoquen que aquesta membrana:
  - a) estiga polaritzada, amb el costat citoplasmàtic més negatiu que l'exterior.
  - b) estiga polaritzada, amb el costat exterior més negatiu que l'interior.
  - c) separe dos compartiments entre els quals no es poden detectar diferències de potencial elèctric.
  - d) separe dos compartiments entre els quals no es poden detectar diferències de concentració.
2. En presència d'un inhibidor metabòlic que impedisca l'actuació de les forces actives, la diferència de potencial transmembranós ( $E_m$  o potencial de membrana) d'una cèl·lula vegetal:
  - a) es redueix a 0.
  - b) es fa més negatiu.
  - c) es fa menys negatiu.
  - d) augmenta, i passa a valors positius, ja que no actuen les bombes de protons.
3. L'acumulació de cations a l'interior cel·lular:
  - a) es pot donar sense acoblament al flux de protons.
  - b) no es pot donar sense acoblament al flux de protons.
  - c) tan sols es pot donar per simport.
  - d) tan sols es pot donar per antiport.
4. L'entrada per transport actiu secundari dels anions a l'interior de les cèl·lules vegetals es dona per un mecanisme:
  - a) uniport.
  - b) simport amb  $H^+$ .
  - c) antiport amb  $H^+$ .
  - d) cotransport amb  $H^+$  (antiport i simport).
5. En situació d'equilibri de fluxos, si el potencial de Nernst ( $E_N$ ) per a un ió, calculat en funció de les seues concentracions als dos costats d'una membrana, és igual al potencial de membrana mesurat experimentalment ( $E_m$ ), podem dir que:
  - a) l'ió ha sigut incorporat a la cèl·lula activament, si es tracta d'un anió.
  - b) l'ió ha sigut incorporat a la cèl·lula activament, si es tracta d'un catió.
  - c) l'ió es troba en equilibri passiu entre els dos compartiments.
  - d) l'ió ha sigut extrudit activament de la cèl·lula.
6. Si en una cèl·lula el potencial de Nernst ( $E_N$ ) per a un anió és més gran que el potencial transmembranós mesurat experimentalment ( $E_m$ ), podem dir que la tendència a assolir l'equilibri de potencial electroquímic per a aquest ió farà que:
  - a) entre a la cèl·lula activament.
  - b) isca de la cèl·lula activament.
  - c) entre a la cèl·lula passivament.
  - d) isca de la cèl·lula passivament.
7. Si en una cèl·lula el potencial de Nernst ( $E_N$ ) calculat per a un catió en funció de les seues concentracions interna i externa, és més gran que el potencial transmembranós mesurat experimentalment ( $E_m$ ), significa que la concentració interna existent és deguda al fet que l'ió:
  - a) ha entrat a la cèl·lula activament.
  - b) ha eixit de la cèl·lula activament.
  - c) ha entrat a la cèl·lula passivament.
  - d) ha eixit de la cèl·lula passivament.

8. L'arrel d'una planta s'introdueix en una solució de RbCl. Al cap de 60 min es canvia a aigua i, posteriorment, a una solució de KCl. En la taula següent es mostren les variacions del contingut en Rb a l'arrel al llarg de l'experiment:

Després de 60 min en RbCl	1,86 $\mu\text{mol g}^{-1}$
Després de la incubació en aigua	0,75 $\mu\text{mol g}^{-1}$
Després de la incubació en KCl	0,53 $\mu\text{mol g}^{-1}$

D'acord amb aquests resultats, podem dir que la quantitat de Rb:

- a l'interior de les cèl·lules de l'arrel és d'1,86  $\mu\text{mol g}^{-1}$ .
  - a l'espai lliure de Donnan és de 0,53  $\mu\text{mol g}^{-1}$ .
  - a l'espai lliure aparent és d'1,33  $\mu\text{mol g}^{-1}$ .
  - a l'espai lliure per a l'aigua és de 0,22  $\mu\text{mol g}^{-1}$ .
9. Les arrels que han exhaurit les reserves de carbohidrats presenten una incorporació d'elements minerals a l'interior de les cèl·lules:
- menor.
  - major.
  - no se'n veuen afectades.
  - una cosa no està relacionada amb l'altra.
10. Sabem que els nutrients minerals són absorbits per les arrels a partir de la solució aquosa del sòl. Així, podem dir que en un sòl negat per l'aigua les plantes hi creixen:
- molt bé perquè hi ha més nutrients dissolts.
  - molt bé perquè, com que s'absorbeix més aigua, el corrent de transpiració arrossega els ions a l'interior cel·lular.
  - malament perquè els ions ja absorbits a l'interior cel·lular difonen cap a la solució aquosa del sòl, molt abundant.
  - malament perquè la menor respiració que causa la hipòxia disminueix la quantitat d'energia (ATP) disponible per a l'absorció iònica.
11. En un conreu amb una elevada densitat de plantació, és més probable que s'establisca competència entre les arrels per l'absorció de:
- nitrats que per l'absorció de fosfats, ja que els primers són molt més difusibles al sòl.
  - fosfats que per l'absorció de nitrats, ja que els primers són molt més difusibles al sòl.
  - nitrats que per l'absorció de fosfats, ja que els primers donen unes zones d'esgotament estretes però molt intenses al voltant de l'arrel.
  - fosfats que per l'absorció de nitrats, ja que els primers donen unes zones d'esgotament amples al voltant de l'arrel.
12. S'analitzà el contingut en K, Mg, Ca i  $\text{NO}_3^-$  de la saba xilemàtica d'arrels d'*Hordeum vulgare*. A continuació es tallà la tija i dues hores després es tornà a analitzar. Les concentracions mesurades abans i després del tractament van ser aquestes:

(valors en $\text{mol m}^{-3}$ )	K	Mg	Ca	$\text{NO}_3^-$
Abans de tallar la tija	5	0,2	0,03	6
2 h després de tallar-la	2	0,1	0,03	6

Tria l'afirmació correcta que permeti interpretar els resultats obtinguts:

- Sembla que tots els elements es mantenen invariables, excepte el K, que es perd per la ferida.
- La disminució és deguda al fet que, en absència de la part aèria, es dona un descens de l'entrada d'ions al xilema perquè no hi ha transpiració.

- c) El K i el Mg disminueixen per falta d'aportament des del floema, ja que no hi és la part aèria. Els altres elements no són mòbils al floema i, per tant, no se'n veuen afectats.
  - d) El descens en K i Mg és degut al fet que es tracta d'elements molt solubles, mentre que el Ca i el  $\text{NO}_3^-$  són insolubles i formen precipitats.
13. Un cultiu de plantes de fesol presenta una forta clorosi foliar. L'anàlisi del pH del sòl indica que aquest és lleugerament alcalí. La manca de quin element podria ser responsable d'aquest símptoma?
- a) Mg
  - b) Fe
  - c) N
  - d) Ca
14. Quan s'estudia la composició mineral de tubercles de creïlla es comprova que el contingut en Ca és molt baix. Quina podria ser l'explicació d'aquest fet?
- a) Que el Ca és un element estructural de les parets i s'utilitza en gran quantitat, de manera que en molts sòls és un element deficitari i no pot arribar a acumular-se en òrgans d'emmagatzematge, com ara els tubercles.
  - b) Que els tubercles deuen el seu creixement en grandària a aportacions de carbohidrats des de la part aèria, via floema, i el Ca és un element immòbil al floema.
  - c) Que el Ca no pot ser absorbit per les arrels.
  - d) Que el Ca és immòbil al xilema i no es distribueix bé per la planta.
15. Quina podria ser la raó per la qual, en sòls deficientes en B, les fulles adultes de les plantes són normals, mentre que les joves mostren símptomes clars de deficiència en aquest element?
- a) Es tracta d'un element immòbil al floema.
  - b) Participa en la formació de les parets cel·lulars.
  - c) És molt poc soluble a pH àcid.
  - d) El xilema no arriba fins a les zones més joves, en desenvolupament.
16. Quin tractament seria més efectiu per a evitar una forta clorosi que es presenta en les fulles adultes d'una planta que creix en un sòl molt àcid?
- a) Addició de Fe al sòl.
  - b) Addició de Mg al sòl.
  - c) Addició de Fe per via foliar.
  - d) Addició de Mg per via foliar.
17. El Mg que arriba a un fruit en creixement prové:
- a) exclusivament via floema.
  - b) exclusivament via xilema.
  - c) pot provenir de totes dues vies.
  - d) El Mg no es dirigeix als fruits en creixement.
18. Una clorosi que s'observa en les fulles joves d'un cultiu:
- a) de segur que no és deguda al Fe si l'anàlisi del seu contingut al sòl mostra que hi ha una quantitat elevada de Fe.
  - b) pot ser deguda al Fe si el pH del sòl és àcid, encara que hi haja abundància de l'element al sòl.
  - c) pot ser deguda al Fe si el pH del sòl és neutre o alcalí, encara que hi haja abundància de l'element al sòl.
  - d) de segur que és deguda al Mg, per la localització de la simptomatologia.

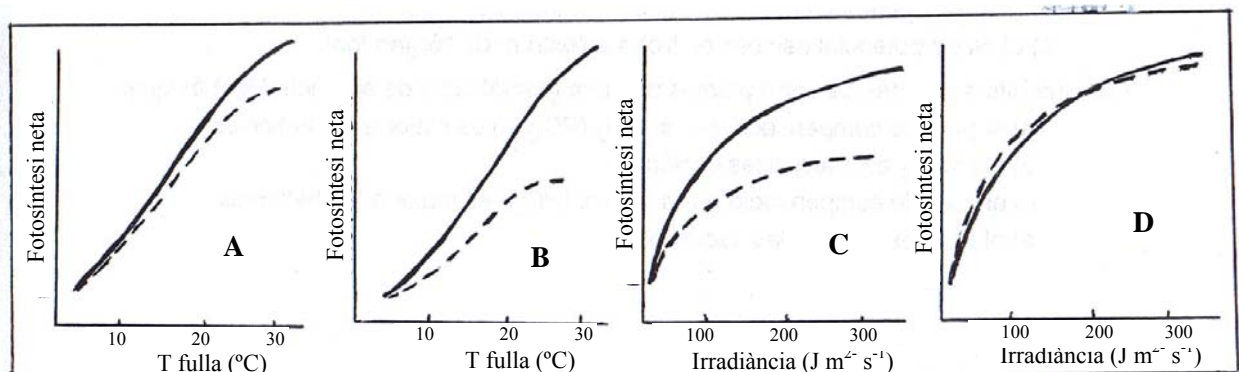
19. D'acord amb la hipòtesi de Münch, per tal que es done moviment de la saba floemàtica, al tub cribrós que connecta l'òrgan font i l'òrgan de consum s'hauria de trobar:
- la menor turgència a l'extrem de l'òrgan font.
  - la major turgència a l'extrem de l'òrgan font.
  - el menor potencial osmòtic a l'extrem de l'òrgan font.
  - el major potencial osmòtic a l'extrem de l'òrgan font.
20. S'incuben discos de fulles adultes en un medi adequat per estudiar les característiques de la càrrega del floema. Indica quina de les observacions següents no estaria d'acord amb una càrrega apoplàstica.
- Absència de connexions plasmodèmiques entre el complex TC-CA i les cèl·lules del mesofil·le.
  - Basificació transitòria del medi d'incubació quan s'hi afegeix sacarosa.
  - Cap efecte dels inhibidors del transportador de sacarosa de la membrana plasmàtica, com ara el PCMBS (àcid para-cloromercurbenzensulfònic).
  - Cap efecte de l'addició de glucosa al medi.
21. Quan es fan xicotets talls a l'escorça de les branques d'un arbust, es produeix l'eixida de saba perquè:
- s'alliberen les tensions a què està sotmès el teixit en el seu creixement.
  - la saba està sotmesa a pressió negativa, a causa de la transpiració.
  - la pressió a què està sotmesa la saba és positiva.
  - s'interromp el xilema i la saba no pot arribar a les fulles.
22. La descàrrega del floema:
- és inhibida per la presència de la invertasa àcida a les parets de les cèl·lules dels òrgans de consum.
  - es pot donar per via simplàstica o apoplàstica, segons el tipus d'òrgan de consum de què es tracte.
  - tan sols es pot donar per via simplàstica, perquè tots els òrgans de consum són estructuralment idèntics.
  - tan sols es pot donar per via apoplàstica, perquè als òrgans de consum mai no hi ha connexions plasmodèmiques entre el floema i les cèl·lules parenquimàtiques.

## Qüestions de fisiologia vegetal:

## METABOLISME FOTOSINTÈTIC

1. L'energia lluminosa captada pels pigments accessoris de la pantalla recol·lectora excita els seus electrons i després:
  - a) l'electró excitat és transmès a altres pigments que absorbeixen longituds d'ona ( $\lambda$ ) més llargues.
  - b) l'electró excitat retorna a l'estat fonamental, alliberant energia que pot ser aprofitada per un altre pigment per a excitar un dels seus electrons.
  - c) l'electró queda en l'estat excitat perquè el seu buit electrònic en l'estat fonamental és ocupat per un altre electró cedit per pigments que absorbeixen  $\lambda$  més curtes.
  - d) l'electró excitat passa a ocupar el buit electrònic deixat en la clorofil·la *a* del centre de reacció en un acte fotoquímic previ.
2. Quan es mesura l'estat d'oxidació del citocrom f en una suspensió de cloroplasts de plantes superiors, s'observa:
  - a) que es redueix si s'il·lumina amb llum monocromàtica de 690 nm i s'oxida amb llum monocromàtica de 560 nm.
  - b) que es redueix si s'il·lumina amb llum monocromàtica de 500 nm i s'oxida amb llum monocromàtica de 690 nm.
  - c) que es redueix si s'il·lumina amb llum monocromàtica de 700 nm i s'oxida amb llum monocromàtica de 730 nm.
  - d) que es redueix si s'il·lumina amb llum monocromàtica de 450 nm i s'oxida amb llum monocromàtica de 690 nm.
3. El transport d'electrons en la fotosíntesi genera una acumulació de protons a l'interior del lumen tilacoïdal, fet que dona lloc a:
  - a) un descens del pH al lumen i una entrada de Mg des de l'estroma.
  - b) un augment del pH al lumen i una eixida de Mg cap a l'estroma.
  - c) un pH bàsic a l'estroma i una eixida de Mg des del lumen.
  - d) un pH àcid a l'estroma i una eixida de Mg des del lumen.
4. La rubisco:
  - a) és l'únic enzim que pot fixar carboni inorgànic.
  - b) catalitza la formació d'àcids de 3 C en les plantes C3 i de 4 C en les plantes C4.
  - c) té la capacitat d'actuar com a oxigenasa en les plantes C3 però no en les C4 o en les CAM.
  - d) tan sols actua de dia, tant en les plantes C3 com en les C4 o en les CAM.
5. La descarboxilació per l'enzim màlic dependent del NADP en les cèl·lules de la beina de plantes C4 té lloc:
  - a) al citoplasma.
  - b) al peroxisoma.
  - c) al mitocondri.
  - d) al cloroplast.
6. Algunes plantes, per exemple *Sedum acre*, presenten un cicle d'obertura i tancament d'estomes típic de plantes C3, però acompanyat de fluctuacions d'àcid màlic similars a les de plantes CAM. En quin tipus de metabolisme inclouríem aquestes plantes?
  - a) C3-C4.
  - b) CAM-*idling*.
  - c) C3.
  - d) CAM-*cycling*.

7. Quins processos de la fase lluminosa de la fotosíntesi són bàsicament iguals a d'altres que es donen durant la respiració?
- Oxidació de la molècula de  $H_2O$  i transport electrònic.
  - Transport electrònic i síntesi d'ATP.
  - Transformació del poder reductor en enllaços rics en energia de l'ATP i reducció de la molècula de  $H_2O$ .
  - Síntesi d'ATP i reducció assimiladora del  $CO_2$ .
8. Dos grups de 10 discos de fulles de tabac són incubats en les mateixes condicions, amb  $^{14}CO_2$ . Després d'1 min (grup 1) o d'1 h (grup 2) es mesura la radioactivitat incorporada als teixits. Els resultats obtinguts, en  $cpm \cdot disc^{-1} \times min^{-1}$ , són 70 (1r grup) i 40 (2n grup). Aquests resultats indiquen que:
- els discos del grup 1 fotosintetitzen més que els del grup 2.
  - els discos del grup 2 són la meitat de grans que els discos del grup 1.
  - la fotosíntesi bruta és igual en els dos grups, però en el grup 2 ja hi ha hagut pèrdua de  $^{14}C$  per fotorespiració.
  - la fotosíntesi bruta és igual en els dos grups, però els del grup 1 presenten més capacitat de reciclar el  $CO_2$  de la respiració.
9. En la figura adjunta es comparen les respostes de l'activitat fotosintètica a variacions de la temperatura i de la intensitat lluminosa d'una planta C3 (*Atriplex patula*) i una C4 (*A. rosea*), a dues concentracions de  $O_2$  diferents (1,5 i 21 %). A què correspon cada gràfica?

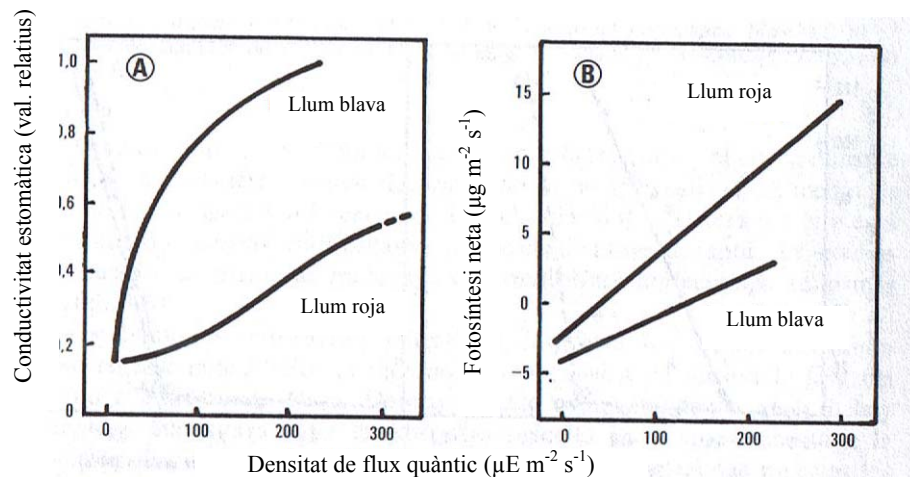


- A i D corresponen a plantes C4 a l'1,5 % (A) i al 21 % (D) de  $O_2$ , ja que són molt més productives en totes les condicions ambientals que les C3 (gràfiques B i C, a l'1,5 % i al 21 % de  $O_2$ , respectivament).
- A i D corresponen a experiments fets amb 1,5 % de  $O_2$ , ja que a penes hi ha diferències de fotosíntesi neta entre plantes C3 (línia de punts) i C4 (línia contínua).
- A i B corresponen a elevada concentració de  $O_2$  (21 %) per a plantes C4 (gràfica A) i C3 (B), i C i D, a baixes concentracions (1,5 %) (C: C3; D: C4).
- B i C corresponen a baixa concentració de  $O_2$ . Atès que no poden actuar com a oxigenasa, les plantes C3 (línia de punts) donen una resposta menor que les C4 (línia contínua).



10. En la figura adjunta es representa la fotosíntesi neta (B) i la conductivitat estomàtica (A) en fulles de *Pinus* sota diferents nivells d'irradiació blava (400-500 nm) o roja (600-700 nm). Estudia atentament les gràfiques i indica quina és l'afirmació correcta en relació amb l'acció de la llum sobre l'obertura estomàtica.

- L'acció de la llum roja s'exerceix a nivell d'un sensor d'aquest tipus de llum, no relacionat amb l'activitat fotosintètica.
- L'acció de la llum blava es dóna únicament a intensitats per damunt del seu  $PC_{LI}$ .
- L'acció de la llum roja es dóna únicament a intensitats per davall del seu  $PC_{LI}$ . (veure Q1 del T17)
- L'acció de la llum blava no es dóna únicament a través del sensor de la concentració de  $CO_2$  intern a la fulla.



10(bis). En la figura anterior es representa la fotosíntesi neta (A) i la conductivitat estomàtica (B) en fulles de *Pinus* a diferents nivells de radiació blava (400-500 nm) o roja (600-700 nm). Estudia atentament les gràfiques i contesta.

A) Fotosíntesi

- Per als mateixos nivells de radiació, quin tipus de llum dóna més activitat fotosintètica?
- Com pots explicar aquesta diferència, si un fotó de llum blava produeix en el centre de reacció el mateix efecte que un fotó de llum roja?
- Dóna el valor del punt de compensació per a la llum ( $PC_{LI}$ ) per a cada un dels dos tipus de llum.

B) Conductància estomàtica

- Per als mateixos nivells de radiació, quin tipus de llum és més efectiva en la inducció de l'obertura estomàtica?
- Dóna el valor de conductivitat estomàtica per a cada un dels dos tipus de llum per als nivells de radiació que corresponen als respectius  $PC_{LI}$ .

C) Completa els buits de les frases següents:

L'acció de la llum .... sobre l'obertura estomàtica s'exerceix a nivell ....., a través del sensor de .... . És a dir, tan sols es produeix obertura estomàtica quan l'activitat .... està per .... del  $PC_{LI}$  i, per tant, .... la concentració interna de .... de la fulla.

En canvi, la llum .... indueix l'obertura estomàtica fins i tot a nivell de radiació .... al seu  $PC_{LI}$ . Per a aquest tipus de llum sembla que hi ha, doncs, un mecanisme diferent, a través d'un sensor (fotoreceptor) de .... .

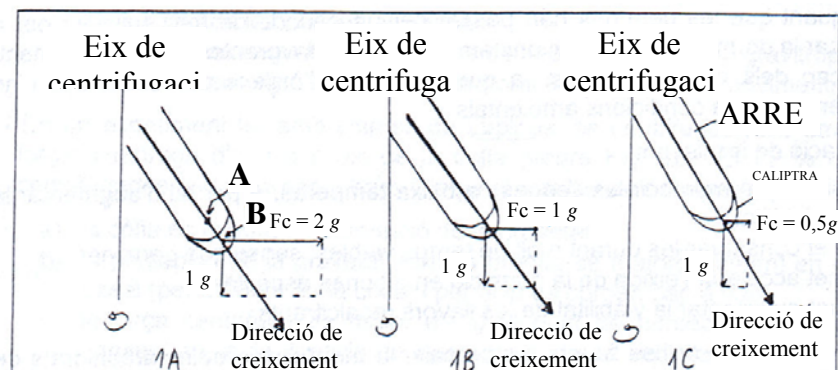
11. Una diferència bàsica entre plantes d'ombra (esciòfiles) i de sol (heliòfiles) és que:
- el punt de compensació per al  $\text{CO}_2$  ( $\text{PC}_{\text{CO}_2}$ ) és més alt en les heliòfiles.
  - el  $\text{PC}_{\text{CO}_2}$  és més alt en les esciòfiles.
  - el punt de compensació per a la llum ( $\text{PC}_{\text{L}}$ ) és més alt en les heliòfiles.
  - el  $\text{PC}_{\text{L}}$  és més alt en les esciòfiles.
12. Durant la fixació de  $\text{N}_2$  atmosfèric es dona un intercanvi de gasos intens als nòduls i es produeix:
- alliberament net de  $\text{CO}_2$ .
  - consum net de  $\text{H}_2$ .
  - alliberament net de  $\text{O}_2$ .
  - alliberament net de  $\text{N}_2$ .
13. Els resultats de l'anàlisi del contingut en compostos nitrogenats en la saba xilemàtica de dues plantes de diferent espècie es troben en la taula següent:

	% de N en la saba xilemàtica	
	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Stellaria media</i>
Nitrat	17	93
Amides	26	3,5
Aminoàcids	57	3,5

- D'acord amb aquestes dades, podem concloure que:
- en les dues espècies el principal lloc de reducció de nitrats i assimilació d'amoni és l'arrel.
  - en *R. sativus*, el principal lloc de reducció de nitrats i assimilació d'amoni és l'arrel, mentre que en *S. media* són les fulles.
  - en *R. sativus*, el principal lloc de reducció de nitrats i assimilació d'amoni són les fulles i en *S. media*, l'arrel.
  - en les dues espècies, el principal lloc de reducció de nitrats i assimilació d'amoni és la part aèria.
14. La nitrogenasa, la nitritoreductasa i la sulfitoreductasa tenen en comú que:
- són enzims citoplasmàtics.
  - catalitzen la transferència de 6 electrons als substrats respectius.
  - es presenten en lleguminoses simbiòtiques amb rizobis.
  - en les reaccions que catalitzen es consumeix ATP.
15. En el cicle de reducció i assimilació del sofre:
- es consumeix ATP i poder reductor.
  - es consumeix ATP i es genera poder reductor.
  - tan sols es consumeix poder reductor.
  - tan sols es consumeix ATP.

1. L'índex d'assimilació neta (NAR,  $\text{g} \times \text{m}^{-2} \times \text{dia}^{-1}$ ) d'una determinada planta es duplicà quan es va incrementar la intensitat lluminosa. Quin canvi cal esperar que experimente el seu índex de creixement relatiu (RGR,  $\text{mg} \times \text{g}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ )?
  - a) Que es duplique, ja que el RGR guarda sempre la mateixa proporció amb el NAR.
  - b) Que disminueixca a la meitat, ja que la planta és més eficaç fotosintèticament.
  - c) Que es mantinga inalterat, ja que no hi ha cap relació entre aquests.
  - d) Que augmente, però en menor proporció que el NAR, ja que quan augmenta l'eficàcia fotosintètica (NAR) es dona normalment una disminució de l'índex d'àrea foliar (LAI).
2. Si subministrem a una planta àcid mevalònic marcat radioactivament en tots els carbonis, quin regulador del creixement no esperariem trobar marcat?
  - a) Àcid abscíssic.
  - b) Àcid indolacètic.
  - c) Citocinines.
  - d) Gibberel·lines.
3. El tractament de fruits de perera amb àcid aminoacètic (inhibidor de l'enzim ACCsintetasa) produeix una disminució de la pèrdua de clorofil·la i retard de la senescència, cosa que permet prolongar el període d'emmagatzematge postrecol·lecció. Quina substància hormonal intervé en el control del procés?
  - a) Àcid abscíssic.
  - b) Citocinines.
  - c) Etilè
  - d) Poliamines.
4. Un coleòptil submergit en un amortidor:
  - a) no continuaria creixent si el pH de l'amortidor és neutre.
  - b) no continuaria creixent si el pH de l'amortidor és àcid.
  - c) no continuaria creixent en cap del dos casos anteriors.
  - d) continuaria creixent en ambdós casos.
5. L'aplicació d'una substància capaç d'augmentar l'extensibilitat de la paret estimularà el creixement:
  - a) si el teixit està plasmolitzat.
  - b) si el teixit es troba submergit en un amortidor a pH alcalí.
  - c) si s'aplica conjuntament amb un inhibidor de les ATPases de membrana.
  - d) en cap del casos anteriors.
6. En un cultiu de teixits, el creixement d'un cal·lus necessita oxigen i provisió d'auxines. Si un segment de tija s'insereix verticalment dins un medi de cultiu que conté 2,4-D (auxina de síntesi), s'espera que el creixement del cal·lus serà millor quan s'insereix en el medi:
  - a) la part basal, mantenint la posició original en la planta respecte a la gravetat.
  - b) la part basal, ja que es conserva així la polaritat del segment.
  - c) la part apical, ja que d'aquesta manera arriba auxina des del medi fins a la part que està a l'aire i que rep també oxigen.
  - d) la part basal, ja que de primer es formen les arrels i aquestes s'originen sempre de la part basal.

7. El fet que les respostes en què intervé el sistema fotoreversible del fitocrom responguen a la llum roja en comptes de a la llum verda:
- és important en l'adaptació dels vegetals a l'ambient lumínic, per l'acció fotosintètica de la llum roja.
  - és una qüestió anecdòtica; és igualment probable que s'haguera desenvolupat un sistema de resposta a la llum verda.
  - és inevitable, ja que tots els pigments fotoreceptors que es coneixen absorbeixen llum roja.
  - és perquè l'energia que porta la llum verda és insuficient per a ser absorbida per pigments fotoreceptors.
8. Les respostes dependents del sistema fitocrom R/RLI fotoreversible (LFR) es produeixen a conseqüència de l'absorció de llum:
- per la forma Pr del fitocrom.
  - per la forma Pfr del fitocrom.
  - durant llargs períodes de temps.
  - de molt baixa fluència.
9. El període dels ritmes circadianis durant el seu funcionament lliure (*free running*):
- presenta una aparent insensibilitat als canvis de temperatura.
  - s'allarga amb l'augment de la temperatura.
  - és més llarg de 24 hores.
  - és sempre de 24 hores exactes.
10. Tria l'afirmació correcta.
- Les nàsties són moviments de les plantes accionats per canvis de turgència.
  - El gravitropisme i el fototropisme són els principals moviments responsables de l'orientació de les plantes en l'espai.
  - La nutació és deguda a moviments de sobrecompensació gravitròpica.
  - Els circells s'enrotllen al voltant de suports físics gràcies a moviments nàstics.
11. En un experiment fet amb plantes de *Lupinus*, se centrifuguen les arrels amb una força centrífuga d'1 g a nivell de la caliptra (vegeu la fig. 1B). El 72 % de les arrels centrifugades es corba cap avall. D'aquest resultat es pot deduir que:
- la caliptra és el punt de percepció de la gravetat.
  - la percepció de la gravetat sembla que es produeix majoritàriament en un punt més basal (per damunt de la caliptra) i per això es corben cap avall.
  - la força centrífuga és major d'1 g al punt de percepció de la gravetat. En conseqüència, la direcció de creixement i la de sedimentació dels estatòlits és diferent.
  - l'arrel es corba erràticament a causa de la centrifugació, que interfereix amb la força de la gravetat.



- 11 bis. La curvatura gravitòpica es produeix quan la direcció del creixement no coincideix amb la direcció del vector d'acceleració de massa. Quan se centrifuga una arrel en posició inclinada, la força centrífuga en un punt determinat depèn de la velocitat de rotació. La força de la gravetat, però, és sempre igual (1g). Observa la figura 1 i contesta.
- Si assumim que la percepció de l'acceleració de massa es dona a la caliptra de les arrels, cap on esperaries que es corbaren arrels sotmeses a una centrifugació que donara una força centrífuga de 2 g? I si la força centrífuga fóra d'1 g? I si fóra de 0,5 g?
  - 1) En una arrel que està sent centrifugada, on seria major la força centrífuga, al punt A (damunt de la caliptra) o al punt B (caliptra)?
  - 2) En un experiment fet amb plantes de *Lupinus*, la centrifugació de les arrels amb una força centrífuga d'1 g a la caliptra donà un 72 % d'arrels corbades cap avall. Què pots deduir d'aquest resultat?
12. Sabem que els brots que es desenvolupen durant l'estiu en una planta de crisantem no floregen fins a la tardor, però no del mateix any sinó de l'any següent. A quin tractament sotmetries aquestes plantes per induir la floració al laboratori?
- A dies curts, per simular els de tardor.
  - A dies freds, per vernalitzar la planta.
  - A dies llargs, perquè la planta emmagatzeme reserves que li permeten florear.
  - A dies llargs seguits de curts, per simular el canvi de l'estiu a la tardor.
13. En les plantes llenyoses, la intensitat de l'abscissió dels fruits a l'inici del desenvolupament va lligada a la competència que s'estableix entre aquests, sobretot pels carbohidrats. Quina de les afirmacions següents, si és certa, **no** estaria d'acord amb aquesta hipòtesi?
- L'abscissió és més intensa com més gran és la quantitat de fruits que han iniciat el desenvolupament.
  - La disminució del nombre de fulles afavoreix el creixement dels fruits.
  - El *ratllat* de les branques afavoreix el creixement dels fruits.
  - Totes les afirmacions anteriors estan d'acord amb la hipòtesi.
14. La brotada de les gemmes hivernals s'inicia:
- així que es donen les condicions ambientals favorables per al creixement.
  - així que les gemmes han passat per un període de fred suficient per a trencar la dormició.
  - així que les gemmes han passat per un període de fred suficient per a trencar la dormició i les condicions ambientals són favorables per al creixement.
  - en cap dels casos anteriors, ja que es tracta d'òrgans de resistència i no depenen de les condicions ambientals.
15. L'estratificació de les llavors:
- consisteix a mantenir-les seques i a baixa temperatura per augmentar-ne la viabilitat
  - permet conservar-les durant molt de temps viables, sense que germinen.
  - permet accelerar l'eixida de la dormició en algunes espècies, com ara en pomes.
  - permet augmentar la viabilitat de les llavors recalcitrants.
16. Durant la germinació de les llavors dels cereals, la mobilització dels carbohidrats de reserva de l'endosperma:
- és deguda a l'acció de les gibberel·lines (GA) sobre el midó.
  - és deguda a l'activitat enzimàtica de la  $\alpha$ -amilasa produïda per l'embrió.

- c) es dona per l'estimulació de la secreció de  $\alpha$ -amilasa en la capa d'aleurona, en resposta a senyals hormonals provinents de l'embrió.
- d) està regulada per les GA sintetitzades a la capa d'aleurona en resposta a senyals hormonals provinents de l'embrió.

17. L'estat juvenil es caracteritza per:

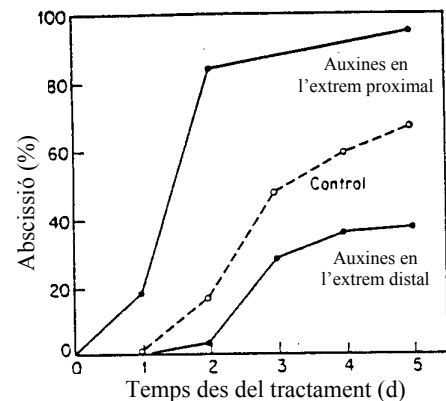
- a) una gran capacitat de florear.
- b) un creixement vegetatiu lent.
- c) una major capacitat d'arrelament.
- d) una menor capacitat de retenció de les fulles.

18. Indica quina d'aquestes afirmacions és **incorrecta** en relació amb la senescència.

- a) L'aplicació exògena de citocinines retarda la senescència foliar.
- b) En les plantes monocàrpiques té lloc una senescència generalitzada després de la fase reproductiva.
- c) La senescència es dona a conseqüència dels factors ambientals desfavorables i es tracta, doncs, d'un procés a l'atzar.
- d) La senescència foliar implica un reciclatge de nutrients cap a altres parts de la planta.

19. Com es pot explicar l'efecte aparentment contradictori dels tractaments de AIA sobre l'abscissió de fulles segons el lloc d'aplicació durant l'estadi I, tal com es mostra en la figura adjunta?

- a) L'aplicació d'auxines a l'extrem distal disminueix el gradient d'auxines endògenes i fa el limbe més sensible a l'ABA.
- b) L'extrem distal i el proximal presenten diferent sensibilitat a les auxines.
- c) L'extrem proximal té un estadi I més llarg que l'extrem distal.
- d) Segons el lloc d'aplicació, augmenta o disminueix el gradient d'auxines endògenes, la qual cosa varia la sensibilitat de la zona d'abscissió a l'etilè.



20. Amb quin dels següents factors ambientals desfavorables **no** esperaríem trobar acumulació d'osmoprotectors en les plantes?

- a) Anaerobiosi.
- b) Salinitat.
- c) Sequera.
- d) Temperatures extremes.

1. Plantes d'*Abutilon theophrasti* van ser mantingudes en solució nutritiva amb polietilenglicol (PEG) i sense. En diferents moments es va mesurar el dèficit de saturació hídrica (DSH) de les fulles (vegeu-ne els valors en la taula següent).

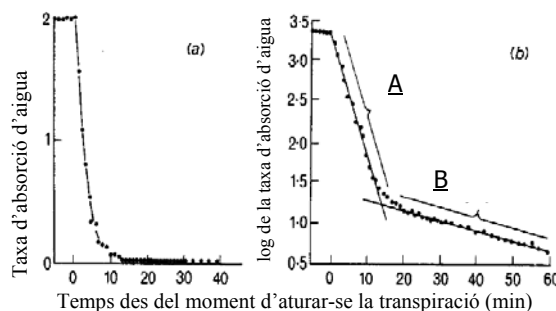
Hores de tractament	0	1	3	5
Control	11	12	13	12
+ PEG (80 g/kg)	12	21	27	32

D'aquests resultats podem dir que el PEG:

- a) afavoreix l'acumulació de matèria seca en les fulles.
  - b) indueix una menor retenció d'aigua en les fulles.
  - c) augmenta la turgència cel·lular.
  - d) augmenta la grandària de les fulles.
2. Les plantes hemiparàsites, que obtenen l'aigua i els nutrients minerals de la planta que parasiten, fan que el flux de nutrients minerals es dirigeixca preferentment cap a elles gràcies al fet que:
- a) transpiren més que la planta parasitada.
  - b) acumulen menys ions a l'apoplast.
  - c) respiren més.
  - d) fotosintetitzen menys.

3. Fulles d'una planta amb dèficit hídric es col·loquen en un potòmetre, submergides en aigua i se'n mesura l'absorció. Els resultats mostren l'existència de dues fases (vegeu la figura adjunta), que corresponen a la rehidratació de:

- a) l'apoplast.
- b) el simplast.
- c) l'apoplast (A) i el simplast (B).
- d) el simplast (A) i l'apoplast (B).



4. Atès que els gasos són menys solubles en gel que en aigua líquida, si la saba es congela s'alliberen els gasos que portava dissolts. Per consegüent, després d'un període de fred intens que provoca la congelació, quan tornen a pujar les temperatures:

- a) es restableix sempre la circulació xilemàtica.
- b) tots els vasos xilemàtics estaran embolitats i mai no es pot restablir la circulació.
- c) tan sols estaran embolitats els vasos més vells.
- d) es pot restablir la circulació si la planta acumula elevades concentracions de soluts al xilema.

5. En una planta que transpira, el gradient de potencial hídric més gran es troba entre:

- a) l'arrel i el sòl.
- b) la tija i l'arrel.
- c) les fulles i la tija.
- d) l'atmosfera i les fulles.

6. Quin és el significat de l'equació de Nernst?
- És el potencial de membrana que té qualsevol ió en la cèl·lula estudiada.
  - És el potencial de membrana teòric que té la cèl·lula estudiada.
  - Indica que una diferència molt elevada de concentracions d'un ió entre l'interior i l'exterior de la cèl·lula es manté sempre per transport actiu.
  - Describeix la situació d'equilibri passiu que correspon a l'ió estudiat, en funció de les seues concentracions interna i externa.
7. Quina de les observacions experimentals següents dóna suport a la hipòtesi de(?) que en la càrrega del xilema estan implicades forces actives?
- El cilindre central de les arrels es troba en condicions d'hipòxia.
  - La concentració iònica al xilema és, habitualment, molt baixa.
  - La banda de Caspari, a l'endoderma, impedeix la difusió dels ions cap al còrtex.
  - Inhibidors de la síntesi de proteïnes, com ara la cicloheximida, inhibeixen la incorporació al xilema, tot i que no afecten l'entrada de nutrients al còrtex des del medi extern.
8. Si volem estudiar la influència que pot tenir l'absorció d'aigua sobre la de nutrients per una planta, quin d'aquests plantejaments experimentals no seria vàlid?
- Canviar de llum a fosc, per reduir (o eliminar) la transpiració.
  - Modificar la humitat relativa de l'atmosfera, mantenint constant la intensitat lluminosa.
  - Modificar el potencial hídric de la solució en què es cultiva la planta.
  - Afegir un antitranspirant a les fulles que no altere altres intercanvis gasosos.
9. La fase lluminosa de la fotosíntesi proveeix el mecanisme i l'energia necessària perquè:
- es puguin transportar electrons a l'interior d'una vesícula de membrana tancada.
  - es pugui donar una transferència d'electrons d'una substància amb potencial redox positiu a una altra amb potencial redox negatiu.
  - es pugui produir  $O_2$  a partir de  $CO_2$ .
  - es puguin transportar protons des de l'interior del lumen tilacoïdal cap a l'exterior.
10. L'avantatge de que les pantalles recol·lectores de llum continguin pigments diferents és que:
- la fotosíntesi pot tenir lloc a la foscor.
  - es pot utilitzar més longituds d'ona de la llum visible per a la fotosíntesi.
  - la llum pot ser emmagatzemada en els diferents pigments.
  - Cap de les possibilitats anteriors.
11. Coneixent els espectres d'absorció dels pigments fotosintètics aïllats, tria l'opció correcta (espectre visible, de menys a més longitud d'ona: blau-verd-groc-taronja-roig).
- | Extracte purificat de: | Il·luminació amb llum: | Fluorescència emesa: |
|------------------------|------------------------|----------------------|
| a) clorofil·les        | verda                  | roja                 |
| b) clorofil·les        | grog                   | verda                |
| c) carotenoides        | blava                  | verda                |
| d) carotenoides        | grog                   | roja                 |
12. Els electrons del ..... reemplacen els del PSII durant el flux electrònic no cíclic.
- $CO_2$
  - $H_2O$
  - NADPH
  - PSI



13. El cicle de Calvin:

- a) és el segon estadi de la fotosíntesi.
- b) és sinònim de les reaccions obscures de la fotosíntesi.
- c) comença amb una reacció en què s'incorpora  $\text{CO}_2$  a una molècula de 5C.
- d) Totes les possibilitats anteriors són certes.

14. El fet de que pràcticament els únics enzims del cicle de Calvin que hi ha presents en les cèl·lules del mesofil·le de les plantes C4 siguen els de la fase reductiva, contribueix a fer que:

- a) pugui haver-hi una coordinació entre l'activitat dels dos cicles de fixació del carboni, ja que els fosfats de triosa activen la PEPCasa.
- b) la localització dels enzims de descarboxilació siga cloroplàstica.
- c) la productivitat d'aquestes plantes siga baixa.
- d) els cloroplasts del mesofil·le a penes presenten grana.

15. Un teixit vegetal que tinga una elevada activitat respiratòria resistent al cianur, en relació amb un altre amb respiració predominant per la via dels citocroms, presentarà:

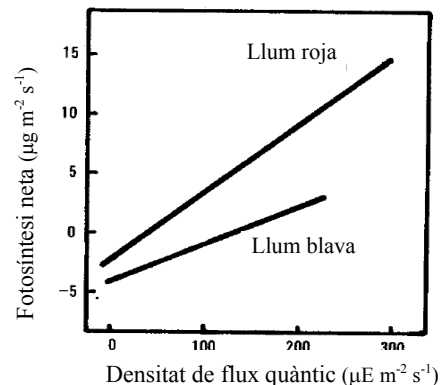
- a) una temperatura més alta.
- b) una temperatura més baixa.
- c) absència de circulació electrònica.
- d) major gradient de  $\text{H}^+$ .

16. La càrrega del floema al mesofil·le foliar:

- a) es dona sempre per via apoplàstica.
- b) es dona sempre per via simplàstica.
- c) es dona per via simplàstica en les plantes on no hi ha connexions plasmodesmiques entre el complex tub cribrós-cèl·lula acompanyant (TC-CA) i les cèl·lules del mesofil·le.
- d) es pot donar per via simplast en algunes espècies, com ara aquelles en què funcione la «trampa dels oligosacàrids».

17. En la figura adjunta podem observar que el punt de compensació per a la llum ( $\text{PCL}$ ) en les dues condicions experimentals de llum són:

- a)  $-3$  i  $-4 \mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$  per a la llum roja i la blava, respectivament.
- b)  $-5 \mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$  per a totes dues.
- c)  $0 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  per a totes dues.
- d)  $50$  i  $130 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  per a la llum roja i la blava, respectivament.

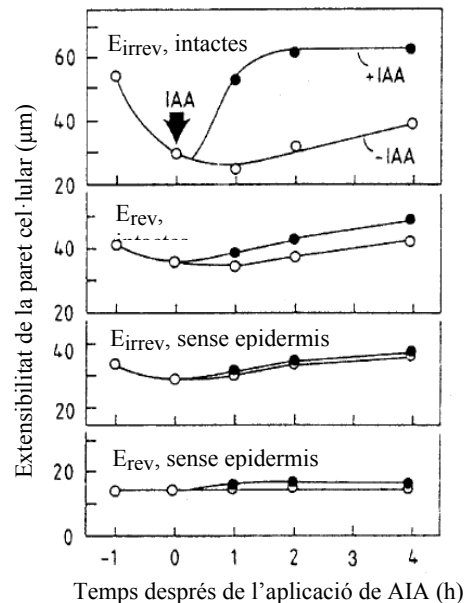


18. Durant el període de fructificació en una lleguminosa simbiòtica, la fixació de nitrogen als nòduls:

- a) augmentarà, perquè els fruits necessiten compostos nitrogenats.
- b) disminuirà, perquè s'estableix competència pels carbohidrats entre els nòduls i els fruits.
- c) no se'n veurà afectada, perquè la fixació simbiòtica de nitrogen a penes consumeix energia.
- d) no se'n veurà afectada, perquè no hi ha relació entre tots dos processos.

19. El sofre és un element mineral essencial que és absorbit per les plantes majoritàriament com a  $\text{SO}_4^{2-}$ . Per a la seua incorporació a les proteïnes:
- tan sols requereix activar-se, per reacció amb ATP.
  - ha de patir un procés de reducció, com és el cas també del  $\text{NO}_3^-$ .
  - s'incorpora sense canvis del seu estat redox, com és el cas dels fosfats.
  - ha de ser oxidat, per reacció amb la Fd, i es genera sulfur i  $\text{Fd}_{\text{red}}$ .
20. L'índex de creixement relatiu (RGR) en una planta representa l'increment de creixement per unitat de temps:
- durant tota la vida de la planta.
  - en funció de la quantitat de teixit preexistent o de la grandària prèvia de la planta.
  - en comparació del d'una altra planta.
  - en funció de l'àrea foliar efectiva per a la fotosíntesi.
21. En una planta que presenta una dominància apical forta, es pot aconseguir que les gemmes laterals cresquen per:
- aplicació d'auxines a l'àpex.
  - aplicació d'auxines a les gemmes laterals.
  - aplicació de citocinines a l'àpex.
  - aplicació de citocinines a les gemmes laterals.

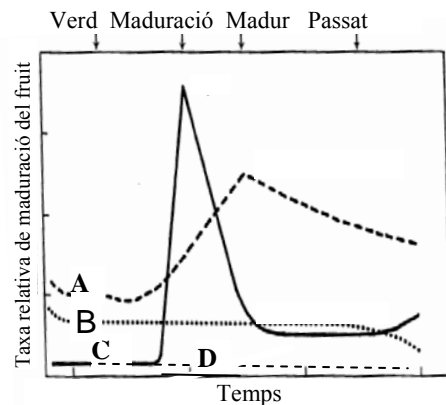
22. En la figura adjunta es representen els resultats obtinguts d'un experiment fet amb coleòptils de dacsca. De l'estudi de la figura podem concloure que:



23. Quan s'estudia el fotocontrol del creixement de les tiges s'observa que les baixes proporcions de R/RLI no afecten igualment les plantes de sol (heliòfiles) que les plantes d'ombra (esciòfiles). Així, quan es cultiven *Senecio vulgaris* (heliòfila) i *Mercurialis perennis* (esciòfila) en ambients lumínics amb diferents proporcions de R/RLI, cal esperar que la planta que més allargarà les tiges serà:
- S. vulgaris* quan presente un estat de fotoequilibri ( $\Phi = P_{FR} / P_T$ ) molt alt.
  - S. vulgaris* quan presente un  $\Phi$  molt baix.
  - M. perennis* quan presente un  $\Phi$  molt alt.
  - M. perennis* quan presente un  $\Phi$  molt baix.

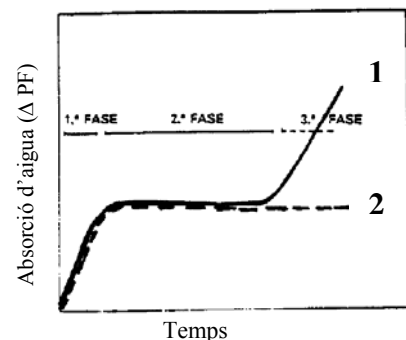
24. Si la il·luminació lateral d'una planta provoca una detenció immediata del creixement de forma simultània al llarg de tot el costat il·luminat, i no afecta el creixement del costat fosc, aquest fet:
- afavoreix la teoria del transport asimètric de AIA des de l'àpex (H. Cholodny-Went).
  - afavoreix la teoria de l'efecte directe de la llum sobre el creixement cel·lular (H. de Blaauw).
  - rebutja totes dues hipòtesis.
  - no permet dilucidar entre les dues hipòtesis.
25. Dues espècies, A i B, florezen quan s'exposen a un fotoperíode de 12 hores de llum i 12 hores de foscor. Si el fotoperíode s'allarga a 14 hores, tan sols floreza l'espècie A. Aquests resultats indiquen que:
- A és de dia llarg (PDL) i B de dia curt (PDC).
  - A és de dia curt (PDC) i B de dia llarg (PDL).
  - A és de dia llarg (PDL), però no són suficients per a saber de quin tipus és B.
  - no són suficients per a saber de quin tipus és A, però B és de dia curt (PDC).

26. En la figura adjunta es representen les mesures de dos paràmetres de la maduració, fetes a dos fruits d'espècies diferents. Interpretant el que en sabem, diríem que:



- les corbes A i B representen els nivells de CO<sub>2</sub> respiratori i d'etilè, respectivament, en un fruit climatèric, i C i D corresponen a un fruit no climatèric.
  - les corbes A i C representen els nivells de CO<sub>2</sub> respiratori i d'etilè, respectivament, en un fruit climatèric, i B i D corresponen a un fruit no climatèric.
  - les corbes A i B representen els nivells de CO<sub>2</sub> respiratori i d'etilè, respectivament, en un fruit no climatèric, i C i D, en un de climatèric
  - les corbes A i C representen els nivells de CO<sub>2</sub> respiratori i d'etilè, respectivament, en un fruit no climatèric, i B i D, en un de climatèric.
27. Els caquis requereixen només 4 o 5 dies de fred per a trencar la dormició de les gemmes, mentre que altres arbres fruiters necessiten unes quantes setmanes. Aquest fet pot determinar que el caqui:
- tinga una brotada més primerenca.
  - puga trencar la dormició amb temperatures entre 10 i 15 °C.
  - tinga una distribució més gran cap al sud, a l'hemisferi nord.
  - tinga un període de postdormició més curt.

28. L'absorció d'aigua per les llavors (imbibició) constitueix el primer requeriment perquè puga començar la germinació. En la figura adjunta es mostren les corbes d'absorció d'aigua de llavors en imbibició:



- 1: viables, 2: no viables.
- 1: no viables, 2: viables.
- 1: viables, 2: corba falsa, ja que les no viables no absorbeixen aigua.
- 1: corba falsa, ja que les no viables no absorbeixen aigua, 2: viables.

29. L'acceleració de l'abscissió dels pecíols que es dona en l'estadi II per aplicacions de AIA no té lloc si l'experiment es du a terme en una cambra on s'impedeix la producció d'etilè, com les que s'utilitzen per a retardar la maduració dels fruits. D'aquesta observació es pot deduir que:
- a) el AIA no accelera l'abscissió en cap estadi si es tracta d'una fulla jove.
  - b) l'abscissió durant l'estadi II es dona perquè el AIA provoca la disminució de la sensibilitat a l'etilè.
  - c) l'acceleració de l'abscissió per AIA durant l'estadi II és deguda a la seua acció promotora de la síntesi d'etilè.
  - d) l'estadi II es pot allargar artificialment per aplicacions de AIA.
30. Es pot donar fotoinhibició a una intensitat lluminosa que estiga per davall del punt de saturació lluminosa ( $PS_L$ ), mesurat en condicions ambientals òptimes?
- a) No, mai.
  - b) Sí, però tan sols en les plantes esciòfiles perquè el seu  $PS_L$  és molt baix.
  - c) Sí, però tan sols en les esciòfiles perquè les seues pantalles contenen moltes molècules de pigments per cada centre de reacció.
  - d) Sí, en totes les plantes, quan alguna altra condició ambiental limita la fotosíntesi.

## **5. Problemes de laboratori**



## PROBLEMES DE LABORATORI

### → PREPARACIÓ D'ESTÀNDARDS I CANVIS D'UNITATS

- 1.1. A partir d'una solució estoc de glucosa 5 mM, prepara una corba patró que continga 50, 100, 150, 200 i 250 nmol de glucosa en 500 µL.
- 1.2. Quina és la concentració, en mM, d'aquestes solucions patró?
- 1.3. Per addició dels reactius de Somogyi-Nelson per a sucres reductors a aquests estàndards s'obté la corba patró que es dona a continuació.

nmol/tub	0	50	100	150	200	250
A <sub>530</sub>	0,035	0,190	0,363	0,528	0,675	0,827

Fes un ajust lineal per mínims quadrats amb aquestes dades i calcula, per interpolació en aquesta recta patró, quin seria el contingut en sucres reductors, en nmol/tub, d'una mostra que tinguera una absorbància de 0,644? I en mM?

**NOTA:** Per a expressar la quantitat de components traça en una mescla, sovint s'utilitza **ppm** com a unitat (parts per milió: nre. de parts en un total de 10<sup>6</sup> parts). En alguns casos també s'utilitza parts per bilió, **ppb** (en realitat, parts per mil milions): nre. de parts en un total de 10<sup>9</sup> parts.

$$\text{Per tant: } \text{ppm} = (\text{massa de solut} / \text{massa de solució}) \times 10^6$$
$$\text{ppb} = (\text{massa de solut} / \text{massa de solució}) \times 10^9$$

Generalment fan referència a volum quan es tracta de gasos o líquids i a pes si són sòlids. Com que s'utilitzen principalment solucions aquoses diluïdes, és freqüent fer equivalències pes-volum, assumint una  $\rho = 1$ . Per exemple: 1 g = 1 mL; 1 mg = 1 µL. Així, **ppm** seria equivalent a **mg × L<sup>-1</sup>**, ja que 1 L d'aigua pesa 1 kg i 1 kg = 10<sup>6</sup> mg.

- 1.4. L'anàlisi de 155,3 g d'aigua de reg dona un contingut en fosfats d' $1,7 \times 10^{-4}$  g. Quina és la concentració dels fosfats en ppm?
- 1.5. Si la concentració de nitrats en un aigua de reg és de 3,5 ppm, quants mg de nitrats hi ha en una mostra de 400 mL?
- 1.6. Es prepara una corba patró de K<sup>+</sup> per a la quantificació d'aquest ió per fotometria de flama. Partim d'un estoc de 500 ppm i en volem 50 mL d'aquestes concentracions: 50, 40, 30, 20, 10, 8, 6, 4, 2 i 0 ppm. Indica com les prepararies i la seua equivalència en mM. (Pa K = 39)
- 1.7. La corba patró obtinguda amb els estàndards anteriors va ser aquesta:

ppm	0	2	4	6	8	10	20	30	40	50
lectura	0	2,6	5,3	8,3	11,3	14,1	25	33,8	41,9	50

Representa gràficament la corba. Fes l'ajust per mínims quadrats més adient (lineal o quadràtic) i interpola els valors mesurats per a dues mostres, M<sub>1</sub> i M<sub>2</sub>, que donen una lectura de 6,2 i 38,4, respectivament. Dóna els resultats en mM (Pa K = 39).

**NOTA:** Els ajusts matemàtics es poden fer fàcilment utilitzant fulls de càlcul. En Excel, cal representar la gràfica, triar el "Tipus de gràfic: dispersió" i, una vegada feta, anar al menú "Gràfic", triar "Agrega línia de tendència" i quan s'obri el menú triar el tipus (lineal, logarítmic, exponencial i de quin grau, etc.) i en "Opcions", marcar "Presentar l'equació en el gràfic" i "Presentar el valor de r<sup>2</sup>". Si l'ajust triat no dona una r<sup>2</sup> elevada, caldrà provar un altre ajust més bo.

Per a fer la interpolació emprarem els coeficients de l'ajust per regressió. Si és lineal ( $y = a+bx$ ), la nostra incògnita es calcula:  $x = (y - a) / b$ . Si és polinòmica de segon grau (bastant habitual), hem de fer servir l'equació de segon grau:  $y = ax^2 + bx + c$ , o el que és el mateix,  $ax^2 + bx + c - y = 0$ . I calculem x així:  $x = (-b \pm (b^2 - 4a(c-y))^{1/2}) / 2a$ .

També cal considerar que una corba sempre es pot ajustar linealment per trams i fer les interpolacions de les dades en el tram corresponent.

→ **REPASSEM LES DILUCIONS**

- 2.1. Una solució de 2 M de sacarosa es dilueix 1:4. Quina és la concentració obtinguda, expressada en molaritat? I en % (w/v)? (Pm sacarosa = 342)
- 2.2. A partir d'una solució estoc de 100 ppm de quinetina es fan 3 dilucions seriades amb factor de dilució 1:5. Quina és la concentració final obtinguda, en  $\mu\text{M}$ ? (Pm quinetina = 215,22)
- 2.3. A partir d'una solució 0,76 mM d'ABA se'n vol preparar una altra que continga 5  $\text{ng} \times \mu\text{L}^{-1}$ . Quin és el factor de dilució que hem d'emprar? (Pm ABA = 264,3)

→ **UNA MICA DE GEOMETRIA**

***Fórmules geomètriques d'interès***

- ❖ ESTRUCTURES BIDIMENSIONALS (fulles, pètals...)

Longituds:

Longitud de la circumferència:  $2 \pi r$

Perímetre dels polígons: suma de les longituds dels costats del polígon

Superfícies:

Cercle:  $\pi r^2$

Rectangle:  $b \times h$  (si es tracta d'un quadrat: costat<sup>2</sup>)

Triangle:  $(b \times h) / 2$  [= (base  $\times$  altura) / 2]

Tot i que hi ha fórmules específiques per als diferents polígons, quasi tots es poden descompondre en triangles i la superfície total seria la suma dels diferents triangles que formen el polígon.

- ❖ ESTRUCTURES TRIDIMENSIONALS (tiges, arrels, fruits...)

	<u>Superfícies</u>	<u>Volums</u>
Cilindre:	$2 \pi r h + 2 \pi r^2 = 2 \pi r (r + h)$	$\pi r^2 h$
Con:	$\pi r h + \pi r^2 = \pi r (r + h)$	$(\pi r^2 h) / 3$
Esfera:	$4 \pi r^2$	$4/3 (\pi r^3)$
Prisma:	perímetre de la base $\times$ h + 2 $\times$ àrea base	àrea de la base $\times$ h (si es tracta d'un cub: costat <sup>3</sup> )

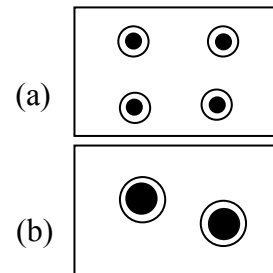
Alternativament, també es poden calcular superfícies per mesura del pes d'una imatge de la superfície problema obtinguda sobre un material del qual es coneix la relació pes/superfície. D'altra banda, els volums es poden determinar per l'augment de volum que té lloc en introduir-los en una massa d'aigua.

- 3.1. Quin és el volum, en  $\text{cm}^3$ , del còrtex d'una arrel de 15 cm de llarg i morfologia cònica, que presenta a la base un diàmetre total de 5 mm i un diàmetre de l'estela de 3 mm? [Dada: volum del con =  $(\pi r^2 h) / 3$ ]
- 3.2. L'anàlisi de clorofil·les de la pell d'un fruit esfèric de 12 cm de radi donà 15,85 mg. Expressa el valor en  $\text{mg} \times \text{dm}^{-2}$  [Dada: àrea de l'esfera =  $4 \pi r^2$ ]
- 3.3. Calcula la superfície que té el teixit epidèrmic d'una tija cilíndrica de 20 cm de longitud i 10 mm de diàmetre. Si férem un tall longitudinal i poguérem separar l'epidermis sencera, obtindríem un rectangle de teixit de quines dimensions? [Dades: longitud de la circumferència:  $2 \pi r$ ; àrea de la superfície corba del cilindre =  $2 \pi r h$ ]
- 3.4. Una fulla d'heura, de superfície desconeguda, es dibuixa sobre un paper que pesa 0,75  $\text{g} \times \text{dm}^{-2}$ . Després de retallar el paper amb la forma de la fulla, aquesta imatge de paper es pesa. Quina és la superfície de la fulla d'heura, en  $\text{cm}^2$ , si el pes de la imatge de paper és de 0,65 g?
- 3.5. S'ompli una columna de cromatografia de 2,5 cm de diàmetre amb gel de Sephadex fins a una altura de 70 cm, per separar les proteïnes d'una mostra. La mostra



comença a eixir de la columna quan es desplaça el líquid contingut en la columna (volum buit), que és del 35 % del volum total del gel. Quin és el volum total de columna ocupat pel gel? A partir de quin volum hem de començar a recollir l'eluat? [Dada: volum del cilindre =  $\pi r^2 h$ ]

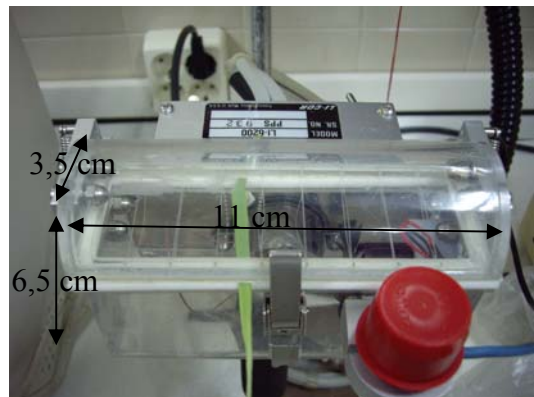
- 3.6. Es tenen dos plançons, un amb 4 arrels de 2 mm de diàmetre (a) i un altre amb 2 arrels de 4 mm de diàmetre (b). Cada arrel absorbeix els nutrients del sòl en què es troba fins a 1 mm de distància de la superfície radicular (vegeu la figura). Contesta.



- Quina és l'àrea de secció transversal total (arrel + sòl) en els dos casos? [Dada: àrea del cercle =  $\pi r^2$ ]
- Quina és l'àrea que correspon a arrels en cada cas?
- Quina és l'àrea que correspon a sòl en cada cas?
- Quina és l'eficàcia de cada model en l'explotació del sòl? (eficàcia = proporció d'àrea de sòl explotat enfront de l'àrea d'arrel, en secció transversal).
- Quin model és més eficient i en quina proporció ho és?

### → PROBLEMES COMUNS

- 4.1. Per mesurar l'activitat fotosintètica s'introdueixen 6 fulles d'arròs, de 5 mm d'amplària, en una cambra de mostres de 3,5 × 6,5 × 11 cm, tal com s'indica en la figura. Una vegada es tanca la cambra, que es manté a 20 °C, el descens de CO<sub>2</sub> que es produeix a l'interior és de 3,2 ppm CO<sub>2</sub> × min<sup>-1</sup>.



Contesta.

- Quin és el volum de la cambra?
  - Quants  $\mu\text{L}$  de CO<sub>2</sub> desapareixen per minut en el volum total de la cambra?
  - A quants  $\mu\text{mol}$  de CO<sub>2</sub> equival aquesta variació [Dada: a 1 atm i 20 °C de T, 1 mol de gas ocupa 24 L]
  - Quants  $\mu\text{g}$  de CO<sub>2</sub> representen aquests  $\mu\text{mol}$ ? [Dada: Pm CO<sub>2</sub> = 44 ]. Dóna el valor en  $\mu\text{g} \times \text{min}^{-1}$  i en  $\mu\text{g} \times \text{h}^{-1}$ .
  - Quina és la superfície foliar que queda dins la cambra quan es tanca?
  - Dóna el valor de la fotosíntesi, en  $\mu\text{g CO}_2 \times \text{h}^{-1} \times \text{cm}^{-2}$ .
- 4.2. Es trituren 250 mg de teixit vegetal amb etanol 80 %. Després se centrifuga l'extracte i s'afora el sobrenadant a 5 mL amb el mateix solvent. A 0,5 mL d'aquest extracte s'afegeixen els reactius de Somogyi i Nelson, per detectar els sucres reductors. Quan es desenvolupa color, es mesura l'absorbància a 530 nm. El valor obtingut és  $A_{530} = 0,644$  que, d'acord amb la interpolació feta en l'exercici 1.3, correspon a 190 nmol / tub. Contesta.
- Quants nmol totals hi ha en els 5 mL d'extracte original?
  - Quants nmol hi ha en els 250 mg de teixit analitzat?
  - Indica el contingut en sucres reductors del teixit, en  $\mu\text{mol} \times \text{g}^{-1}$  PF.

**NOTA:** En aquest tipus de problema, caldria fer una sèrie de regles de tres, que es poden traduir en factors de conversió que donen la fórmula:

$$\text{valor interpolat (nmol)} \times \text{volum aforat (mL)}$$

$$\mu\text{mol} / \text{g} = \frac{\text{-----}}{\text{volum alíquota analitzada (mL)} \times \text{PF triturat (g)}} \times 10^{-3} \text{ (per a passar a } \mu\text{mol)}$$

Aquesta fórmula ens serveix per a altres anàlisis semblants, afegint termes addicionals per altres aforats o anàlisis d'alíquotes que es puguin fer: volums aforats en el numerador i volums analitzats en el denominador. Si es tracta d'una taxa de reacció (velocitat), s'haurà d'introduir el temps en el denominador per obtenir el resultat per unitat de temps.

- 4.3. Una mostra de 0,3 g de teixit foliar es tritura amb acetona del 80 %. Després de filtrar a través de paper, s'afora a 100 mL amb el mateix solvent. D'aquest extracte acetònic se'n passen 25 mL a un embut de decantació que conté èter etílic. Quan s'afegeix aigua destil·lada a la mescla, se separen dues fases: una d'acetona-aigua i una altra d'èter etílic amb els pigments fotosintètics dissolts. Es recull aquesta fase i s'afora a 50 mL amb èter, i a continuació es mesura l'absorbància d'aquest extracte amb l'espectrofotòmetre a 662 i 645 nm. Les mesures obtingudes són:  $A_{645} = 0,156$  i  $A_{662} = 0,422$ . La concentració de clorofil·les *a* i *b* en l'extracte d'èter es calcula utilitzant les fórmules següents:

$$\text{Clorofil·la } a \text{ (mg / L)} = 9,93 \times A_{662} - 0,777 \times A_{645}$$

$$\text{Clorofil·la } b \text{ (mg / L)} = 17,6 \times A_{645} - 2,81 \times A_{662}$$

- a) Quina és la concentració de clorofil·les *a* i *b* en l'extracte d'èter, en  $\text{mg} \times \text{L}^{-1}$ ?  
 b) Quina és la concentració de clorofil·les *a* i *b* en l'extracte acetònic, en  $\text{mg} \times \text{L}^{-1}$ ?  
 c) Dóna la concentració de les clorofil·les *a* i *b* en el teixit, en  $\text{mg} \times \text{g}^{-1}$  PF.
- 4.4. Es fa un seguiment de l'efecte d'un determinat producte sobre la permeabilitat de les membranes de les arrels d'una planta mesurant l'eixida de K al medi extern en presència del producte. Les arrels de les plantes (10 plantes per mostra) són introduïdes en recipients amb 50 mL de solució amb el producte estudiat o sense. Els recipients s'incuben en un bany termostatat, amb agitació, i cada 30 min es retira del bany un dels recipients amb producte i un altre sense producte, i s'analitza el contingut en K de la solució per fotometria de flama. Les concentracions de K en els diferents recipients, en ppm, van ser aquestes:

	30'	60'	90'	120'
Controls	12	14	15	17
Tractats	14	22	35	46

- a) Transforma els valors mesurats en ppm a mg totals que hi ha en els 50 mL de medi de cada recipient.  
 b) Transforma els valors de mg a  $\mu\text{mol}$  [Dada: Pa del K = 39].  
 c) Dóna la quantitat de  $\text{K}^+$  alliberada al medi a cada temps de mesura, en  $\mu\text{mol} \times \text{planta}^{-1}$ , i representa gràficament els resultats respecte al temps.

# Reconeixements



Les figures que no són de producció pròpia, així com alguna de les qüestions i dels problemes, convenientment adaptats, provenen de les fonts indicades a continuació. Els errors, però, si en queda algun a pesar de la revisió feta, són nostres i us agraïrem que ens els comuniquem per poder-los corregir.

### **Libres**

- Azcón-Bieto J, Talón M (eds) (2000): *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. Edicions Universitat de Barcelona.
- Bowling DJF (1976): *Uptake of ions by plant roots*. Chapman and Hall.
- Devlin RM (1975): *Fisiología Vegetal*. Ediciones Omega.
- Fitter AH, Hay RKM (1987): *Environmental Physiology of Plants*. Academic Press. 2<sup>nd</sup> ed.
- Guardiola Bárcena JL, García Luis A (1999): *Fisiología Vegetal I: Nutrición y Transporte*. Ed. Síntesis. Colección Ciencias de la vida, núm. 16.
- Hopkins WG (1999): *Introduction to Plant Physiology*. John Wiley & Sons, Inc. 2<sup>nd</sup> ed.
- Kaufman PB (1989): *Plants. Their Biology and Importance*. Harper & Row, Publishers.
- Klein RM, Klein DT (1988): *Fundamentals of Plant Science*. Harper & Row, Publishers.
- Legaz González ME, Vicente Córdoba C (1987): *123 Problemas de Fisiología Vegetal*. Ed. Síntesis. Colección Ciencias de la vida, núm. 4.
- Leopold AC, Kriedemann PE (1988): *Plant growth and development*. McGraw-Hill.
- Meidner H, Sheriff DW (1976): *Water and Plants*. Blackie and Son.
- Mohr H, Schopfer P (1995): *Plant Physiology*. Springer Verlag
- Ridge I (ed) (1991): *Plant Physiology*. Hodder & Staughton.
- Taiz L, Zeiger E (1998): *Plant Physiology*. Sinauer Associates. 2<sup>nd</sup> ed.

### **Articles**

- Bedmar EJ, Olivares J (1988): «Limitaciones de la fijación biológica de nitrógeno». En: *Biología Vegetal*. Libros de Investigación y Ciencia. p 74-82.
- Farnsworth E (2000): «The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds». *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2000. 31:107-38
- Giaquinta RT (1983): «Phloem loading of sucrose». *Ann. Rev. Plant Physiol.* 34:347-387.
- Nishizaki Y (1987): «Light-induced changes of electrical potential in pulvinular motor cells of *Phaseolus vulgaris*» *L. Plant Cell Physiol.* 28:1163-1166.
- Poff KL, Martin HV (1989): «Site of graviperception in roots: a re-examination». *Physiol. Plant.* 76:451-455.
- Schwartz A, Ilan N, Grantz DA (1988): «Calcium effects on stomatal movement in *Commelina communis*». *L. Plant Physiol.* 87:583-587.

### **Pàgines web**

- <http://bcrb.bio.umass.edu/nernst/nprob1.html>
- [http://carrot.mcb.uconn.edu/~gogarten/mcb259/QUIZ98\\_10.htm](http://carrot.mcb.uconn.edu/~gogarten/mcb259/QUIZ98_10.htm)
- <http://core.ecu.edu/biol/stillerj/biol1100/tests/quiz5.htm>
- <http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/biopl242>
- [http://wps.prenhall.com/esm\\_freeman\\_biosci\\_1/0,6452,500382-,00.html](http://wps.prenhall.com/esm_freeman_biosci_1/0,6452,500382-,00.html)
- [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/images/Figuras\\_tema15/Figura15\\_2.jpg](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/images/Figuras_tema15/Figura15_2.jpg)
- <http://www.ippa.info/basics/cell-wall.gif>
- [http://www.life.umd.edu/classroom/bsci442/BSCI442-sze2001/lec7\\_8.html](http://www.life.umd.edu/classroom/bsci442/BSCI442-sze2001/lec7_8.html)
- <http://www.mta.ca/~rthomps>
- <http://www.nature.com/nature/journal/v407/n6807/images/407959aa.0.jpg>

**NOTA:** Aquest qüestionari s'ha preparat sense afany de lucre, com a material didàctic per al curs de Fisiologia Vegetal. Si algun autor o autora considera que s'han vulnerat els seus drets d'autoria, el material corresponent serà retirat tan aviat com ens facen conèixer aquests drets.