

sión de trabajo. Así como en una industria moderna se han creado obreros que desarrollan actividades muy específicas, en lugar de los antiguos profesionales que eran "totipotentes" en su profesión, en un organismo pluricelular hay, también, en un grado muy elevado, la especialización o diferenciación celular. Pero, como la célula trabaja solamente empleando los recursos de su propia estructura -pues no utiliza herramientas, como los obreros- esa especialización es acompañada de una transformación morfológica, de tal manera que cada tipo de célula especializada en una función, tiene la forma más compatible con la ejecución de su actividad. Así es como, por ejemplo, una célula nerviosa, cuya función es la de transmitir flujos o impulsos nerviosos, tiene la forma de un alambre, en cuanto que las células epiteliales -vegetales o animales- cuya función es de protección, tienen la forma de ladrillos.

Las colonias son reuniones permanentes de organismos unicelulares, o sea, reuniones de células que mantienen sus características de totipotencia. No hay división de trabajo y, por tanto, no existe diferenciación celular. Además, no se observan, en las colonias, relaciones de carácter estructural entre las diversas células que la componen. Sin embargo, esas formaciones tienen un carácter permanente y nunca se encuentra aislado un organismo que normalmente es colonial. Muchas de ellas poseen forma definida y número constante de células.

1.3.2. Tejidos, Organos y Sistemas.

Células diferenciadas, con un mismo tipo de especialización se hallan, en general, reunidas, constituyendo una estructura que se denomina tejido. Hay, pues, en un organismo pluricelular, distintos tipos de tejidos, cada cual desempeñando en el conjunto, un cometido especial: tejidos epiteliales, que tienen la función de proteger la superficie externa de un organismo animal o vegetal, están formados de células epiteliales que, como ya se ha visto, tienen su forma aplanada, como ladrillos; en cambio, los tejidos musculares, que ejercen una función de contracción, para producir movimientos en un animal, son formados de células musculares, de forma alargada (como cilindros o como husos), muy elásticas; y los tejidos conductores de la savia, en las plantas superiores, están constituidos de células cilíndricas, muertas, que han perdido su contenido protoplasmático (restando apenas la membrana de celulosa muy espesada) para asumir la forma de tubos huecos, más compatible con la función de transportar los jugos nutritivos.

Los tejidos, a su vez, componen estructuras más complejas denominadas órganos. Los órganos pueden desempeñar una o más funciones y, además, pueden estar formados de un solo tipo de tejido (como por ejemplo el cerebro de los animales) o de varios tejidos asociados (como una hoja de un vegetal superior). Finalmente, los órganos entre sí pueden estar asociados, constituyendo los sistemas o aparatos, que son definidos como conjuntos de órganos o de partes orgánicas que concu-

rren a un fin. En general son considerados como sistemas los conjuntos más uniformes en cuanto a los tipos de órganos que los constituyen (ej: sistema nervioso; aparato digestivo).

1.4. Nociones de Fisiología General.

La célula, además de unidad estructural es, también una unidad funcional. De la misma manera como un organismo pluricelular completo desempeña una serie de actividades indispensables a su vida, tales como: nutrición, crecimiento, reproducción, etc., cada una de las células, en particular, posee una fisiología propia. La fisiología de un ser unicelular incluye todas esas funciones vitales propias del organismo pluricelular; en cambio, entre las diferentes células que componen un cuerpo pluricelular, existe, como ya se ha visto anteriormente una interrelación y una división de trabajo, lo que puede conducir a la pérdida o atrofia de algunas estructuras y funciones, para permitir un mayor desarrollo o perfeccionamiento de otras. Así es, como, por ejemplo, los glóbulos rojos de la sangre de los mamíferos son células que han perdido su núcleo para permitir un mayor aprovechamiento de su espacio en la conducción del oxígeno o del anhídrido carbónico en la respiración; pero, en consecuencia, ya no tienen la propiedad de reproducirse y, además, tienen una vida mucho más corta. Lo mismo se puede observar en las células conductoras de la savia en las plantas superiores, como ya se ha mencionado anteriormente.

El organismo es un sistema complejo, compuesto de órganos y sistemas integrados, en la realización de actividades indispensables a la formación y desarrollo del organismo mismo, de su mantenimiento y preservación y de su reproducción, como proceso de perpetuación de la especie. Los procesos empleados por las distintas clases de organismos pueden variar mucho, en función del grado de desarrollo estructural que poseen, o del ambiente específico donde deben vivir. Así, las necesidades de protección fisiológica contra la pérdida de agua, en un organismo terrestre, son sensiblemente distintas de las de un ser habitante de aguas dulces o de aguas saladas, y el proceso utilizado en esa protección, por un pez de agua salada es completamente distinto del empleado por un protozoo que vive en ese mismo ambiente. Pero, aunque sean distintos los mecanismos empleados -los cuales dependen de las estructuras existentes- los principios básicos, de naturaleza física y química, son esencialmente los mismos.

La formación y el desarrollo de un organismo depende sobre todo, de la nutrición y respiración; la protección, además de contar con estructuras protectoras, está asegurada por mecanismos fisiológicos de adaptación y de reacción a los cambios del ambiente, los cuales constituyen la propiedad general de la irritabilidad; la perpetuación de la especie, que es el "objetivo final" de las dos actividades precedentes, es realizada a través de los procesos de reproducción.

1.4.1. Nutrición.

Todos los seres vivos deben tener la capacidad de transformar las sustancias obtenidas del ambiente, en sustancias que componen su propio cuerpo. Las dos finalidades principales de ese proceso son: a) obtener material para su autoconstrucción y b) obtener compuestos químicos de alto valor energético potencial para la realización de sus actividades motoras y otras reacciones que consumen energía.

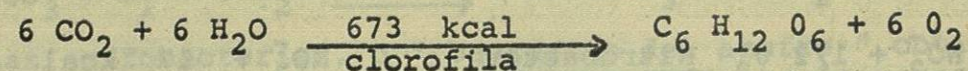
La obtención de moléculas de gran contenido energético constituye el punto neurálgico de la nutrición. Esa obtención puede ser realizada, por los organismos, mediante dos procesos fundamentalmente distintos: el primero, de la síntesis orgánica, o sea, la construcción de las moléculas de alto contenido energético, por el organismo mismo, tomando como fuente de carbón el anhídrido carbónico y, como fuente de energía, la luz del ambiente, o la energía desprendida por reacciones químicas exotérmicas; el segundo proceso, mucho más simple, pero que depende de la preexistencia del anterior, consiste en la toma, del ambiente, de moléculas orgánicas preformadas. El primer camino fué el seguido por la mayor parte de los organismos vegetales; el otro fué preferido por todos los animales.

1.4.1.1. Fotosíntesis y Quimosíntesis en los Organismos Autótrofos.

La transformación de los compuestos de estructura molecular simple en compuestos complejos, de elevado contenido energético, necesita, pues, la introducción de energía. Esa energía puede provenir de dos tipos de fuentes: la luz - caso en que el proceso recibe la denominación de fotosíntesis - o una reacción química paralela a la síntesis y, en ese caso es denominado quimosíntesis.

Los vegetales que poseen el pigmento verde denominado clorofila, incluso todas las algas, se nutren por el proceso de fotosíntesis. La clorofila, como ya se ha visto, está localizada en estructuras especiales dentro de la célula vegetal, denominadas cloroplastos (excepto las algas verdeazuladas que poseen la clorofila distribuida igualmente por todo el protoplasma). Ese pigmento es el único capaz de realizar la transformación de la energía luminosa en energía química. Otros pigmentos que generalmente existen en la célula, como la ficoeritrina (roja), la ficocianina (azul) y varios carotinoides (amarillos o anaranjados) pueden ser responsables por colores distintos de los talos de algas o aún de las hojas de una planta superior, pero están siempre asociados a la clorofila. Esos pigmentos accesorios a veces tienen una función relacionada con la fotosíntesis, como es la de cambiar, por fluorescencia, la calidad de la luz que reciben. Esto tiene mucha importancia en ciertas algas que viven a grandes profundidades, donde no reciben luz de una longitud de onda apropiada para la realización de la fotosíntesis.

En la reacción general de la fotosíntesis, el anhídrido carbónico es extraído del aire atmosférico (o del aire disuelto en el agua) y se combina con el agua, originando glucosa y como subproducto, el oxígeno. En esta reacción, son consumidas 673 kilocalorías (obtenidas de la luz del ambiente) para la formación de cada molécula-gramo de glucosa.



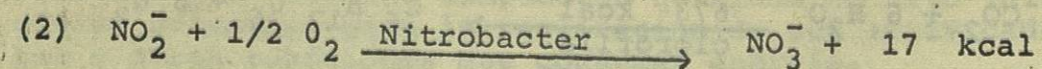
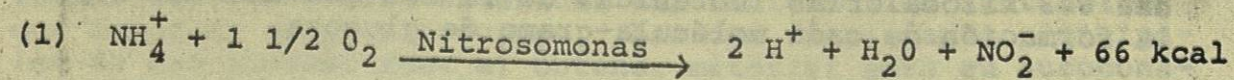
Parte del oxígeno producido en la reacción es consumida por la respiración de la planta y el resto es liberado en el ambiente. Como la reacción de síntesis se hace en mucho mayor proporción que la respiración, hay un saldo de oxígeno que va a enriquecer el aire del ambiente. Sin embargo, aunque la fotosíntesis no puede realizarse por la noche, la cantidad de oxígeno liberada en el período en que la planta recibe luz es suficiente para satisfacer a toda la demanda respiratoria vegetal y animal, durante las 24 horas, sobre la superficie terrestre o en el ambiente acuático. Se puede afirmar, sin embargo, que todo el oxígeno libre existente en la atmósfera terrestre es debido a la actividad fotosintética de los vegetales.

En el ambiente acuático los vegetales sumergidos - principalmente las algas - son los principales responsables de la oxigenación del medio. Sin embargo, la simple aireación a través de la superficie, por el aire atmosférico no siempre es suficiente para la oxidación biológica aerobia de los compuestos orgánicos. Así es como, en las aguas estancadas, donde no hay movimiento del líquido, la fotosíntesis puede tener un papel extraordinariamente importante en la estabilización de los desagues, o de la materia orgánica en general. Por ese motivo, las algas desempeñan función de gran importancia en los fenómenos de autopurificación de los ríos y en los sistemas de tratamiento de desagues por lagunas de estabilización. (Véase Capítulo 6).

Pero, en otro aspecto, la producción fotosintética de materia orgánica puede resultar inconveniente para un agua que es destinada al abastecimiento. El enriquecimiento del agua en compuestos orgánicos puede originar problemas de tratamiento y de calidad de las aguas potables. Problemas de olor, sabor, toxicidad y varios otros pueden ser provocados por ese factor. Además, otros inconvenientes pueden resultar de la fotosíntesis en el agua: el consumo del anhídrido carbónico, por ejemplo, puede llevar a una elevación del pH, así como a la precipitación de carbonatos, etc. fenómenos que serán estudiados con más detalle en los capítulos siguientes.

La quimosíntesis es un proceso de nutrición autotrófica en el cual el organismo se sirve de reacciones químicas exotérmicas como fuente de la energía necesaria para la transformación de los compuestos de estructura molecular simple en compuestos de estructura compleja. Las bacterias más conocidas

das como quimosintéticas son las que se encuentran en el suelo y realizan la oxidación del ión amonio, transformándolo en nitritos (Nitrosomonas) y las que transforman los nitritos en nitratos (Nitrobacter) según las reacciones:

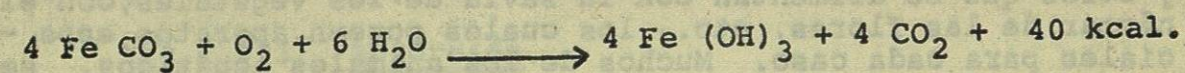


Esas bacterias tienen gran importancia agrícola, en relación a la producción de nitratos que constituyen, en general, la única fuente de nitrógeno utilizada por las plantas superiores. En el tratamiento de los desagües, esas bacterias ejercen un papel muy importante como agentes estabilizadores de compuestos nitrogenados, en el proceso denominado nitrificación, el cual será mejor enfocado en el Capítulo 6.

Ya en 1877-1879, en Francia, Schloesing y Muntz, hicieron pasar desagües por un tubo que contenía una mezcla de suelo arenoso y yeso, demostrando que después de 20 días de experimentos, no salía más amoníaco, en el extremo inferior del tubo, sino que se producía una gran cantidad de nitratos. Esa transformación seguía efectuándose por muchos meses. En cambio, cuando se agregaba cloroformo o agua hirviendo, el amoníaco no sufría ninguna transformación. Sin embargo, los cambios químicos empezaban de nuevo a realizarse cuando, después, de la esterilización, se colocaba una pequeña cantidad de suelo fresco. Esos investigadores adoptaron la denominación de nitrificación para el fenómeno y lo consideraron como de carácter biológico. Otros científicos llegaron, más tarde, a comprobar que el proceso, en realidad, se desarrollaba en 2 etapas y que, efectivamente, tratábase de dos tipos distintos de microorganismos responsables de esas reacciones bioquímicas.

Pero, muchos experimentos infructíferos fueron hechos en la tentativa de aislar las bacterias responsables de ese fenómeno. El método empleado en esas tentativas fué el del cultivo en placas con gelatina nutritiva, recién introducido por Koch, el cual se basaba en una premisa de que todas las bacterias son heterótrofas. En 1890-1891, un joven científico ruso, Winogradsky, resolvió el problema, partiendo de una suposición que revolucionaba algunos de los conceptos fundamentales en bacteriología. Supuso que la oxidación del amoníaco por las bacterias liberaba energías que eran utilizadas por las bacterias en la síntesis de compuestos orgánicos para su nutrición. Así empezó a cultivar las bacterias en medios de cultivo que contenían carbonatos (es decir, reservorios de anhídrido carbónico) como única fuente de carbono. Como resultado, además del descubrimiento de la quimosíntesis, llegó a comprobar que la materia orgánica ejerce un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de las bacterias nitrificantes.

Otras bacterias quimosintéticas, de importancia sanitaria son: las ferrobacterias (Crenothrix, Gallionella, etc.) que oxidan el hierro o el manganeso disueltos en el agua y lo precipitan en forma de hidróxido insoluble, a veces en el interior de una tubería, provocando su obstrucción:



Las sulfobacterias, o "bacterias del azufre" obtienen la energía para su síntesis orgánica, mediante la reacción:



Estas bacterias (Beggiatoa, Thiothrix) pueden vivir en ambientes muy polucionados (pero no anaerobios, a no ser las que son fotosintetizantes, véase Capítulo 6), ricos en hidrógeno sulfurado y precipitan azufre en el interior de sus células en forma de cristallitos visibles al microscopio. Esas, (así como las ferrobacterias) pueden llegar a formar depósitos mineralógicos de importancia económica. Ese proceso no debe ser confundido con la actividad de ciertas bacterias anaerobias heterótrofas "sulfato-reductoras" (Ej: Desulfovibrio) que tienen la capacidad de transformar sulfatos en hidrógeno sulfurado, con la finalidad de obtener oxígeno para su respiración.

1.4.1.2. Nutrición de los Organismos Heterótrofos.

Los organismos heterótrofos necesitan obtener del medio sustancias de estructura molecular compleja, ya formadas, tales como: hidratos de carbono, grasas y proteínas. Sin embargo, el método de nutrición no consiste en una simple incorporación de esas sustancias, pues el organismo no encuentra en el medio exactamente las mismas proteínas y otros compuestos que forman su cuerpo. Es necesario, pues, que las sustancias tomadas al ambiente sean fragmentadas mecánicamente y, después, sus moléculas sean sometidas a la acción química de enzimas especiales para que sean rotas y transformadas en compuestos más simples, como aminoácidos y otros elementos los cuales, pasando al interior de las células, serán, otra vez resintetizadas para formar nuevas moléculas, pero con estructura y composición características del organismo. Ese proceso, en conjunto, recibe la denominación de digestión y puede ser subdividido -aunque sólo desde el punto de vista didáctico y no fisiológico- en distintas fases: toma de alimentos en el medio; reducción mecánica; digestión química y absorción seguida de la eliminación de los desechos.

1.4.1.2.1. Toma de Alimentos y Reducción Mecánica.

El alimento puede ser tomado en forma líquida (solución), en forma de pequeñas partículas o como masas sólidas de mayor tamaño. Para cada una de esas clases de alimentos hay una serie de distintos aparatos de toma que constituyen especializaciones de los diferentes grupos de vegetales y, principalmente, de animales.