

8.- Describir asfixia.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 19 y 20 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia detenidamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto de los capítulos 19 y 20, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

CAPÍTULO XIX

INTERCAMBIO DE GASES EN PLANTAS.

Entre los traqueófitos no existe un órgano exclusivamente destinado al intercambio de gases que cubra todas las necesidades del organismo; además el transporte de gases entre una y otra porción de la planta es muy reducido, aunque la planta dispone de un sistema de transporte de fluidos bastante elaborado. Por tal motivo, en la planta cada órgano (raíz, tallo, hoja) se encarga de cubrir sus propias necesidades de intercambio gaseoso.

19-1. INTERCAMBIO DE GASES EN RAICES Y TALLOS.

Las necesidades de intercambio gaseoso de las raíces y el tallo no son grandes. La respiración en las plantas, por lo general, se produce a un nivel más bajo que en los animales. La fotosíntesis impone demandas considerables en el intercambio gaseoso, pero las raíces no participan en este proceso. Las raíces cubren sus necesidades de oxígeno por difusión de este gas, desde el aire que ocupa los espacios que dejan entre sí las partículas de tierra. El oxígeno se difunde, en primer término, hacia una lámina de humedad que rodea las partículas de suelo y desde allí hacia los pelos radiculares (prolongaciones de las células epidérmicas de la región apical de la raíz), los cuales están en contacto directo con la mencionada lámina de humedad (fig. 15-1). Del citoplasma de los pelos radiculares el oxígeno pasa por difusión a las demás células de la raíz. El bióxido de carbono, producido por las células de la raíz, sale de ellas por difusión, en dirección contraria.

Las regiones de la raíz de cierta edad que ya se han en grosado no poseen pelos radiculares. Estas porciones de la raíz están cubiertas por una capa protectora de células muertas, denominada corcho. Contienen pequeños poros denominados lenti

celas que permiten el paso rápido de los gases del suelo hacia las células vivas de la raíz, y viceversa.

El suelo saturado de agua no dispone de aire entre sus partículas. Si las raíces de la mayoría de las plantas terrestres se exponen a un suelo de este tipo durante un largo período de tiempo, mueren. Algunas plantas, sin embargo, si -- pueden prosperar en localidades pantanosas y fangosas debido a modificaciones especiales que les permiten sobrevivir. En estos casos, por lo general, las raíces crecen cerca de la superficie del suelo y, por tanto, más cerca del aire, cuyo oxígeno se disuelve en el agua. ¿Es entonces acaso sorprendente que los huracanes derriben con más frecuencia árboles en las regiones bajas húmedas que en las regiones altas expuestas?

Otra adaptación a la vida en sitios pantanosos consiste en la presencia en la raíz y en el tallo de células parenquimatosas laxamente dispuestas. Los espacios intercelulares (el tejido se denomina corteza) están interconectados entre sí y forman un sistema de espacios intercelulares que permite la distribución del oxígeno por el interior del tallo -- (sobre el agua hacia la raíz). Si bien el sistema no es eficiente, al menos permite que las raíces puedan resolver sus necesidades de intercambio gaseoso.

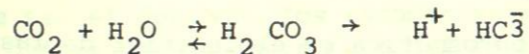
Los tallos perennes y leñosos tienen necesidades moderadas de intercambio gaseoso. Únicamente las células de la región externa (epidermis, corteza, floema, cambium y xilema -- joven) permanecen vivas y, por consiguiente, requieren oxígeno para la respiración. Las células superficiales de la corteza son células de corcho, desprovistas de vida, cuyas paredes están impregnadas de una sustancia cerosa impermeable -- (impermeable también para el aire) denominada suberina. Tanto las raíces adultas como los tallos poseen lenticelas que permiten al oxígeno ponerse en contacto con las células vivas -- del tallo y la salida hacia la atmósfera del bióxido de carbono.

En muchas plantas anuales los tallos son de color verde y casi tan importantes como las hojas en lo referente a la realización de la fotosíntesis. En estos tallos los mecanismos de intercambio gaseoso son bastante similares a los de las hojas.

a) Explique el intercambio gaseoso en raíces y tallos.

19-2 INTERCAMBIO GASEOSO EN LA HOJA.

En el capítulo 4 se examinó de qué manera la estructura de la hoja está adaptada para llevar a cabo su función principal, la fotosíntesis. La fotosíntesis requiere el suministro permanente de cantidades considerables de bióxido de carbono. Necesita además liberar un volumen equivalente de oxígeno -- mientras tiene lugar el proceso. El intercambio de gases se efectúa a través de poros situados en la superficie foliar, denominados estomas. Cuando la hoja fotosintetiza activamente el contenido de bióxido de carbono del aire, presente en los espacios aéreos de la capa de tejido esponjoso, éste decrece por debajo de .03% que es la concentración de este gas en el aire exterior. Como resultado de la diferencia de concentraciones el bióxido de carbono se difunde del aire exterior a través de los estomas hacia el aire contenido en los espacios intercelulares del tejido esponjoso. Allí se disuelve en la lámina de humedad que recubre la superficie de toda célula interior de la hoja. Esto conduce a que la mayor parte de CO₂ forma iones bicarbonato:



Estos iones penetran por difusión en las células de las capas de tejido de empalizada y de tejido esponjoso e ingre--

san al ciclo de reacciones de oscuridad de la fotosíntesis. El oxígeno producido en la fotosíntesis se difunde de las células hacia la lámina superficial de humedad, y desde allí al aire de los espacios intercelulares y, finalmente, de éste al exterior, a través de los estomas.

Por lo general, los estomas se abren cuando la luz incide sobre la hoja en las horas de la mañana y se cierran durante la noche. En un esfuerzo por descubrir de qué manera la luz regula la apertura de los estomas, se han llevado a cabo numerosas investigaciones experimentales. Aparentemente la causa inmediata parece consistir en el cambio de turgencia de las células de guarda. La pared interior de cada célula de guarda es gruesa y elástica. La pared exterior es mucho más delgada. Cuando se desarrolla turgencia en el interior de las dos células de guarda que configuran el estoma, las paredes exteriores delgadas se pandean y obligan a las paredes interiores a arquearse (fig. 15-3) Esto produce la apertura del estoma.

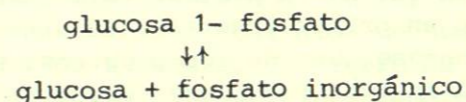
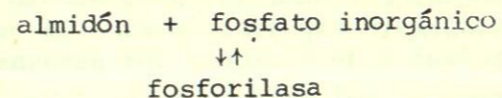
Cuando las células de guarda pierden la turgencia, las paredes interiores elásticas recuperan la forma original y en consecuencia el estoma se cierra.

El desarrollo de la presión de turgencia en el interior de una célula depende del establecimiento de un diferencial de presión osmótica entre la célula y su ambiente.

Cuando la presión osmótica de las células de guarda supera considerablemente a la presión de las células circundantes de la epidermis inferior. Los estomas se abren. Al atardecer, cuando la presión osmótica de las células de guarda decrece hasta llegar a ser aproximadamente igual a la de las células vecinas, los estomas se cierran.

Para que la presión osmótica en el interior de las células de guarda pueda incrementarse, su concentración acuosa debe decrecer con respecto a la concentración de las células que las rodea. Esto significa que debe haber una acumulación de moléculas pequeñas solubles en el citoplasma. Y esto es lo

que parece realmente ocurrir. Durante el día se acumulan moléculas de glucosa y iones fosfato en el interior de las células de guarda, lo cual produce un efecto osmótico considerable. Usted podrá suponer que la glucosa proviene de la fotosíntesis que realizan las células de guarda; las células de guarda poseen cloroplastos en su interior, a diferencia de las demás células de la epidermis inferior. Sin embargo, probablemente ello no constituya la fuente más importante de glucosa. Varios fitofisiólogos han comprobado que en el interior de las células de guarda se acumula cantidad considerable de almidón durante la noche. El almidón es una molécula insoluble de gran tamaño, que no ejerce efecto osmótico alguno. Sin embargo, durante las horas del día la cantidad de almidón acumulada decrece y aumenta al mismo tiempo la cantidad de glucosa producida:



La enzima fosforilasa que cataliza el primer paso de esta reacción también cataliza la reacción inversa. El predominio en uno u otro sentido de la reacción depende de varios factores. Uno de estos factores es el pH del medium. Cuando el pH del medio es 5 prevalece la formación de almidones. Un pH 8 promueve la formación de glucosa 1-fosfato.

Resulta interesante anotar que si se colocan hojas en soluciones con un pH inferior a 6,3, los estomas se cierran. Si se sumergen en soluciones con un pH superior (un pH de 8 parece ser el óptimo), los estomas se abren. ¿Qué factores podrían determinar un incremento del pH durante las horas del día y una caída del pH durante la noche? Recuérdese que cuando el bióxido de carbono se disuelve en el agua, se produce ácido carbónico. Este ácido, por supuesto, hace decrecer el

pH. Sin embargo, como se mencionó anteriormente el contenido de bióxidos de carbono del aire en una hoja en actividad fotosintética decrece. Esto, a la vez, eleva el pH. La teoría, según la cual la cantidad de bióxido de carbono presente es la que regula el pH (y por tanto la apertura de los estomas) es sustentada por el hecho de que si se exponen las hojas a una atmósfera que contenga menos del 0,03% de bióxido de carbono los estomas se abren en la oscuridad.

Así parece que la luz estimula la apertura de los estomas por (1), estimulando la fotosíntesis en la hoja, lo cual a la vez (2), produce una reducción de la concentración del bióxido de carbono del aire contenido en los espacios intercelulares; ello (3), incrementa el pH del citoplasma de las células de guarda, el cual (4), promueve la conversión del almidón en glucosa, lo cual (5), determina la entrada de agua a las células de guarda, por ósmosis, proveniente de las células epidermales vecinas; esto (6), desarrolla turgencia en el interior de las células de guarda y los estomas se abren.

Las estructuras que hacen posible el intercambio gaseoso en las hojas son en primer lugar las células siempre húmedas del tejido esponjoso. Uno de los problemas mayores del intercambio gaseoso en los organismos terrestres, como se expresó anteriormente, consiste en mantener húmedas las células de los tejidos u órganos de intercambio gaseoso, a fin de contrarrestar el efecto desecante del aire. La solución que la hoja ha dado a este problema es típica de todos los organismos terrestres propiamente terrestres. Las células que intervienen en el intercambio gaseoso están encerradas en una cavidad dentro del organismo. El aire es llevado a las células húmedas por medio de los poros situados en la superficie exterior impermeable al agua y a los gases. Las células epidérmicas de la hoja están cubiertas con cutina. Esta sustancia impide la pérdida de agua por parte de la hoja y también que pueda ocurrir un intercambio de gases demasiado intenso. Los estomas regulan la entrada y la salida de los gases al interior de la hoja. Aun las hojas que poseen gran cantidad de estomas (el pepino puede tener 400.000 estomas por aproximadamente seis y medio cm^2) no posee más del 3% de superficie

disponible para el paso de los gases.

El aire no completamente saturado de vapor de agua (100 por 100 humedad relativa) tiende a secar la superficie de las células con las cuales entra en contacto. Por tanto, la hoja durante la fotosíntesis, no obstante sus modificaciones protectivas, perderá cantidades considerables de agua por evaporación. El vapor de agua sale de la hoja (a través de los estomas) durante el proceso denominado *transpiración*. El agua que se pierde por transpiración debe ser reemplazada por el agua adicional transportada del suelo a las hojas por medio de las raíces y el tallo.

En un día caluroso del verano el nivel de transpiración puede sobrepasar la capacidad del sistema radical para reemplazar el agua. Esta situación de emergencia potencial es subsanada mediante un mecanismo autoprotectivo excelente. Si el suministro de agua a las hojas disminuye, las células de la hoja pierden la turgencia. Cuando las células de guarda pierden la turgencia se cierran los estomas. Esto a la vez conduce a un descenso fuerte del nivel de transpiración, con lo cual se mantiene el contenido de humedad adecuado dentro de la hoja. Por supuesto, el cierre de los estomas también conlleva la suspensión del intercambio de bióxido de carbono y oxígeno, de modo que necesariamente el nivel de la fotosíntesis también disminuye.

a) Explique el intercambio gaseoso en la hoja.
