

## TRABAJO "EN EQUIPO" DE LAS BACTERIAS EN LAS TORRES DE FERMENTACION (1)

*Las bacterias de metano no producen el biogás por sí solas*

*—Nuevas posibilidades de aplicación tecnológica—*

Bien puede decirse que no tiene nada de nueva la posibilidad de transformar los residuos animales y vegetales, bajo condiciones anerobianas, en gas, con el que puede incluso alimentarse una calefacción. Pero desde hace poco es posible cultivar en el laboratorio estos organismos, extraordinariamente sensibles. Microbiólogos y bioquímicos los han estudiado con todo detenimiento, comprobando que las llamadas "bacterias del metano" no tienen con los demás microorganismos más que un parentesco lejano y que el biogás lo producen en colaboración con otros grupos de bacterias. Estos descubrimientos constituyen la base de una serie de nuevas posibilidades de aplicación tecnológica del biogás. Sobre el estado de la investigación y del desarrollo en relación con este tema informó no hace mucho el doctor Schobert, del Instituto de Biotecnología del Centro de Investigaciones Nucleares de Jülich, en la revista "Umschau in Wissenschaft und Technik" (3/81).

El biogás se forma en la naturaleza a partir de los residuos animales y vegetales, siempre que el oxígeno brille en la reacción por su ausencia. Esto ocurre, por ejemplo, en las zonas pantanosas y en el estómago de los rumiantes, así como también en las torres de fermentación de las estaciones depuradoras. El componente más importante del biogás es el metano, que se forma sobre la base de ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno de las bacterias del metano.

Estos microorganismos, tan poco estudiados durante largo tiempo, se distinguen por una serie de características de las bacterias "clásicas". Las paredes y membranas de sus células tienen una estructura química distinta, habiéndose encontrado nuevas sustancias en el interior de las células. Un gran número de otros rasgos característicos ha dado lugar a que sean clasificadas dentro del grupo de las "arqueobacterias". Se trata de un grupo de microorganismos que en la evolución filogenética de los seres vivos se desgajaron del tronco de las demás bacterias. Estas bacterias existían ya en la atmósfera originaria, donde encontraban condiciones de vida ideales, ya que carecía de oxígeno, pero no de hidróge-

no y de carbono. Hoy no pueden existir más que en el caso de que otros organismos anaerobios hayan consumido ya el oxígeno.

Pero las bacterias del metano no están por sí solas en condiciones de transformar en biogás los residuos agrícolas y las aguas residuales, ya que el material orgánico de partida está integrado por compuestos tan complejos como los hidratos de carbono, las proteínas y similares y tiene que ser fraccionado primeramente paso a paso, antes de que las bacterias metanógenas, especializadas en el dióxido de carbono, el ácido cítrico y el hidrógeno, puedan comenzar su labor. Por eso, un gran número de microorganismos diferentes trabajan como "en equipo".

Un primer grupo de bacterias —entre las que figuran, por ejemplo los clostridos o bifidobacterias— fracciona los compuestos como la celulosa, el almidón, las proteínas o las grasas en fragmentos menores tales como los azúcares, los aminoácidos, la glicerina y los ácidos grasos y los fermenta. Fraccionar por último estas sustancias para convertirlas en componentes del metano es tarea que incumbe a un segundo grupo de bacterias: las acetógenas. Entonces es cuando pueden comenzar a desarrollar su actividad las bacterias del metano. Entre los dos grupos se da toda una serie de relaciones y efectos recíprocos. Así, por ejemplo, las bacterias del metano constituyen para las acetógenas una especie de "recogida energética de basuras", ya que se encargan de que el hidrógeno producido sea retirado rápidamente para que no se convierta en un obstáculo para el metabolismo. Si el primer grupo produce demasiados ácidos de fermentación, ello altera la labor de los dos otros grupos, muy sensibles a los ácidos, lo que da lugar a una retención de ácidos en las torres de fermentación, fenómeno que se conoce con el nombre de "reacción agria".

No obstante la compleja actuación conjunta, el proceso de transformación puede utilizarse con relativa facilidad en el tratamiento de cienos de decantación, residuos agrícolas y

(1) Tomado de: "Novedades Científicas Alemanas". Vol. XIII. No. 3, 1981.

determinadas aguas residuales. El gas puede acumularse, transportarse y utilizarse lo mismo que el gas natural. El cieno residual representa una biodización rica en nitrógeno y minerales. No sólo para los países del Tercer Mundo, que pueden producir de esta manera fertilizantes y combustibles, sino para la industria moderna cobra una importancia creciente la llamada biometanización. Residuos peligrosos, como los de la industria alimentaria y de fermentación, pueden ser sometidos así a un tratamiento no contaminante y ahorrador de energía.

Se aspira a mejorar la tecnología de la obtención de biogás, para lo que la Comunidad Alemana de Investigación Científica presta su apoyo al programa prioritario "Bacterias metanógenas".

Una de esas mejoras la constituye, por ejemplo, la reacción "upflow". En ella, las sustancias de partida no se mezclan —como era hasta aquí habitual— de tal modo que las bacterias pueden proliferar considerablemente en determinadas zonas. Ello motiva el que las tasas de transformación, la producción de gas y la resistencia sean diez veces mayores que en las plantas tradicionales. Si además se hace que actúen en reactores separados las bacterias del primer grupo y las de los otros dos grupos, existe la posibilidad de controlar más fácilmente la totalidad del proceso, pudiendo utilizarse aguas residuales hasta una temperatura de 60 grados centígrados sin necesidad de refrigeración. Si no se usa el biogás como gas de calefacción, puede transformarse en metanol y utilizarse en la producción de plásticos o como aditivo de los carburantes del automóvil. Científicos norteamericanos interrumpen el proceso de metanización y obtienen así como producto intermedio ácidos orgánicos que se transforman en hidrocarburos.

*Petra Niesbach*

### *Stress en la Fotosíntesis.*

También las plantas son susceptibles de padecer stress. La escasez de agua, la influencia de la sal, las temperaturas extremas y las sustancias tóxicas ambientales obstaculizan su fotosíntesis, ese proceso de transformación por el que en las partes verdes de las plantas se produce, con la ayuda del sol, dióxido de carbono y agua, la llamada biomasa. Tanto las lesiones derivadas del stress como la adaptación —posible dentro de ciertos límites— a las condiciones extremas afectan en primer lugar a las membranas celulares. Las relaciones recíprocas entre las propiedades de las membranas celulares y algunos procesos parciales de la fotosíntesis, particularmente sensibles, son, por eso, objeto de investigaciones que, promovidas por la Fundación Volkswagenwerk, se realizan bajo la dirección del profesor Ulrich Heber, titular de la Cátedra I de Botánica de la Universidad de Würzburg. Se abriga la fundada esperanza de que puedan seleccionarse de tal forma las plantas e influir sobre ellas para que alcancen una productividad elevada, incluso bajo condiciones extremas.

### *Matemáticas de la orientación de los ciempiés.*

*Una "calculadora interna" trabaja con la función senoide  
Rumbo seguro pese a tantas patas.*

Algunas especies de ciempiés llegan a tener no menos de 300 pares de patas. Pero no sólo estas auténticas "columnas de marcha" se mueven con una sincronización perfecta, sino que el rumbo de andadura, a menudo serpenteante, de tantos pares de patas es controlado constantemente por un sistema interior de cálculo y se mantiene también incluso en aquellos casos en los que se carece de puntos exteriores de referencia que señalen una orientación. El hecho de que esa "computadora de orientación" no sea una incógnita —al menos para quienes desde el bachillerato conocen ya las funciones sinusoides— lo han puesto de manifiesto las investigaciones llevadas a cabo en el Departamento del Instituto Max Planck de Fisiología del Comportamiento (Seewiesen), dirigido por el profesor Horst Mittelstaedt.

En dicho Departamento se estudia sobre todo la elaboración de información de los organismos combinada con la "técnica de regulación" de la que los ciempiés constituyen un ejemplo excepcional —importan también desde el punto de vista de la cibernética— en lo que se refiere a la aptitud (que poseen igualmente numerosos invertebrados) de desplazarse en línea recta durante largo tiempo aunque carezcan de puntos externos de referencia. Esta "orientación idiotética" ha sido estudiada en este caso en relación con la "regulación del rumbo" gracias al sentido del equilibrio de estos animales, como puede leerse en el "Anuario 1980" de la Sociedad Max Planck.

El avance idiotético de los ciempiés se explica por el hecho de que su sistema de regulación del rumbo recibe constantemente informaciones sobre los cambios de dirección de cada segmento del cuerpo, suma todas las desviaciones, las compara como adición con la dirección originaria y acumula ese valor de desviación que cambia constantemente hasta que es posible una corrección compensatoria del rumbo. Por supuesto, ésto no funciona bien durante un tiempo demasiado largo: "Como un proceso de cálculo de tal índole no puede estar exento de errores a causa del inevitable 'zumbido', el animal tiene necesariamente que derivar —poco a poco de una manera incorregible— de su dirección originaria", lo que puede durar varios minutos.

Pero ¿cómo se relaciona ese sistema de regulación del rumbo con el sentido de la gravitación de esos animales, el cual es asimismo un recurso de orientación? A este interrogante le da una respuesta la peculiaridad de los ciempiés de esquivar la mayor parte de las veces las superficies inclinadas por la parte superior o hacia arriba. Para ello se les dejó caminar todo derecho por una superficie sin puntos de referencia a la que habían llegado desde direcciones diversas. De improviso se hizo que esta superficie adoptase una inclinación determinada. Como era de esperar, los ciempiés se dirigieron a la parte superior, tomando así un rumbo que constituía un compromiso entre la dirección inicial idiotética y la

orientación hacia la vertical. Al retornar la superficie a su posición inicial se puso, por supuesto, de manifiesto que habían "acumulado" también en su "memoria" ese cambio: inmediatamente retornaron a su dirección inicial de marcha, si bien de una manera sólo aproximativa.

Tras ello se oculta, desde luego, una prestación verdaderamente notable de su "computadora" interior de orientación, como subrayan los científicos en su informe: "Tanto el efecto de la fuerza de la gravedad como el de la idiotética depende aproximadamente del seno del ángulo de la desviación dado en cada caso. Como la información idiotética del ciempiés procede de señales que pasa a través de las desvia-

ciones angulares de los segmentos, tiene, por consiguiente, y de modo especial un seno para la compensación con otras informaciones relativas a la orientación".

Con este recurso a unas matemáticas de tipo medio ha desarrollado la naturaleza un método de "ordenación de datos" tan eficiente como austero que tiene necesariamente que sorprender, ya que el "fenómeno del avance transversal de numerosos animales en un plano inclinado" se discute controvertidamente desde los años 30, siendo, sin embargo, ahora cuando se ha conseguido una explicación matemática de ese comportamiento.

*Rolf H. Simen*