

## PROBLEMAS DE FISIOLOGÍA VEGETAL – LISTADO PARA SEMINARIOS

1.- El volumen de la matriz en una mitocondria típica es de  $1 \mu\text{m}^3$ . Si en un momento determinado el pH en la matriz es 8,2, se desea conocer cuántos iones hidronio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) contiene la matriz de cada mitocondria (número de Avogadro:  $6,024 \times 10^{23}$  moléculas/mol).

2.- Después de un fraccionamiento subcelular se miden las actividades glicolatofofosfatasa (GPasa) de cloroplastos e isocitrato deshidrogenasa (IDH) de mitocondrias en las fracciones cloroplástica y mitocondrial, obteniéndose los siguientes resultados:

	Actividades (U/g proteína)	
	GPasa	IDH
Fracción cloroplástica	94	6
Fracción mitocondrial	21	84

Suponiendo que no hay otras fracciones contaminantes, se desea conocer el % de proteína cloroplástica y mitocondrial contaminante, respectivamente, en las fracciones mitocondrial y cloroplástica.

3.- ¿Cuántas moléculas de celulosa contiene una determina hebra de algodón que pesa 0,2 mg y consta de moléculas de celulosa de 10.000 residuos glucosilo ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ). (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16) (número de Avogadro:  $6,02252 \times 10^{23}$  moléculas/mol).

4.- La arabinosa de una extensina se encuentra como hidroxiprolinas triarabinosiladas en el 8% de los residuos aminoácidos de la proteína y como hidroxiprolinas tetraarabinosiladas en el 5% de los residuos aminoácidos. Se desea conocer en qué proporción se encuentra el número de restos de arabinosa respecto al de aminoácidos totales en esa extensina.

5.- Una preparación de paredes celulares contiene un 64% de su masa seca como celulosa ( $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ). Al analizar un hidrolizado de la misma preparación se miden 0,75 g de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) por cada g de materia seca de paredes de partida. Se desea conocer qué proporción del total de moléculas de glucosa se encuentra como celulosa en la pared (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

6.- La hidrólisis de 0,1 g de una preparación de extensina con proteinasas rinde 4 mg de prolina ( $\text{C}_5\text{NO}_2\text{H}_9$ ) y 3 mg de hidroxiprolina ( $\text{C}_5\text{NO}_3\text{H}_9$ ). La hidrólisis de 0,1 g de la misma preparación de extensina con una mezcla de proteinasas y glucosidasas rinde 4 mg de prolina y 12 mg de hidroxiprolina. Se desean conocer las proporciones molares de prolina, hidroxiprolina e hidroxiprolina arabinosilada en dicha extensina (masas atómicas: H, 1; N, 14; C, 12; O, 16).

7.- Un xiloglucano de *Acer pseudoplatanus* contiene 42 residuos de glucosa (180), 30 de xilosa (149), 5 de arabinosa (149), 7 de galactosa (180) y 7 de fucosa (164) (se indican entre paréntesis las masas moleculares de cada sillar estructural libre). ¿cuál

es su masa molecular?. ¿Qué radiactividad específica tendrá (Bq/mol y Bq/g) si se sintetiza a partir de glucosa marcada con  $^{14}\text{C}$  en el C-6 con una actividad específica de 1 GBq/mmol? ¿y si es marcada uniformemente con la misma radiactividad específica?

8.- A 300 °K, las células de un tejido muestran plasmolisis incipiente frente a una disolución de 200 g de sacarosa por litro de agua y ni ganan ni pierden peso frente a una disolución de 120 g de sacarosa por litro de agua. Despreciando otros componentes del potencial hídrico y las diferencias de volumen celular entre plasmolisis incipiente y equilibrio hídrico, calcular los valores de  $\Psi_{\pi}$  y  $\Psi_P$ . [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342].

9.- El potencial hídrico  $\Psi$  de una hoja a 300 °K, es -3,5 bares. También a 300 °K, las células de la hoja están en plasmolisis incipiente frente a una disolución de 114 g de sacarosa por litro de agua. Despreciando otros componentes del potencial hídrico y los cambios de volumen, calcular los valores de los potenciales osmótico ( $\Psi_{\pi}$ ) y de presión ( $\Psi_P$ ) en esas células. [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342].

10.- A 300 °K, unas células vegetales tienen un potencial osmótico ( $\Psi_{\pi}$ ) de -8,0 bares, y están en equilibrio hídrico frente a una disolución de 34,2 g de sacarosa por litro de agua. Despreciando otros componentes del potencial hídrico y las diferencias de volumen celular entre plasmolisis incipiente y equilibrio hídrico, calcular los valores de  $\Psi$  y  $\Psi_P$  en esas células [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342].

11.- El potencial osmótico ( $\Psi_{\pi}$ ) de una médula de raíz de zanahoria determinado por plasmolisis incipiente a 300 °K es -9,0 bares. En las mismas condiciones, la médula está en equilibrio hídrico (ni gana ni pierde peso) frente a una disolución de 68,4 g de sacarosa por litro de agua. Despreciando otros componentes del potencial hídrico ( $\Psi$ ) y los cambios de volumen, calcular los valores de  $\Psi$  y  $\Psi_P$  en esa muestra de médula. [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342 D].

12.- A 300 °K, los potenciales hídrico ( $\Psi$ ) y matricial ( $\Psi_{\tau}$ ), de unas células son -0,40 Mpa y -0,5 bares, respectivamente. Dichas células alcanzan plasmolisis incipiente frente a una disolución de 136,8 g de sacarosa por litro de agua. Despreciando cambios de volumen y otros componentes del potencial hídrico, calcular los valores de  $\Psi_{\pi}$  y  $\Psi_P$  en esas células [ R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342 D].

13.- A 300 °K, las células de un determinado tejido vegetal muestran plasmolisis incipiente frente a una disolución de 136,8 g de sacarosa por litro de agua y están en equilibrio hídrico (ni ganan ni pierden peso) frente a otra disolución de 102,6 g de sacarosa por litro de agua. Estimando que el potencial matricial ( $\Psi_{\tau}$ ) vale -50.000 Pa y despreciando los cambios de volumen y el valor de otros componentes del potencial hídrico, determinar los valores de  $\Psi$ ,  $\Psi_{\pi}$  y  $\Psi_P$  en esas células [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342].

14.- A 300 °K, un tejido vegetal tiene un potencial hídrico ( $\Psi$ ) de -4,0 bares, y está en plasmolisis incipiente frente a una disolución de  $120 \pm 3$  g de sacarosa por litro de agua. Despreciando otros componentes del potencial hídrico, calcular los valores ( $\pm$  ES) de  $\Psi_{\pi c}$  y  $\Psi_{pc}$  en la célula [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342].

15.- A 300 °K las células (aproximadamente esféricas) de un tejido muestran plasmolisis incipiente frente a una disolución de 140 g de sacarosa por litro de agua, mostrando entonces un diámetro de 52  $\mu\text{m}$ . Cuando se equilibra el tejido frente a agua pura, el diámetro celular es de 56 mm. Considerando solo los componentes de presión y osmótico del potencial hídrico, ¿cuál es el potencial de presión ( $\Psi_P$ ) de las células a turgencia máxima? R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular de la sacarosa 342.

16.- El potencial de presión ( $\Psi_P$ ) del xilema en la base de un árbol es -0,1 Mpa y 15 m más arriba -0,3 Mpa. Sabiendo que las molalidades de la savia bruta son, respectivamente 0,08 y 0,04 en la base y 15 m más arriba, calcular los gradientes medios de potencial de presión e hídrico ( $\Delta\Psi_P/\Delta x$  y  $\Delta\Psi/\Delta x$ ) en el xilema de ese árbol. Se supone una temperatura de 300 °K. [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ].

17.- A 300 °K, una hoja asimila netamente por fotosíntesis 8,8 mg de  $\text{CO}_2$  por hora que como sacarosa pasa totalmente al floema. Si el potencial osmótico del floema en la hoja es de -25 bares, ¿cuánta agua ha de ser incorporada por hora en los terminales del floema en la hoja para que no se altere el potencial osmótico al cargar la sacarosa? [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; masa molecular del  $\text{CO}_2$  44].

18.- Al aumentar la iluminación, a 300 °K, la concentración de  $\text{K}^+$  en una célula oclusiva aumenta de 0,12 a 0,3 M y el volumen celular aumenta de  $0,9 \times 10^{-11}$  a  $10^{-11}$  litros. El aumento de carga positiva de  $\text{K}^+$  se compensa en un 40% por entrada de  $\text{Cl}^-$  en la célula oclusiva y el resto por malato formado a partir de almidón. Descartando problemas de compartimentación celular, considerando que el potencial hídrico no se altera en la célula oclusiva y tiene como únicos componentes los potenciales osmótico y de presión y que los únicos solutos que cambian de concentración son  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  y malato: a) ¿cuántos gramos de almidón son convertidos en malato en cada célula oclusiva? y b) ¿cuánto aumenta el potencial de presión en la célula oclusiva como resultado del aumento de iluminación? [R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ](masa molecular del sillar estructural,  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ , del almidón: 162).

19.- Una célula mesofílica con un volumen citosólico de  $10^4 \mu\text{m}^3$ , a 300 °K, convierte por hora 0,4 ng ( $4 \times 10^{-10}$  g) de  $\text{CO}_2$  en sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ). Si la sacarosa no sale del citosol y la célula no cambia de volumen, se desea conocer cuánto varía en una hora el potencial osmótico de dicho citosol. R (constante de los gases) =  $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

20.- El potencial de la membrana plasmática de una célula es -0,120 voltios y el del tonoplasto (potencial eléctrico en vacuola menos potencial eléctrico en citoplasma) es -0,090 voltios. Calcular las concentraciones de catión  $\text{Na}^+$  en citoplasma y vacuola en equilibrio con una concentración del mismo 0,5 mM en apoplasto.

21.- El potencial de la membrana plasmática de una célula epidérmica de la raíz es -0,10 voltios y el del tonoplasto (potencial eléctrico en vacuola menos potencial eléctrico en citoplasma) es -0,080 voltios. Calcular las concentraciones de anión  $\text{SO}_4^{2-}$  en citoplasma y vacuola en equilibrio con una concentración del mismo 1 mM en suelo.

22.- En el equilibrio, la concentración de anión wolframato ( $\text{WO}_4^{2-}$ ) en el interior celular es 1  $\mu\text{M}$  frente a una concentración externa de 0,6 mM. Calcular el potencial de membrana y la concentración interna de catión  $\text{K}^+$  en equilibrio frente a una concentración externa de 8 mg por litro (masa atómica del potasio 39).

23.- En el equilibrio, la concentración de catión  $\text{K}^+$  en el citosol es 0,1 M frente a una concentración externa de 1 mM. Calcular el potencial de la membrana plasmática y la concentración citosólica de anión sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) en equilibrio con una concentración externa de 192 mg de  $\text{SO}_4^{2-}$  por litro (masas atómicas: S, 32; O, 16).

24.- 1 g de hojas dejan, por desecación en una estufa a 105 °C hasta peso constante, un residuo de 170 mg. Las clorofilas de 0,13 g de las mismas hojas son extraídas con 10 ml de acetona al 80% y, una vez centrifugado el extracto, se miden las absorbancias del sobrenadante con los resultados:  $A_{645} = 0,45$  y  $A_{663} = 0,65$ . Cloroplastos aislados, purificados e intactos de las mismas hojas tienen una relación (peso/peso) clorofilas/proteínas = 0,07. Se sabe, además, que el 3,2 % (peso/peso) de las hojas frescas es proteína. Teniendo en cuenta la fórmula que relaciona la concentración de clorofilas en disolución con las absorbancias a 645 y 663 nm: clorofila (mg/l) =  $20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}$ . Se desean conocer los porcentajes de la proteína cloroplástica respecto de: 1) peso fresco de las hojas; 2) peso seco de las hojas; 3) proteína total de las hojas.

25.- El potencial de la membrana plasmática de una célula epidérmica de la raíz es -0,11 voltios y el del tonoplasto (potencial eléctrico en vacuola menos potencial eléctrico en citoplasma) es -0,09 voltios. Determinar las concentraciones de anión  $\text{Cl}^-$  en citoplasma y vacuola en equilibrio con una concentración del mismo 10 mM en suelo.

26.- Se conocen los valores (en bares) indicados en la tabla para algunos componentes del potencial hídrico ( $\Psi$ ) en floema y xilema de raíz y hojas de una planta:

	floema hojas	floema raíces	xilema hojas	xilema raíces
$\Psi_p$	9	4	-2	-1
$\Psi_\pi$	-12	desconocido	-0,5	-0,5
$\Psi$	-3	desconocido	-2,5	-1,5

Considerando  $\Psi_P$  y  $\Psi_\pi$  como únicos componentes del potencial hídrico, se desea conocer qué rango de valores del  $\Psi_\pi$  del floema en raíces, y en consecuencia del  $\Psi$  del floema en raíces, permiten que con los demás datos pueda darse en esa planta la circulación en floema y en xilema.

27.- 1 g de hojas dejan, por desecación en una estufa a 105 °C hasta peso constante, un residuo de 170 mg. Las clorofilas de 0,13 g de las mismas hojas son extraídas con 10 ml de acetona al 80% y, una vez centrifugado el extracto, se miden las absorbancias del sobrenadante con los resultados:  $A_{645} = 0,45$  y  $A_{663} = 0,65$ . Cloroplastos aislados, purificados e intactos de las mismas hojas tienen una relación (peso/peso) clorofilas/proteínas = 0,07. Se sabe, además, que el 3,2 % (peso/peso) de las hojas frescas es proteína. Teniendo en cuenta la fórmula que relaciona la concentración de clorofilas en disolución con las absorbancias a 645 y 663 nm: clorofila (mg/l) =  $20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}$ . Se desean conocer los porcentajes de la proteína cloroplástica respecto de: 1) peso fresco de las hojas; 2) peso seco de las hojas; 3) proteína total de las hojas.

28.- Una suspensión de cloroplastos purificados contiene  $5 \times 10^5$  orgánulos por  $\text{mm}^3$  y 3  $\mu\text{g}$  de DNA por ml. Sabiendo que el peso molecular del DNA de esos cloroplastos es  $10^8$  dalton, calcular el número medio de moléculas de DNA por cloroplasto (Número de Avogadro  $N = 6,024 \times 10^{23}$ ).

29.- Al medio día, una hoja de maíz transpira  $2,8 \text{ g de agua} \cdot \text{h}^{-1}$  y asimila fotosintéticamente  $22 \text{ mg de CO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$ . Se desea conocer la velocidad de producción de biomasa ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) ( $\text{mg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) y la proporción de agua total descompuesta en fotosíntesis relativa a la de agua perdida por transpiración en ese momento (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

30.- Unas hojas reciben  $180 \mu\text{einstein/h}$  de luz fotosintéticamente activa y sintetizan  $50 \mu\text{g/h}$  de sacarosa. Suponiendo que la fotofosforilación acíclica proporciona suficiente ATP para el funcionamiento del ciclo de Calvin y la síntesis de sacarosa, ¿qué % de los fotones de luz fotosintéticamente activa incidente se aprovecha netamente en la fotosíntesis de sacarosa? (masa molecular de la sacarosa: 342).

31.- Unas hojas reciben  $230 \mu\text{einstein/h}$  de luz fotosintéticamente activa y sintetizan  $34,2 \mu\text{g/h}$  de sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) y  $16,2 \mu\text{g}$  de almidón ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )<sub>n</sub>. Suponiendo que la fotofosforilación acíclica proporciona suficiente ATP para el funcionamiento del ciclo de Calvin y la síntesis de sacarosa y almidón, ¿qué % de los fotones de luz fotosintéticamente activa incidente se aprovecha netamente en la fotosíntesis de carbohidratos? (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

32.- Suponiendo que la fotofosforilación acíclica proporciona suficiente ATP para el funcionamiento del ciclo de Calvin y que la tercera parte del  $\text{CO}_2$  total asimilado se vuelve a perder por fotorrespiración, ¿cuál es el número mínimo de moles de fotones (einsteins) que se necesitan para la fotosíntesis neta de 20 g de fructosa? (masa molecular de la fructosa: 180).

33.- Una suspensión de cloroplastos recibe 20  $\mu\text{einstein/h}$  de luz fotosintéticamente activa y sintetiza 20  $\mu\text{g/h}$  de almidón  $((\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n)$  y 10  $\mu\text{g/h}$  de ácido glicólico  $(\text{CH}_2\text{OH}-\text{COOH})$ . Suponiendo: a) que la fotofosforilación acíclica proporciona suficiente ATP para el funcionamiento del ciclo de Calvin y la síntesis de almidón, b) que no hay producción neta significativa de otros metabolitos; se desea conocer: ¿qué % de los fotones de luz incidente se aprovecha en la fotosíntesis total y qué % en la fotosíntesis neta de almidón? (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

34.- Cuando se ilumina, una preparación de cloroplastos absorbe 35  $\mu\text{einstein}$  (35  $\mu\text{moles}$  de fotones) de luz fotosintéticamente activa por minuto, emite 7  $\mu\text{einstein}$  de luz fluorescente y desprende 0,08 mg de oxígeno por minuto. Suponiendo que toda la luz absorbida se utiliza para provocar transportes electrónicos fotosintéticos (acíclico y cíclico) y emitir fluorescencia, y que el flujo pseudocíclico de electrones es despreciable, se pregunta en qué proporción relativa circulan los electrones por los transportes electrónicos fotosintéticos acíclico y cíclico y por los fotosistemas I y II.

35.- Las hojas de una planta producen netamente al día 0,06 g de almidón  $((\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n)$  y 0,57 g de sacarosa  $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$ . Se desean conocer los gramos diarios de  $\text{O}_2$  que producen netamente esas hojas (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

36.- Las hojas de una planta consumen netamente 0,12 g de  $\text{CO}_2$  durante el periodo de iluminación diurno y 0,04 g de  $\text{O}_2$  durante la noche. Se desean conocer los gramos diarios de biomasa  $(\text{CH}_2\text{O})$  que producen netamente esas hojas (masas atómicas: C, 12; O, 16; H, 1).

37.- En un momento determinado unas hojas producen 0,114 g de sacarosa por hora. Suponiendo que la conversión fotosintética de  $\text{CO}_2$  en sacarosa es el único proceso metabólico en ese momento, se desea conocer cuántos moles de ribulosa-1,5-difosfato son carboxilados cada hora en esas hojas (masa molecular de la sacarosa 342).

38.- En un momento determinado unas hojas de maíz producen 0,228 g de sacarosa  $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$  y 54 mg de almidón  $((\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n)$  por hora. Despreciando otros procesos metabólicos salvo los citados, se desea conocer cuántos moles de ribulosa-5-fosfato son convertidos en ribulosa-1,5-difosfato cada hora en esas hojas (masas atómicas: C, 12; O, 16; H, 1).

39.- En un momento determinado unas hojas de maíz producen 0,171 g de sacarosa por hora. Suponiendo que la conversión fotosintética de  $\text{CO}_2$  en sacarosa es el único proceso metabólico en ese momento, se desea conocer cuántos moles de ribulosa-5-fosfato son convertidos en ribulosa-1,5-difosfato cada hora en esas hojas (masa molecular de la sacarosa, 342).

40.- Se estima que en una planta C-4 determinada, la mitad de los equivalentes de NADPH requeridos para la reducción del  $\text{CO}_2$  se producen (por transporte electrónico fotosintético) en mesófilo y la otra mitad en vaina. En ambas células, el transporte electrónico fotosintético produce 1 ATP por par de electrones transferidos tanto en el

flujo cíclico, como en el flujo acíclico. Suponiendo que no hay intercambio de ATP entre los dos tipos de células, se desea conocer el número mínimo de fotones requeridos en cada tipo de célula para formar una molécula de sacarosa en esa planta.

41.- ¿Cuántos moles de ATP y de NADPH se consumen por mol neto de sacarosa sintetizada en una planta C-3 y en una planta C-4?. Considérense para el caso de una planta C-3 dos posibilidades: a) no fotorrespira, b) vuelve a perder por fotorrespiración 1/3 del CO<sub>2</sub> total asimilado.

42.- ¿Cuántos moles de ATP se consumen en la síntesis de 16 g de sacarosa en una planta C-4? (masas atómicas: C, 12; O, 16; H, 1).

43.- Las hojas de una planta desprenden 0,8360 g de O<sub>2</sub> de día y consumen 0,2024 g de O<sub>2</sub> de noche. Sabiendo que acumulan 0,0426 g de almidón ((C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>) al cabo de todo el día y considerando que no realizan otros procesos que respiración y fotosíntesis de almidón y sacarosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) exportada, se desea conocer los gramos de sacarosa que exportan al día (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

44.- Una planta produce 0,02 moles/h de CO<sub>2</sub> por respiración (mitocondrial + fotorrespiración) y 0,05 moles/h de O<sub>2</sub> por fotosíntesis (neta). Se desea saber cuántos gramos de biomasa (expresada como sacarosa: C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) produce por hora, tanto por fotosíntesis total como por fotosíntesis neta (masas atómicas: C, 12; O, 16; H, 1).

45.- Una planta asimila netamente 0,5 moles de CO<sub>2</sub> durante el período de iluminación diurna y consume netamente 0,12 moles de O<sub>2</sub> durante la noche. Suponiendo que todos los intercambios gaseosos se deben a fotosíntesis y respiración de biomasa (CH<sub>2</sub>O) (masa molecular equivalente: 30), se desea conocer los gramos de biomasa que se producen o consumen netamente durante: a) el periodo de iluminación diurno, b) la noche, y c) todo el día.

46.- En el punto de compensación, unas hojas fijan por fotosíntesis total 110 mg de CO<sub>2</sub> por hora. Si los únicos procesos metabólicos que realiza son fotosíntesis y fotorrespiración, se desea conocer cuántos moles de ribulosa-1,5-difosfato son descompuestos por hora por la reacción oxigenasa y cuántos moles de ribulosa-1,5-difosfato son formados en total a partir de ribulosa-5-fosfato (masa molecular del CO<sub>2</sub>, 44).

47.- Una planta se marca con <sup>14</sup>C alcanzado sus carbohidratos una radiactividad específica de 24 kBq/mmol (equivalente de C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Se pasa después a una atmósfera con <sup>12</sup>CO<sub>2</sub> (sin <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>) donde se miden tasas iniciales de asimilación neta de CO<sub>2</sub> (500 mg/h) y de desprendimiento de <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> (20 kBq/h). Se desean conocer, en las últimas condiciones de la planta, las tasas de fotosíntesis total, fotosíntesis neta y fotorrespiración (se desprecian otras respiraciones) expresadas en g de CO<sub>2</sub> consumido o producido por hora (masa molecular del CO<sub>2</sub> 44).

48.- Una plantación produce netamente 10 Tm de biomasa (CH<sub>2</sub>O) por hectárea y

año. Sabiendo que en esa plantación la relación (peso/peso) agua transpirada/biomasa producida es 400, se desea conocer las necesidades (en Tm hectárea<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) de agua y CO<sub>2</sub> de la plantación (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

49.- Una plantación asimila netamente 22 Tm de CO<sub>2</sub> por hectárea y año y consume, entre aguas de lluvia y riego, 6.000 m<sup>3</sup> de agua por hectárea y año. Se desean conocer: a) las producciones por año y hectárea de biomasa (CH<sub>2</sub>O) y de oxígeno de esa plantación, y b) la relación aproximada (masa/masa) de agua transpirada /biomasa neta producida por la plantación. (masas atómicas: H, 1; C, 12; O, 16).

50.- Se estima que un cloroplasto contiene 0,27 x 10<sup>-13</sup> g de rubisco (masa molecular 560.000 y ocho centros catalíticos por molécula) en unos 5 μm<sup>3</sup> de estroma, 0,12 x 10<sup>-12</sup> g de clorofilas y 31,5 x 10<sup>-16</sup> g de permeasa de fosfato: triosa-fosfato (masa molecular 30.000). Se estima también que las hojas contienen 1,5 mg de clorofila/dm<sup>2</sup>. Si en un determinado momento las hojas están fotosintetizando sacarosa: 15 mg/h/dm<sup>2</sup> y almidón: 5 mg/h/dm<sup>2</sup>, y se desprecia la contribución de la fotorrespiración, se desea conocer:

- Cuántas moléculas de CO<sub>2</sub> entran cada segundo en los cloroplastos.
  - Cuántas moléculas de CO<sub>2</sub> son fijadas por segundo en cada centro activo de la rubisco.
  - Cuántas moléculas de triosa-fosfato pasan de un cloroplasto al citoplasma cada segundo.
  - Cuántas moléculas de triosa-fosfato se intercambian con fosfato cada segundo en cada centro activo de la permeasa fosfato: triosa-fosfato.
- (masas moleculares y equivalentes: sacarosa [C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>], 342; sillar estructural del almidón [C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>], 162) (número de Avogadro N = 6,024 x 10<sup>23</sup>).

51.- Se estima que, en un día, los nódulos de una leguminosa reciben vía floema 1 g de sacarosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>), exportan al resto de la planta 0,45 g de glutamina (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>) (como único aminoácido exportado) y desprenden 0,55 g de CO<sub>2</sub>. ¿Cuánto crecerá la propia biomasa (CH<sub>2</sub>O) del nódulo en un día? (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16; N, 14).

52.- Diariamente, los nódulos de una leguminosa reciben vía floema 684 mg de sacarosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>), desprenden 704 mg de CO<sub>2</sub> y su biomasa total (CH<sub>2</sub>O) aumenta en 45 mg. ¿Cuántos mg exportan diariamente de alantoína (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) (única forma con C y N exportada al resto de la planta) (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16; N, 14).

53.- Se estima que, en un día, los nódulos de una leguminosa aumentan su propia biomasa (CH<sub>2</sub>O) 0,06 g, asimilan 0,07 g de N<sub>2</sub> que exportan enteramente al resto de la planta en forma de glutamina (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>) y desprenden 0,44 g de CO<sub>2</sub>. Considerando como únicos procesos metabólicos en los nódulos la fijación de N<sub>2</sub> y conversión en glutamina, respiración y síntesis de biomasa-carbohidrato, se desean conocer cuantos gramos diarios de glutamina exportan y cuantos de sacarosa



( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) reciben esos nódulos (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16; N, 14).

54.- Diariamente, los nódulos de una leguminosa exportan 84 mg de nitrógeno como alantoína ( $C_4H_6O_3N_4$ ) (única forma con C y N exportada al resto de la planta), desprenden 792 mg de  $CO_2$  y su biomasa total ( $CH_2O$ ) aumenta en 60 mg. Se desea conocer cuántos mg de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) reciben diariamente vía floema (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16; N, 14).

55.- Unas hojas asimilan netamente durante el día 0,55 g de  $CO_2$  y 0,01 g de  $KNO_3$ . Considerando que todo el poder reductor neto generado fotosintéticamente se utiliza en la síntesis de almidón y sacarosa y en la conversión de  $NO_3^-$  en  $NH_4^+$ , se desea conocer en qué proporción se utiliza en citoplasma y en cloroplastos el poder reductor generado fotosintéticamente (masas atómicas: H, 1; C, 12; N, 14; O, 16 y K, 39.).

56.- Unas hojas asimilan netamente durante el día 0,88 g de  $CO_2$  y 0,01515 g de  $KNO_3$ . Considerando que todo el poder reductor neto generado fotosintéticamente se utiliza en la síntesis de almidón y sacarosa y en la conversión de  $NO_3^-$  en  $NH_4^+$ , se desea conocer en qué proporción se reparte el poder reductor neto entre la asimilación del  $CO_2$  y la del  $NO_3^-$  (masas atómicas: C, 12; N, 14; O, 16 y K, 39).

57.- Unas hojas asimilan netamente durante el día 0,66 g de  $CO_2$  y 0,0101 g de  $KNO_3$ . Considerando que todo el poder reductor neto generado fotosintéticamente se utiliza en la síntesis de almidón y sacarosa y en la conversión de  $NO_3^-$  en  $NH_4^+$ , se desea conocer en qué proporción se reparte el poder reductor entre la asimilación del  $CO_2$  y la del  $NO_3^-$  (masas atómicas: C, 12; N, 14; O, 16 y K, 39).

58.- Unas hojas asimilan netamente durante el día 0,66 g de  $CO_2$  y 0,0152 g de  $KNO_3$ . Considerando que todo el poder reductor neto generado fotosintéticamente se utiliza en la síntesis de almidón y sacarosa y en la conversión de  $NO_3^-$  en  $NH_4^+$ , se desea conocer que porcentaje del poder reductor generado netamente por el transporte electrónico fotosintético en cloroplastos es utilizado en citoplasma (masas atómicas: H, 1; C, 12; N, 14; O, 16 y K, 39.).

59.- Unas hojas asimilan durante el día 0,66 g de  $CO_2$  y 0,02 g de  $KNO_3$ , formando, entre otras cosas, 0,081 g de almidón ( $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) al día. Despreciando otros procesos metabólicos fuera de la síntesis de almidón y sacarosa y de la conversión de  $NO_3^-$  en  $NH_4^+$ , se desea conocer en qué proporción la actividad correspondiente de envueltas de cloroplastos actúa como permeasa triosa-P: fosfato y como permeasa triosa-P: 3-P-glicerato (masas atómicas: H, 1; C, 12; N, 14; O, 16 y K, 39.).

60.- Una planta contiene típicamente 30 átomos de C por cada átomo de N. Considerando que todo el poder reductor generado en fotosíntesis se usa en reducir  $CO_2$  a  $CH_2O$  y nitrato a N amoniacal y despreciando recambios metabólicos, se desea conocer por cada 100 electrones de poder reductor generado fotosintéticamente cuántos se emplean en asimilar  $CO_2$  y cuántos en asimilar nitrato.

61.- Una planta contiene 9 g de carbono y 0,3 g de nitrógeno por 100 g de masa fresca. Se desea conocer en qué relación se usa el poder reductor fotosintético (electrones) entre las reducciones netas de  $\text{CO}_2$  y nitrato (considerando que éste último es la única fuente de nutrición nitrogenada) hasta su asimilación. Se desprecian recambios metabólicos (masas atómicas: C, 12; N, 14).

62.- En un día, una planta asimila netamente por fotosíntesis 11 g de  $\text{CO}_2$  y absorbe por sus raíces 0,55 g de  $\text{KNO}_3$ . Éstas exportan a las zonas aéreas 0,12 g de glutamina ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3\text{N}_2$ ) (como única forma nitrogenada asimilada) y 0,22 g de  $\text{NO}_3^-$ . Éste último es reducido y asimilado en hojas y, con la glutamina procedente de raíces, es finalmente convertido en proteínas de hojas y tallos. Se desea conocer: a) en qué proporciones es reducido el nitrato en raíces y hojas de esa planta; b) en qué proporción se reparte finalmente el nitrógeno asimilado entre las proteínas de raíces y órganos aéreos; c) en qué proporción se reparte en los cloroplastos el poder reductor generado en fotosíntesis entre asimilación de  $\text{CO}_2$  y reducción de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16; N, 14; K, 39).

63.- Se suministra a una planta de tabaco ornitina ( $\text{C}_5\text{O}_2\text{H}_{12}\text{N}_2$ ) uniformemente marcada con  $^{14}\text{C}$  con una radiactividad específica de 72 MBq/mmol. Suponiendo que toda la ornitina usada en la síntesis *de novo* de nicotina procede de la suministrada externamente, ¿qué radiactividad específica tendrá la nicotina formada *de novo*? Esquema de la síntesis de nicotina a partir de ornitina:

64.- Suponiendo que toda la lisina ( $\text{C}_6\text{O}_2\text{H}_{14}\text{N}_2$ ) usada en la síntesis *de novo* de coniína procede de la suministrada externamente a una planta de cicuta, ¿qué radiactividad específica tendrá la coniína formada *de novo* cuando se suministra a una cicuta lisina marcada con  $^{14}\text{C}$  (radiactividad específica de 40 MBq/mmol) en, respectivamente, los carbonos 1, 2 y los carbonos 3 ó 1 y 2 a partes iguales?. Esquema de biosíntesis de coniína a partir de lisina:

65.- Por experimentos de recambio se sabe que 9,2 mg de nicotina ( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$ ) son degradados y reemplazados cada hora en una planta de tabaco. Sabiendo que la planta de tabaco fija netamente 165 milimoles de  $\text{CO}_2$  por hora ¿Qué porcentaje del  $\text{CO}_2$  neto fijado se utiliza netamente para reemplazar la nicotina degradada en 1 hora? (masas atómicas: C, 12; H, 1; N, 14).

66.- Un tubérculo de patata desprende 10 mg de  $\text{CO}_2$  por hora y acumula 25 mg de almidón [ $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ] por hora. Suponiendo que el metabolismo del tubérculo consiste en usar en respiración y síntesis de almidón toda la sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) que le llega vía floema, se desea conocer: a) los gramos/h de oxígeno que consume el tubérculo, y b) los gramos/h que le llegan de sacarosa (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

67.- Tubérculos de una planta de patata desprenden por respiración 33 mg de  $\text{CO}_2$  por hora y acumulan 81 mg de almidón [ $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ] por hora, como resultado del metabolismo de la sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) que le llega vía floema. Despreciando la magnitud de otros procesos metabólicos, se desea conocer cuántos gramos de oxígeno se producen por hora en las hojas, para la fotosíntesis de la sacarosa

consumida en los tubérculos (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

68.- Un tubérculo de patata recibe vía floema 30 mg de sacarosa por hora y consume 8 mg de  $O_2$  por hora. Suponiendo que el metabolismo del tubérculo consiste en usar en respiración y síntesis de almidón toda la sacarosa que le llega vía floema, se desea conocer los mg/h de almidón que se forman en el tubérculo (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

69.- En un momento determinado, el metabolismo mayoritario de unas semillas en germinación consiste en el consumo respiratorio de azúcares en el embrión a la misma velocidad que se producen en el endospermo a partir de triglicéridos:  $C_{55}H_{98}O_6$ . Sabiendo que producen 0,440 g de  $CO_2$  por hora, ¿cuántos moles de oxígeno consumen en un día? (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

70.- En un momento determinado, el metabolismo mayoritario de unas semillas en germinación consiste en el consumo respiratorio en el embrión de los azúcares que se producen en el endospermo a partir de triglicéridos:  $C_{55}H_{98}O_6$ . Sabiendo que consumen 0,48 g de  $O_2$  por hora, ¿cuántos gramos de  $CO_2$  producen por hora? (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

71.- En un momento determinado, el metabolismo mayoritario en un tubérculo consiste en el consumo por respiración y fermentación a etanol ( $C_2H_6O$ ) del almidón (fórmula aproximada:  $(CH_2O)_n$ ) que almacenan. Sabiendo que consumen 0,48 mg de  $O_2$  por hora y desprenden 0,77 mg de  $CO_2$  por hora, y despreciando la contribución de otros procesos metabólicos minoritarios, se desea conocer cuántos gramos de almidón se consumen en un día (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

72.- El metabolismo mayoritario en un tejido no fotosintético consiste en la respiración y la fermentación hasta etanol ( $C_2H_6O$ ) de glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Sabiendo que en un momento determinado consume 0,40 mg de  $O_2$  por hora y desprende 0,66 mg de  $CO_2$  por hora, y despreciando la contribución de otros procesos metabólicos minoritarios, se desea conocer cuántos gramos de glucosa se consumen por hora (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

73.- El metabolismo mayoritario en un tejido no fotosintético consiste en la respiración y la fermentación hasta etanol ( $C_2H_6O$ ) de glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Sabiendo que en un momento determinado consume 40 mg de  $O_2$  por hora y desprende 110 mg de  $CO_2$  por hora, y despreciando la contribución de otros procesos metabólicos minoritarios, se desea conocer cuántos gramos de glucosa se consumen por hora por respiración, cuántos por fermentación y cuántos gramos de etanol se producen (masas atómicas: 12; H, 1; O, 16).

74.- Unas semillas ricas en almidón (fórmula aproximada:  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) y triglicéridos (fórmula media:  $C_{55}H_{98}O_6$ ) muestran un cociente respiratorio de 0,85 durante la germinación. Sabiendo que su metabolismo en esa etapa consiste esencialmente en el consumo respiratorio de ambos componentes mayoritarios, se desea conocer en qué proporción (gramos de triglicéridos por cada gramo de almidón consumido) están

metabolizando almidón y triglicéridos (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

75.- Unas fresas en maduración desprenden 40 milimoles de  $\text{CO}_2$  por hora. Suponiendo que respiran consumiendo únicamente ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), ¿Cuántos gramos de oxígeno consumen por día (masa molecular del oxígeno  $\text{O}_2$  32).

76.- Unas fresas en la etapa de maduración consumen 80 milimoles de  $\text{O}_2$  por hora y desprenden 98 milimoles de  $\text{CO}_2$  por hora. Si su metabolismo consiste esencialmente en consumir en respiración glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), ¿a qué velocidad (milimoles/hora) están metabolizando glucosa y ácido cítrico?

77.- Unas fresas en la etapa de maduración consumen 140 milimoles de  $\text{O}_2$  por hora y 15 milimoles de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) por hora. Si su metabolismo consiste esencialmente en consumir en respiración glucosa y ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), ¿a qué velocidad (gramos/hora) están consumiendo ácido cítrico y produciendo  $\text{CO}_2$ ? (masas atómicas: C, 12; O, 16; H, 1).

78.- Unas manzanas en la etapa de maduración muestran un cociente respiratorio de 1,2. Si su metabolismo consiste esencialmente en consumir en respiración glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y ácido málico ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$ ), ¿cuántos moles de ácido málico consumen por cada mol de glucosa consumido?.

79.- Unas uvas se conservan en una atmósfera con bajo contenido de oxígeno en la que consumen 12 g de  $\text{O}_2$  por hora y desprenden 33 g de  $\text{CO}_2$  por hora. Si su metabolismo consiste esencialmente en consumir glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) por fermentación alcohólica y por respiración, se desea conocer cuántos gramos de glucosa por hora consumen en total y producen de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

80.- Unas uvas se conservan en una atmósfera con bajo contenido de oxígeno en la que consumen 0,36 moles de  $\text{O}_2$  por hora y desprenden 0,8 moles de  $\text{CO}_2$  por hora. Si su metabolismo consiste esencialmente en consumir glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) por fermentación alcohólica y por respiración, se desea conocer cuántos gramos de glucosa por hora consumen tanto por fermentación como por respiración (masas atómicas: C, 12; H, 1; O, 16).

81.- Unos frutos de madroño maduran con un cociente respiratorio (QR) de 1,8. Suponiendo que su metabolismo en ese momento consiste esencialmente en degradar hexosas ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) por fermentación alcohólica y por respiración, se desea conocer la proporción en qué están consumiendo hexosas por fermentación y respiración (moles de hexosa consumidos por fermentación/moles de hexosa consumidos por respiración).

82.- En un tejido se encuentra una cantidad de AIA de 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de masa fresca. Si: la densidad del tejido es 1 g/ml, toda la auxina está en citoplasma y este supone un 40% del volumen del tejido; se desea conocer la concentración molar citoplásmica de auxina (masa molecular de AIA: 175,2).

83.- 10 g de hojas jóvenes se mezclan con 1  $\mu\text{g}$  de  $\text{GA}_3$  marcada con  $^{14}\text{C}$  (actividad específica  $10^{14}$  Bq  $\text{mol}^{-1}$ ) y a continuación se extraen las giberelinas totales, se fraccionan y se determina (por cromatografía gaseosa de los derivados metilados) la cantidad recuperada de  $\text{GA}_3$  que fué 1,2  $\mu\text{g}$ , recuperándose una radiactividad de 150.000 Bq. Sabiendo que la masa molecular de la  $\text{GA}_3$  es 279, se desea conocer el % de recuperación de  $\text{GA}_3$  en el procedimiento empleado y la concentración endógena real de  $\text{GA}_3$  en esas hojas.

84.- ¿Que radiactividad específica tiene la auxina sintetizada por un ápice a partir de triptófano suministrado externamente y marcado uniformemente con  $^{14}\text{C}$  con una radiactividad específica de 100 MBq/milimol?

85.- Se suministra a un ápice triptófano marcado uniformemente con  $^{14}\text{C}$  con una radiactividad específica de 100 MBq/milimol. La auxina sintetizada por el ápice tiene una radiactividad específica de 65 MBq/milimol y se forman 130 Bq de auxina por día. ¿En qué proporciones usa triptófano exógeno y endógeno la síntesis de auxina en el ápice? ¿Cuántos moles totales de auxina forma diariamente el ápice?

86.- A un fruto se suministra metionina ( $\text{C}_5\text{O}_2\text{H}_{11}\text{NS}$ ) marcada (radiactividad específica de 70 MBq/mmol) uniformemente con  $^{14}\text{C}$  en todos los carbonos. a) ¿Qué radiactividad específica tendrá el etileno producido a partir de esa metionina radiactiva? Si el etileno sintetizado tiene en realidad una radiactividad específica de 16 MBq/mmol, ¿en qué proporciones dicha síntesis ha usado la metionina radiactiva exógena y la metionina endógena?

87.- Unas semillas ricas en almidón (fórmula aproximada:  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ) y triglicéridos (fórmula media:  $\text{C}_{55}\text{H}_{98}\text{O}_6$ ) muestran un cociente respiratorio de 0,9 durante la germinación. Sabiendo que su metabolismo en esa etapa consiste esencialmente en el consumo respiratorio de ambos componentes mayoritarios, se desea conocer en qué proporción (número de carbonos de triglicéridos por número de carbonos de almidón consumido) están consumiendo almidón y triglicéridos.

88.- Unas semillas ricas en almidón (fórmula:  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ) y triglicéridos (fórmula media:  $\text{C}_{55}\text{H}_{98}\text{O}_6$ ) consumen 48 mg de  $\text{O}_2$  por hora y desprenden 55 mg de  $\text{CO}_2$  por hora durante la germinación. Sabiendo que su metabolismo en esa etapa consiste esencialmente en el consumo respiratorio de ambos componentes mayoritarios, se desea conocer cuántos mg de almidón y cuántos de triglicéridos están consumiendo por hora.

89.- En un momento determinado, el metabolismo mayoritario de unas semillas en germinación consiste en el consumo respiratorio de azúcares en el embrión a la misma velocidad a que se producen en el endospermo a partir de triglicéridos:  $\text{C}_{55}\text{H}_{98}\text{O}_6$ . Sabiendo que las semillas consumen 64 mg de  $\text{O}_2$  por hora, ¿cuántos mg de triglicéridos transforman en azúcares cada hora los endospermos de dichas semillas? (masas atómicas: C, 12; H, 1; O 16).

90.- En un momento determinado, el metabolismo mayoritario de unas semillas en germinación consiste en el consumo respiratorio de sacarosa en el embrión a la misma velocidad a que se produce en el endospermo a partir de triglicéridos ( $C_{55}H_{98}O_6$ ). Sabiendo que las semillas producen 33 mg de  $CO_2$  por hora, ¿cuántos mg de triglicéridos consumen cada hora los endospermos de dichas semillas? (masas atómicas: C, 12; H, 1; O 16).

91.- Unas manzanas en la etapa de maduración muestran un cociente respiratorio (QR) de 1,18. Si su metabolismo consiste esencialmente en consumir en respiración glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) y ácido málico ( $C_4H_6O_5$ ) y sabiendo que consumen 0,05 moles de glucosa por hora, se desea conocer cuántos moles de ácido málico consumen por hora.

92.- Unos frutos de madroño maduran con un cociente respiratorio (QR) de 2. Suponiendo que su metabolismo en ese momento consiste esencialmente en degradar hexosas ( $C_6H_{12}O_6$ ) por fermentación alcohólica y por respiración, se desea conocer: a) los moles de oxígeno consumidos mol de hexosa consumido en total y b) los moles de etanol producidos por cada mol de hexosa consumido en total.

93.- Unas hojas asimilan durante el día 0,055 g de  $CO_2$  y 0,002 g de  $KNO_3$ , formando, entre otras cosas, 0,015 g de almidón ( $(C_6H_{10}O_5)_n$ ). Despreciando otros procesos metabólicos fuera de la síntesis de almidón y sacarosa y de la conversión de  $NO_3^-$  en  $NH_4^+$ , se desea conocer cuántos moles de triosa-fosfato pasan durante el día de cloroplastos a citoplasma y cuántos moles de fosfato libre pasan durante el día de citoplasma a cloroplastos (masas atómicas: H, 1; C, 12; N, 14; O, 16 y K, 39.).