

# BIOLOGIA

---

## Importancia biológica de las fermentaciones

(MONOGRAFÍA DEL CURSO DEL PROFESOR CHR. JAKOB)

Si son recientes los estudios y las teorías acerca de los fermentos y las fermentaciones, el uso como alimento de sustancias fermentadas es sumamente antiguo.

Sólo la frase *pan sin levadura* de que hablan con frecuencia los libros sagrados de los Hebreos, prueba que conocían igualmente el pan fermentado, que acaso constituía su principal alimento, pues se trata en el *Exodo* de un pan que debieron consumir sin levadura, no habiendo tenido tiempo de añadirla a la masa antes de la persecución de los Egipcios.

Estos últimos conocían, así como los Hebreos, el pan, el vino y la cerveza obtenida por la fermentación de la infusión de cebada, pero sin lúpulo.

Herodoto cita que los Asirios empleaban un vino obtenido por la fermentación del zumo de palmera.

Los Romanos conocían innumerables especies de vinos y lo que es más, poseían procedimientos ingeniosos para sofisticar las bebidas.

Según cuentan, Aníbal empleó el vinagre, felizmente auxiliado por poderosas puntas de hierro, para disolver las duras rocas de los Alpes (!).

Se trataba sin embargo, de conocimientos empíricos que aprovechaban en la preparación de los alimentos, y se dió el nombre de fermentación (del latín, *fervere*, hervir) al proceso durante el cual algunas sustancias, como el mosto del vino, presentaban cierta efervescencia; pero no buscaron la explicación del fenómeno.

Sólo los alquimistas de la Edad Media tratan de investigar la causa por la cual esas transformaciones se producen, causa a la que había de darse más tarde tanta importancia.

La fermentación que en aquellos tiempos más llamó la atención, fué la alcohólica.

Van Helmont (1650) reconoce que el gas desprendido de las fermentaciones es el mismo que se produce en la respiración animal y en la putrefacción.

Becher después de estudios especiales encuentra que sólo las soluciones que contengan azúcar pueden dar lugar a fermentaciones, y enuncia la idea que fermentación y combustión sean procesos análogos (más Lavoisier agregó a estos dos procesos también el de respiración); al mismo tiempo Le Boe descubre que el anhídrido carbónico en las fermentaciones es debido a la descomposición de materias orgánicas.

Pero sólo con Willis (1659) y con Stahl (1697) encontramos la primera teoría de las fermentaciones (estudiada siempre en la fermentación alcohólica), teoría mecánico-molecular.

En 1815 Gay Lussac estableció la ecuación correspondiente a dicha fermentación ( $C_2 H_{12} O_6 = 2 C O_2 + 2 C_2 H_5 O H$ ), de la cual Lavoisier había afirmado que los únicos productos eran alcohol y  $CO_2$ , tratando de demostrarlo por la igualdad de peso entre el azúcar y los productos obtenidos; pero el resultado favorable que obtuvo se debió a errores de compensación, pues se sabe que además del alcohol se forman productos secundarios: glicerina; ácido succínico, etc. Más tarde Dumas y Boullay demostraron que antes de la separación de la sacarosa debe ésta, por un proceso de hidratación, convertirse en glucosa, pues la primera no es fermentescible.

¿Pero cuál era la causa del fenómeno? ¿A que atribuir la división de la sacarosa?

Leuwenhoek en 1680 había observado que la levadura estaba formada de pequeños corpúsculos que Fabro (1787) consideró de naturaleza vegeto-mineral y que Thenard (1808) encontrón en todas las fermentaciones suponiéndolos seres del reino animal.

Berzelius y Mitscherlick clasificaron las fermentaciones entre los fenómenos catalíticos porque como ya había establecido Lavoisier, el fermento «no daba ni tomaba nada de la ma-

teria fermentescible»; para ellos la acción de los fermentos podía considerarse análoga, a la acción de ciertos cuerpos de la química mineral.

En 1833 surgen dos hipótesis: una planteada por Liebig y sostenida por Gerhardt, según la cual la fermentación era provocada por materias orgánicas en putrefacción; la otra de Cagniardt-Latour y Schwann, que con Ure, Helmholtz, Schoeder, Dusch, Kützing, Quevenne y Turpin atribuían la fermentación a la presencia en los líquidos fermentantes de microorganismos que se introducían por medio del aire, sin los cuales la fermentación no se verificaba.

Mucho tiempo duró la lucha; tanto más que después de innumerables trabajos se llegó a establecer que, si bien es cierto algunas fermentaciones son provocadas por fermentos organizados, hay otras que se producen por sustancias que actúan como verdaderos fermentos, que son solubles en el líquido, que se mantienen lo mismo durante y después de la fermentación, y que no toman la forma de glóbulos como los fermentos organizados.

Los primeros estudios sobre esta clase de fermentos datan del siglo XVI cuando Spallanzani y Reamur pudieron demostrar que el jugo gástrico del estómago tiene en la digestión un verdadero poder disolvente sobre las sustancias protéicas; el primero, introduciendo en el estómago de un ave pequeñas esponjas sujetas con hilos, que luego retiraba y con el líquido de que estaban impregnadas, realizaba digestiones artificiales de albúminas: el segundo introdujo en el estómago de halcones, tubos de vidrio agujereados, llenos de albuminoides, comprobando una vez que estos eran expulsados, que las materias contenidas en su interior habían sido reducidas al estado líquido y transformadas. Esto destruía por otra parte la teoría según la cual la digestión se debía tan solo al trabajo mecánico del estómago.

Así se fueron estudiando diversos fermentos. Kirioff (1814) encontró en la cebada una sustancia capaz de transformar el almidón, y la llamó *maltina*. Leuchs (1831) descubrió el poder sacarificante de la saliva y Miahle (1835) extrajo de ella la *ptialina*. Schwann (1836) demostró la presencia en el jugo gástrico de la *pepsina* que Brüche aisló en 1860.

Así se comprobaba que en animales y vegetales existían compuestos químicos especiales, capaces de provocar desdoblamiento de moléculas complejas.

Con estas nociones Fremy y Boutron hicieron surgir de nuevo la hipótesis de Liebig, mientras Turpin mantenía su teoría vitalista que había de triunfar definitivamente con Pasteur, quien demostró que las fermentaciones eran producidas por el desarrollo de los microorganismos en el líquido fermentescible: «no hay fermentación alcohólica sin que haya contemporáneamente organización, desarrollo y multiplicación de glóbulos, vida continua de los glóbulos ya formados».

Al hacer las experiencias encontró Pasteur que si el sacaromices vive en contacto con el oxígeno del aire descompone mayor cantidad de azúcar, que si está privado de él. |

Esto no debe sorprendernos, porque sabemos que los seres organizados (y entre estos debe colocarse el fermento alcohólico), necesitan para vivir que se le suministre alimentos, que descompuestos en su interior producen la energía necesaria para ejecutar sus funciones, y que cuanto mayor sea el alimento y la energía del organismo, tanto más enérgicos serán sus actos fisiológicos. Uno de estos alimentos es el oxígeno, y es claro que si no puede extraerlo del aire, ha de quitarlo de la substancia en que actúa.

Por eso Pasteur dividió a los bacterios en aerobios y anaerobios, pero debe comprenderse con esto el distinto modo de vivir, pues mientras unos necesitan tomar el oxígeno del aire, a otros les basta tomarlo del medio en que viven.

No se puede pasar en silencio la teoría emitida por Eraübe en 1858 según la cual todos los organismos que producen fermentaciones, segregan una sustancia particular, una encima que es la encargada de descomponer el material. Bernard y Berthelot sostenían la misma teoría, contraria en parte a la de Pasteur y a la división que se había hecho de los fermentos, en fermentos solubles y organizados; pues si estos últimos actúan por medio de una sustancia química, son perfectamente iguales a los primeros, y toda separación entre teoría vitalista y teoría química debe desaparecer.

El reciente descubrimiento de Buchner que pudo aislar la encima del sacaromices llamándola *cimaza* viene a confirmar la opinión.

Se ha podido comprobar la existencia de esa diastasa en el *micrococcus urae* que segrega un fermento que hidrata la úrea; en los microbios de la panificación que segregan fermentos peptógenos, y nada nos impide pensar en la posibilidad de descubrir y separar esos fermentos de los demás microorganismos.

De ese modo se llega a una causa única: *los fermentos son un producto de la actividad celular.*

Según Arthus, cuya hipótesis seduce, la propiedad de las encimas puede explicarse mejor si se las compara con fuerzas imponderables como el calor y la electricidad. Así, tanto los fermentos, como el calor y la electricidad producen fenómenos químicos; los fermentos precipitados en alcohol mantienen todavía su propiedad que aparece cuando se vuelve a poner en solución, pero también el Cl Na precipitado en alcohol almacena cierta cantidad de calor que reaparece cuando se extrae del líquido; como los fermentos se destruyen por ciertos agentes, así una barra de hierro imantada pierde su propiedad magnética si se sumerge en HCl.; como las acciones diastásicas se manifiestan sólo en ciertos cuerpos, así solamente el hierro y el acero pueden ser imantados. Aún más: los fermentos se precipitan sobre la fibrina formando con ella compuestos de los cuales ya no se pueden separar, también los acumuladores eléctricos fijan electricidad.

Se puede recordar la reciente teoría biológica de Wortmann (1902) y sostenida por Delbruch (1903) según la cual debería considerarse como el verdadero significado de la fermentación, la producción de venenos formados por los microorganismos de las fermentaciones, mediante los cuales ellos se libran de los organismos que con su desarrollo podría dañarlos en sus manifestaciones vitales.

Así se preparan un ambiente que puede contener de 10 a 15 % de alcohol; el *micoderma aceti* forma un 4 a 6 % de ácido acético; el *bacilo butírico* origina hasta 1 % de ácido butírico, mientras la acción de los otros organismos se paraliza en líquidos que contienen respectivamente 4 a 10 % de alcohol; de 0,25 a 1 % de ácido acético y alrededor de 0,5 % de ácido butírico.

Según esta teoría regiría también para el microorganismo el «Struggle for life» preconizado por Darwin.

De cualquier manera que se consideren los fermentos podemos aceptar que éstos son un producto de la actividad protoplasmática y que actúan sobre ciertas sustancias capaces de sufrir una transformación.

La característica de estas reacciones es la desproporción existente entre la cantidad del fermento y la de materia transformada, pudiéndose con pequeñas porciones del primero, obtener la transformación de grandes cantidades de la segunda.

Por eso pueden considerarse las fermentaciones como procesos catalíticos.

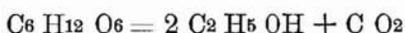
Para que la fermentación pueda efectuarse es necesaria la presencia del agua, y para que el fermento pueda regular y cumplir sus funciones se necesita cierta temperatura.

Los ácidos y las bases tienen acción sobre los fermentos pues 1:10000 de  $\text{Cl}_2 \text{Ca}$  hace dos veces más rápida la coagulación de la leche mediante el fermento Lab, y un poco de zinc, como observó Raulin tiene fuerte acción sobre el desarrollo del *Aspergillus Niger*.

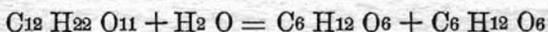
Las sustancias tóxicas como el cloruro de mercurio, el ácido bórico, el ácido salicílico y el alcohol, detienen el fenómeno.

A la acción de la luz directa pierden pronto su actividad lo que es de importancia para la purificación de las aguas por los rayos del sol.

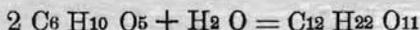
Los fermentos pueden *desdoblar* las sustancias como por ejemplo en la fermentación alcohólica, en la cual se forma alcohol y  $\text{CO}_2$



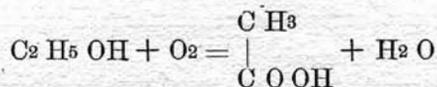
*Hidratar*, como la invertina del sacaromices que transforma la sacarosa en glucosa y levulosa.



o la ptialina que transforma el almidón en maltosa



Otros fermentos *oxidan* y fijan el oxígeno en la substancia fermentescible; en esta categoría podemos colocar el *micoderma aceti* que transforma el alcohol en ácido acético.



En fin otros *coagulan* tales como el fermento Lab del jugo gástrico que tiene acción sobre la leche.

Al estudiar la Energética vital hemos visto que los seres orgánicos se diferencian de los que no lo son, sobre todo por la división del trabajo.

Mientras el viento actúa con la misma fuerza, la misma regularidad en todas sus partes, una gota de agua es igual en toda su extensión, lo orgánico no sólo cambia constantemente, sino que cada una de sus partes se dedica a un trabajo especial.

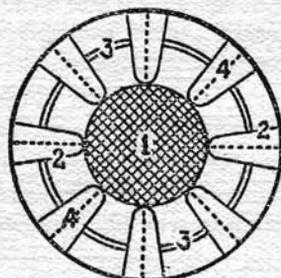
Lo inorgánico es macizo, uniforme y sus efectos se suman; lo orgánico es diferenciado, vario y sus efectos se multiplican dando como resultado la función vital.

Así cada parte del protoplasma tendrá a su cargo una función especial; una tendrá sobre sí la tarea del movimiento, otra de la nutrición, otra de la regularización y del mando, y otra por fin de la transmisión de esos mismos caracteres a sus descendientes.

Según esto, podemos considerar todo el protoplasma formado de *Kinetoplasma*, energía del movimiento, constituido por el mioplasma; el *Trofoplasma*, energía del calor, formado por el granoma de la célula; el *Neuroplasma*, energía nerviosa concentrada en el filoma y finalmente el *Germanoplasma* o energía reproductora.

Así en un esquema funcional, podríamos representar las cuatro funciones vitales del protoplasma.

## Esquema funcional del protoplasma



1, Germinoplasma; 2, Neuroplasma; 3, Kinetoplasma; 4, Trofoplasma

Los dos primeros factores (Kinetoplasma y Trofoplasma) son individuales y son fundamentales pues sin ellos no hay vida; los dos últimos son sociales, es decir que ponen al ser en relación con los demás seres ya sea en forma directa por medio de la psiquis, o indirecta por medio de la herencia.

Lo que nos interesa para comprender la actuación de los fermentos es el estudio del Trofoplasma.

Está formado (así como también el Kinetoplasma, el Neuroplasma y el Germinoplasma) por dos fuerzas antagónicas, por dos factores: uno positivo y otro negativo, por un proceso analítico y uno sintético; en una palabra de una constante construcción seguida por una perpetua destrucción. El equilibrio de estas dos fuerzas nos da la vida; una sola conduce a la muerte.

En todos los fenómenos vitales hay dos fases que parecen opuestas una a otra, y que nos conducen a un concepto dualista de la vida.

La asimilación sería inútil si no siguiera luego el proceso de desasimilación.

Los fermentos sin las encimas carecerían de valor. El organismo no puede asimilar las sustancias tal cual le llegan del exterior; debe hacerlas sufrir un proceso, una fragmentación (cual si se tratase de una piedra que es necesario dividir) para poder llegar así a formar parte de sus propios tejidos; este proceso recibe el nombre de digestión.

Es este un poder que sólo tiene la sustancia orgánica. Una piedra se unirá a otra pero no podrá hacerla variar, «un la-

drón quedará para ella siempre tal; el organismo en cambio asimila a un ladrón para convertirlo en honrado».

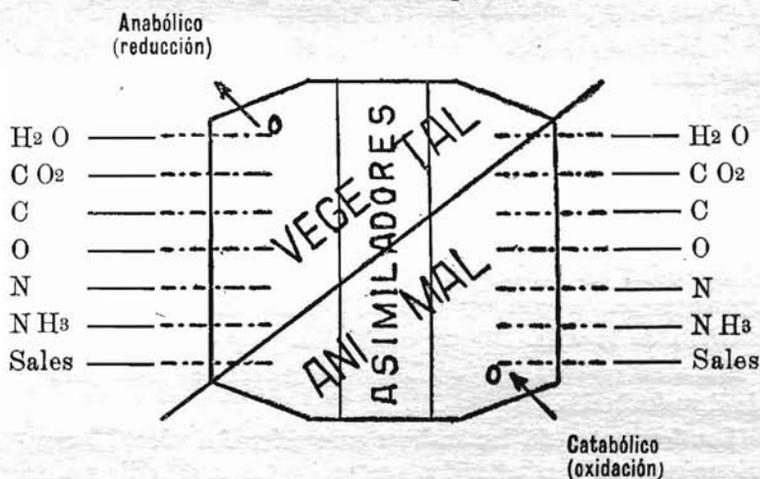
Estas transformaciones que de continuo se hacen en los organismos vivos se deben a los procesos fermentativos.

El hombre es lo que es, debido a sus fermentos y encimas, capaces de captar las energías que le llegan del exterior, analizarlas y combinarlas de nuevo.

Tal vez por eso los antiguos decían «Homo est quod edit», «el hombre es lo que come», atendiendo sólo a un fenómeno exterior, como lo era la alimentación, en la imposibilidad de comprender el proceso interno; hoy dirían con más propiedad «Homo est quod asimilat», «el hombre es lo que asimila», pues es esto lo esencial.

El intercambio del material energético se efectúa en el organismo por un proceso llamado «metabólico» (dar vuelta) que es el que da la energía calórica, pues las sustancias se queman durante él.

### Metabolismo orgánico



Se divide éste en dos fases: La primera anabólica, sintética, reductora, pues extrae el oxígeno; la segunda catabólica, analítica y oxidante, pues se apodera del oxígeno para quemarlo.

Por este proceso entra en el organismo H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, sales, etc., que se combinan, se transforman por medio de los fer-

mentos y encimas y vuelven a salir del organismo; se establece así un ciclo cerrado donde hay un constante recambio de energía.

Donde se tocan estos dos procesos, el anabólico y el catabólico, tenemos el problema vital.

En este proceso se produce calor que es necesario para que puedan actuar los fermentos. La pepsina por ejemplo, no actúa sobre la albúmina a baja temperatura.

Son de gran importancia en estas reacciones las sustancias coloides; encimas regularizadoras que permiten efectuar, a la temperatura del cuerpo humano, procesos que necesitarían, sin ellas, una temperatura de 3000°.

El proceso anabólico es mayor en los vegetales que en los animales; por eso se ha llegado a establecer que las plantas hacen síntesis y los animales análisis, cosa que es cierta sólo en grados, pues si bien es cierto la planta efectúa más síntesis que análisis, el animal hace síntesis también; sólo que las efectúa de sustancias ya elaboradas y por lo tanto más complejas.

Las transformaciones que se efectúan en la planta se deben a la clorófila, especie de placa sensibilizada, que tiene mucha analogía con la hemoglobina de la sangre, por su poder de formar con el oxígeno una combinación inestable.

Las partes verdes de la hoja absorben  $\text{CO}_2$  del cual extraen el carbono necesario para la elaboración de todos sus productos ternarios: almidón, celulosa, azúcar, etc. Por otra parte sus raíces absorben además del  $\text{H}_2\text{O}$  los nitratos que una vez incorporados dan el nitrógeno necesario a la síntesis del protoplasma vegetal.

Así, para formar el almidón por ej.  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$  tiene como materia prima el  $\text{H}_2\text{O}$  y el  $\text{CO}_2$  y bajo la acción de los rayos solares, principalmente los verdes y rojos, la clorófila tiene poder fermentativo, se apodera del oxígeno y luego, en el momento necesario, lo deja en libertad (particularidad de los fermentos).

El  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$  forman  $\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O H} \\ = \text{O} \\ \diagdown \text{O H} \end{array}$  que es compuesto inestable al cual la clorofila extrae O y queda  $\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{H} \\ \diagdown \text{OH} \end{array}$  el formol, que tiende a polimerizarse y con seis moléculas da:





Son sustancias adaptadas a una sola función; una vez que han actuado se vuelven inactivos, posiblemente vuelven a separarse el fermento y la kimasa y mueren por histeresis (envejecimiento de los coloides).

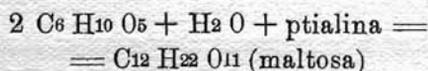
¿En qué forma nos debemos imaginar el trabajo de estas sustancias?

No es tan solo un fenómeno químico como pasa, por ej., en la unión de Cl y Na para formar Cl Na, sinó que ellos dominan el proceso, acelerando el tiempo de reacción: son como martillos al compás de cuyos golpes la molécula se divide, se disgrega, cede en sus articulaciones, pues sabemos que está predestinada y se dividirá en las partes preestablecidas. (La albúmina, por ej., se dividirá en donde está el S y el Fe.)

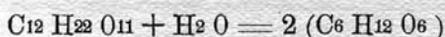
En el vegetal la transformación de las sustancias recibe el nombre de *tesis* y tenemos así: la *sacarotesis*, transformación de los azúcares; la *proteotesis*, la de las albúminas; la *lipotesis*, de las grasas.

En el animal esas mismas sustancias varían por procesos analíticos en vez de sintéticos, y tendremos, la *proteolisis* (albúmina), *sacarolisis* (azúcares), y *lipolisis* (grasas).

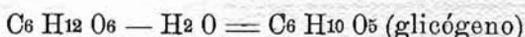
En la *sacarolisis* intervienen las *diastasas*, por ej.: la ptialina de la saliva.



que luego por la diástasa del jugo intestinal se transforma en glucosa.



Luego se deshidrata en el hígado dando el glicógeno



La *lipolisis* se debe a fermentos llamados *lipasas* como la lipasa del pancreas que emulsiona las grasas y las desdobra en ácidos grasos y glicerina.

La *proteolisis* por fin, la transformación de la albúmina, se debe a las *protasas* como por ej., la pepsina del estómago

que, una vez que la albúmina ha sido algo disuelta por el HCl actúa y transforma a ésta en albumosas, peptonas, lencinas y tyrosinas.

Cuando se han producido en el organismo los procesos *líticos* se produce en el intestino la reabsorción.

Aquí tenemos que aceptar la intervención de otros fermentos: las *encimas*.

Algunos no hacen distinción entre *fermento* y *encima*; pero damos el nombre de *fermento* a aquellos cuerpos químicamente no conocidos aún, que intervienen en la digestión en forma analítica.

Las *encimas* en cambio hacen la síntesis, la auto-asimilación.

Llegamos de nuevo a un concepto dualista, el *fermento* analítico, la *encima* sintética.

Una vez que las sustancias alimenticias, simplificadas en el transcurso de la digestión pasan a la sangre, ya no encontramos en ella peptonas albumosas, glicerina, ácidos grasos, sino que encontramos albúmina y grasas que se han reconstituido bajo la acción de las encimas.

Pero no será albúmina vegetal la contenida en el plasma sanguíneo del hombre, sino albúmina animal, aún más, de vertebrado, de mamífero, de hombre, de *un* hombre determinado.

Así el hombre debe su naturaleza a la calidad de sus fermentos y encimas adaptadas a sus funciones y convirtiendo las sustancias en algo propio, personal.

Cuando se hace un proceso de desasimilación, es decir, cuando respiramos (respiración molecular, para distinguirla de la respiración pulmonar que es sólo una fase del proceso) necesitamos también la intervención de las encimas.

Por medio de la respiración el O es llevado al aparato respiratorio donde se produce la oxidación y se devuelven al ambiente les productos quemados.

Este proceso necesita la presencia de la hemoglobina que con el O no forma un óxido como el nombre de oxihemoglobina parece indicar; si así fuera, no se desprendería, cuando la ventaja para el organismo está precisamente en que los glóbulos rojos de la sangre puedan fijar el O para llevarlo y depositarlo en el órgano que lo necesite.

La unión del O con la hemoglobina se debe también a las encimas.

Al llegar la sangre al órgano cede su O según éste lo necesita y las *oxidadas* y las *catalasas* (encimas) son las encargadas de este proceso.

Si debe oxidarse el órgano, se presentan las *oxidadas* que fijan el O; si éste no se necesita, allí están (como los temibles monstruos de los cuentos de hadas guardando la entrada de la gruta, donde está la princesa prisionera), las *catalasas*, centinelas vigilantes, para detener el O que quiere penetrar.

Si el organismo está enfermo es porque están mal distribuidas las *oxidadas* y las *catalasas*.

Resumiendo, tenemos: que en el Trofoplasma animal intervienen dos procesos: uno analítico; otro sintético; formados por fermentos y encimas cuyo conjunto nos da la vida.

---

Los bacterios constituyen también una fuente constante de fermentaciones, que el individuo aprovecha ya sea directa o indirectamente.

Forman éstos el reino de los protistas, punto de discordia entre los sabios que no llegan a clasificarlos definitivamente.

¿Son animales o plantas? He aquí el problema que aun está por resolver, pues mientras unos afirman que son animales, otros se colocan entre los vegetales inferiores del grupo de las criptógamas, en la familia de las plantas sin clorófila, los hongos.

La dificultad está en que estos organismos se comportan como verdaderos animales y tienen en cambio una organización vegetal.

Pero poco importa a la Biología lo que son: lo que le interesa es su energética.

Sabemos que estos seres inferiores se encuentran inmensamente difundidos en la superficie de la tierra; sabemos que en cualquier sustancia, en cualquier líquido, con tal que reúna las condiciones necesarias para el cumplimiento de sus

funciones vitales, se desarrolla. ¿Cómo nacen? ¿Por qué pueden desarrollarse en un lugar en el cual precedentemente una investigación minuciosa no nos revela la presencia de los gérmenes?

He aquí una cuestión largamente discutida y que ha dado origen a la teoría de la generación espontánea, admitida no sólo para los microorganismos, sino también para los seres superiores.

Así, por ejemplo, se había observado que la carne expuesta al aire se llenaba de gusanos, y se creyó que la carne originaba el gusano.

El primero que atacó esta teoría fué un italiano, Redi, demostrando que los gusanos eran larvas que tenían su origen de los huevos depositados allí por las moscas.

Pasteur fué quien pudo, por medio de experiencias célebres que todo el mundo conoce, comprobar la falsedad de la teoría, y demostrar que es en el aire donde se encuentran los esporos y gérmenes, que en condiciones favorables germinan.

Que los microorganismos no se forman por generación espontánea, lo demuestra también el hecho que los líquidos orgánicos extraídos directamente de los órganos que los contienen, con precauciones especiales de modo que no estén en contacto con el ambiente externo y no puedan así recibir ningún germen, permanecen inalterables.

En tales condiciones la sangre no coagula, la orina no manifiesta indicio de putrefacción, la leche aun después de dos años permanece inalterable.

Recientes estudios de Nocard, Porchet y Desaubry, han demostrado empero que en realidad no sucede siempre así, pues especialmente después de la digestión, los tejidos y las secreciones animales pueden contener los gérmenes provenientes de las vías digestivas.

Pero no es sólo el aire el vehículo de los microorganismos, ni es tal vez el más importante, porque las aguas, el terreno, las plantas, tienen ciertamente una influencia preponderante.

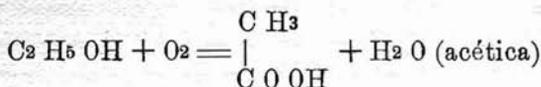
Se puede considerar el proceso fermentativo como la manera de vivir del individuo.

En el hongo los procesos de asimilación y desasimilación están unidos, y hemos visto que estas dos funciones no son más que respiración; luego *fermentar es respirar*.

Podemos clasificar las fermentaciones en *parciales* y *totales*.

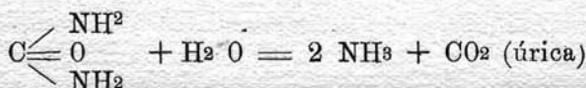
Las primeras, entre las cuales contamos la fermentación alcohólica, su continuación, la acética; la láctea y su complemento la butírica; la celulósica; la cítrica; etc., en que las sustancias se transforman en otras, pero no en productos últimos, como pasa en las fermentaciones totales, cuyo tipo es la fermentación pútrida y la úrica.

Así en la primera tendríamos:



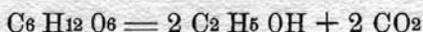
vemos que se ha formado un cuerpo tan complejo como el primero.

En la segunda tendríamos en cambio



que son cuerpos que ya no pueden descomponerse más y que pueden ser aprovechados por los vegetales.

La *fermentación alcohólica* es un proceso vital producido por un hongo superior; el *saccharomyces* (*saccharomyces cereviciae*, para la cerveza; *saccharomyces vinae*, para el vino) quien gasta las energías de la glucosa respirándola.



El anhídrido carbónico sale al exterior en forma de burbujas y el alcohol etílico sigue formándose hasta que llega a la saturación; entonces se detiene el proceso, pero no bien se ha evaporado parte del alcohol, vuelve a comenzar el trabajo, hasta una nueva saturación alcohólica.

De este modo hay en el interior del líquido un constante movimiento energético.

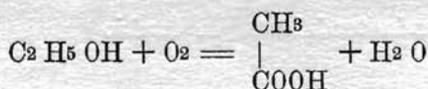
Son necesarios para que la molécula de azúcar se desdoble,

dos procesos; uno por medio del cual la sacarosa se convierte en glucosa, lo que se debe a la *cimaza*, y el otro que convierte la glucosa en alcohol y anhídrido carbónico.

Pero no son estos dos únicos cuerpos los que se forman, como había querido ver Lavoisier, sino que al mismo tiempo se obtiene glicerina, ácido succínico, celulosa, etc., haciendo la fermentación más compleja.

Desde el punto de vista cuantitativo tienen muy poca importancia estos productos secundarios, pues se producen en ínfimas cantidades, pero su acción sobre el gusto y el olfato es decisiva.

La *fermentación acética* es una continuación de la alcohólica, donde se introduce una nueva oxidación. Se debe a un fermento especial (pues cada fermentación tiene su fermento específico el *micoderma aceti*, el cual toma el oxígeno del aire y oxida el alcohol.



La *fermentación láctica* se produce en la lactosa o azúcar animal (C<sub>6</sub> H<sub>12</sub> O<sub>6</sub>), por el bacilo láctico, y la transforma en ácido láctico que es una combinación ácido-alcohólica.



se obtiene además, aldehidas, anhídrido carbónico, alcohol, etc.

La producción de ácido láctico es de suma importancia en el intestino, pues lo mantiene en estado de asepsia, y es indispensable sobre todo en el período de nutrición de los niños.

Metchnikoff basándose en estas observaciones ha llegado a establecer una teoría según la cual, si el hombre se muere, es por falta de ácido láctico. «Si se pudiera producir en el organismo ácido láctico en una forma continua», dice, «el hombre viviría siempre».

Pero este concepto es exagerado, porque considera la vida dependiendo de un solo factor, cuando son necesarios muchos, que seguramente llegarían a faltar; en último caso sería el desgaste de los órganos lo que produciría la muerte.

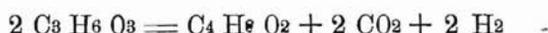
El bacilo láctico puede penetrar en el organismo, pues el HCl del estómago que neutraliza casi todos los bacterios, no tiene influencia ninguna sobre él y puede libremente llegar al intestino.

Hay en esta resistencia debida probablemente a un antifermento segregado por el microorganismo con el fin de neutralizar el HCl, un beneficio para el organismo.

La *fermentación butírica* se debe también a la acción de los microorganismos: el *bacillus butyricus* o el *clostridium butyricum* Brazmowsky. En este caso no es un solo bacilo como sucede en la fermentación alcohólica, sinó que son muchos y pueden producir el ácido butírico de diversas sustancias.

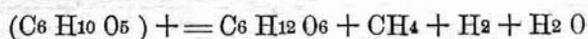
Es un bacterio anaerobio, que puede vivir tanto en ambientes neutros como ligeramente ácidos o alcalinos.

Si actúa en el ácido láctico, se obtiene el ácido butírico (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>) probablemente según la ecuación:



*Fermentación celulósica.* La celulosa (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>x</sub> entra en la composición de los pastos de que se alimentan los animales herbívoros, los cuales no tienen fermento apropiado para asimilar dicha sustancia. Debe pues entrar al organismo, y no ser neutralizado por los jugos gástricos, algún bacilo que se encargue de dicho trabajo.

De esta manera se transforma en azúcares que pueden ser aprovechados y de gases y H<sub>2</sub>O que salen al exterior.



*Las fermentaciones totales* descomponen a la materia en sus últimos elementos.

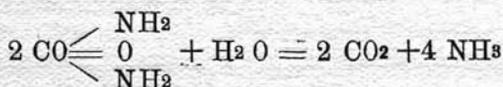
*La fermentación pútrida* es la única que devuelve al medio ambiente todos los elementos que han entrado en acción durante el proceso fermentativo (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>) utilizando toda la energía de la materia.

Considerada biológicamente la fermentación pútrida es de suma importancia, y necesita para poder producirse la presencia del H<sub>2</sub>O.

En la úrea por ejemplo — primer cuerpo orgánico que fué compuesto artificialmente por Wölher en 1828 — se produce una fermentación total.

La orina que apenas segregada del organismo animal tiene reacción ligeramente ácida, adquiere después de algún tiempo de exposición al aire, reacción alcalina.

Tal fenómeno tiene como causa la descomposición hidrolítica de la úrea, debida a un microorganismo, el *bacillus ureae*, que transforma a ésta en productos inorgánicos.



La purificación de las aguas se debe también a un proceso fermentativo. Sabemos que en la superficie de éstas se acumulan los residuos orgánicos, y que los rayos del sol se encargan de purificarla; pero no pasa así en las capas más profundas donde no llega la luz.

Toda esa materia en suspensión atrae numerosos microorganismos, crustáceos amibas, infusorios, etc., que reciben el nombre genérico de *Pancton*, que buscan allí su alimento, transformando las sustancias orgánicas en sales y nitritos que van al fondo de las aguas, y en gases que se esparcen por la atmósfera.

Vemos así como las mismas sustancias se nos presentan en forma más o menos compleja.

Estos productos últimos de las fermentaciones totales, los encontramos en el vegetal que los aprovecha y los transforma; pasan luego al animal que los quema, y cuando salen son descompuestos de nuevo en material inorgánico como  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ , para volver a comenzar el mismo ciclo vital.

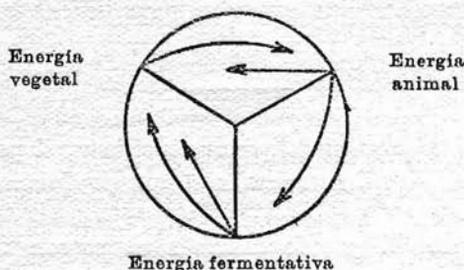
Podemos pues establecer biológicamente tres reinos, cada uno de los cuales realiza una función especial.

El reino vegetal se encarga de la asimilación (anabolismo); el animal de la desasimilación (catabolismo) y los potistas tienen a su cargo el importante papel de las fermentaciones.

Sabemos que los vegetales son los que preparan los elementos sintéticos para la nutrición de los animales quienes a su

vez se encargan de restituir al ambiente las energías tomadas de los vegetales.

Pero queda una cantidad de energía que no puede ser devuelta y este material es aprovechado por la energética fermentación que proporciona gran parte de los elementos necesarios para la asimilación.



Vemos que estos procesos forman un sistema porque ninguno podría existir sin la ayuda del otro; tan importante es para el mundo la actividad del hombre como la de un ser microscópico, tanto más que para suplir su pequeñez se halla en cantidades considerables.

Si todo se transforma, ¿qué se debe hacer con el cadáver humano? ¿Cuál es la mejor forma de aprovechar las energías que quedan aun en él?

Se conocen tres métodos que son: la inhumación, la momificación y la incineración.

Desde luego el primero es el más económico y tal vez por eso es el que impera; pero biológicamente es inaceptable, porque como todo proceso de putrefacción necesita la presencia del agua, el cadáver depende de la humedad del terreno, sufriendo un proceso sumamente lento que redundaría en perjuicio de la higiene.

La *momificación*, posible en lugares secos, no tiene objeto sino es para conservar el cadáver con fines científicos.

La *incineración*, biológicamente, es la que se impone, porque restituye al ambiente por un proceso rápido, todo el material aprovechable.

El fisiólogo alemán Bunge se oponía a la incineración diciendo que el nitrógeno no era asimilable y por lo tanto el proceso era anti-biológico.

Pero estudios recientes han descubierto que hay organismos especiales que atraen el N y combinándolo con el O y el H lo transforman en nitratos. Ciertas plantas leguminosas tienen en sus raíces tubérculos formados por esos bacterios nitrificantes.

También el N de la atmósfera, bajo la acción de la electricidad se transforma en nitratos y nitritos que pueden ser utilizados.

---

Numerosas sustancias de que nos nutrimos, el pan, el queso, el vino, el vinagre, la cerveza, etc., son productos de las fermentaciones.

El pasto para el ganado debido a un proceso fermentativo se transforma en los silos en material gustoso y alimenticio.

Son pues los fermentos en general y en particular los de la putrefacción, los que tienen por objeto mantener perenne la vida en la superficie de la tierra, concurriendo con su acción al cumplimiento del ciclo vital de la materia.

Por otra parte los fermentos de la digestión, aparecen y cumplen su acción en todos los actos de la vida animal y vegetal, tanto que sin ellos sería imposible cualquier acto de asimilación y desasimilación.

Es por medio de los fermentos que la carne, la leche, la albúmina, el almidón, alimentos tan generalmente usados, sufren una transformación que los hace utilizables; es por ellos que en la germinación de la cebada, la celulosa se hace soluble, el almidón se transforma en maltosa; por ellos se hace posible la utilización de los materiales de reserva contenidos en órganos especiales de las plantas, indispensables en el momento de florecer o de fructificar, cuando ésta necesita más energía.

Los fermentos son los que producen calor y es de este calor que los organismos encuentran la energía que necesitan.

He aquí el secreto de la constante juventud de la naturaleza.

*Herminia M. Blengino.*

Junio de 1916.