



*Biomaterial aplicado a la industria aeronáutica*

## El hilo de la araña

JOSÉ DE VICENTE GONZALEZ  
Coronel Farmacéutico

Miembro de las RR.AA. de Farmacia y Ciencias Veterinarias

**L**A última revolución del siglo XX es el arte del diseño biológico o, en términos más pragmáticos la Biotecnología. Se trata de una herramienta de trabajo que permite modificar aquello que la Naturaleza ha creado de forma espontánea. Es decir, desarrolla y utiliza tecnologías basadas en el conocimiento de la materia viva para obtener mejores productos utilizables por el hombre. Es una técnica que utiliza organismos vivos o parte de ellos para fabricar o modificar productos, para mejorar animales o plantas o para desarrollar

microorganismos destinados a usos específicos.

La industria biotecnológica es muy joven. Comenzó en 1973 con Stanley Cohen y Hebert Boyer, que demostraron la transferencia genética en el laboratorio. Es decir, idearon la estrategia para trasplantar un gen de un organismo a otro, sentando así las bases de la tecnología del ADN recombinante. Las técnicas modernas de manipulación genética permiten actuar sobre la información contenida en el material hereditario añadiendo o eliminando genes de manera que el

hombre puede obtener organismos modificados genéticamente para su propio beneficio. Se trata de realizar manipulaciones genéticas controladas. Así, por ejemplo, si introducimos un gen humano en una célula bacteriana, ésta sintetiza proteínas humanas aunque no le sirvan para nada. Al fin y al cabo, la bacteria lo único que hace es cumplimentar obligatoriamente el programa genético que se le ha introducido. Estos investigadores, en 1976, tomaron una decisión muy americana, dejar la universidad y fundar Genentech Inc.. En 1980, esta empresa recibió una patente por la técnica de recombinación del ADN y en 1982 utilizando la enterobacteriácea *Escherichia coli* transformada con el plásmido pBR322, producen por primera vez una proteína de mamífero de interés comercial: la insulina humana Humulin de Genentech Inc., que fue aprobada para su venta en los Estados Unidos por Eli Lilly & Co.

Hoy día se consideran como "biomateriales" aquellos "materiales que están relacionados con los seres vivos y los fabricados por el hombre imitando a la naturaleza" Existen biomateriales estructurales que sirven en sanidad para regenerar estructuras: huesos, tejidos, etc. Las investigaciones llevadas a cabo en estos campos han dado lugar a nuevas realidades en el campo de las prótesis e, incluso, de los trasplantes. Con la llegada de estas nuevas técnicas se podrá mejorar la calidad de vida humana en muchos aspectos.

### LA TELA DE ARAÑA NATURAL

En la industria norteamericana hay antecedentes de la aplicación de un biomaterial, la tela de araña natural. Durante la II Guerra Mundial se utilizaron pedazos de estas redes con el fin de obtener mayor precisión en instrumentos ópticos de los aviones de combate.

Este tipo de sedas producidas por la araña combinan, de manera única, alta resistencia y gran flexibilidad. Es decir, se ha observado que la tela de araña es cinco veces más resistente que el acero y un 30% más flexible que el nilón. Cabe, asimismo, signifi-

car, que estos hilos de la tela de araña son muy resistentes a las variaciones bruscas de temperatura.

Estas propiedades, tan envidiables, son las que la nueva ingeniería de los biomateriales estudia en la actualidad para poder reproducirlas y aplicarlas a la vida del hombre.

La bióloga Anne Moore, del Scripps College de California ha presentado un trabajo en el que dice que la tela de la viuda negra es mucho más resistente que la de cualquier otro tipo de araña, lo que le convierte en un tejido mucho más duradero que el kevlar, la fibra sintética utilizada en los chalecos antibala.

El gran problema que presentan estas aplicaciones naturales es el coste tan elevado que presenta la crianza de estos animales, en número suficiente, para producir cantidades de producto con aplicaciones industriales. Por término medio, una araña puede producir de "una sentada" más de treinta metros de hilo, pero a continuación necesita descansar durante varios días para continuar nuevamente con su producción. Esto quiere decir, que el gran reto, no solventado hasta el momento, es que la producción de telas de araña naturales resulta astronómicamente costosa.

Las aplicaciones de estas sedas es muy diversa: desde hilos de sutura, más delgados, que dejarían en la piel cicatrices imperceptibles, hasta material de construcción de alta resistencia empleado en los puentes colgantes.

Su empleo en la industria aeronáutica militar podría ser de gran utilidad en la confección de mejores y más ligeros chalecos antibalas o en la fabricación de cables para el frenado de aeronaves en los portaaviones. Expertos militares en biotecnología de EE. UU., han comprobado que la resistencia de las fibras presentes en las telas de araña superan considerablemente a materiales como el acero o el kevlar, producto sintético este último, que se emplea actualmente en la fabricación de chalecos blindados o chalecos antibalas, pero sus fibras presentan el problema de que los disolventes empleados en su fabricación son de naturaleza cancerígena. La araña, sin

embargo, fabrica sus fibras sin disolventes cancerígenos, solo con agua y a temperatura ambiente.

## LA TELA DE ARAÑA ARTIFICIAL

La Dra. Berenbaum y su equipo de entomólogos de la Universidad de Illinois han logrado, mediante técnicas de ingeniería genética, un producto que se podría calificar como tela de araña artificial. Dicha investigadora dice "que actualmente no existe en el mercado ninguna fibra artificial cuyas propiedades sean capaces de competir con las codiciadas telas producidas por las arañas". Como consecuencia de ello, existe un enorme interés por parte de los investigadores

biomiméticos que aspiran a reproducir artificialmente las propiedades extraordinarias de materiales obtenidos naturalmente.

La Dra. R. Lewis, bióloga molecular, y su equipo de investigadores de la Universidad de Wyoming, han identificado dos genes responsables de la producción de hilos de araña. Es decir, con esta aplicación genética han logrado producir hilos similares a los fabricados por las propias arañas estimulando bacterias transgénicas.

La expresión de determinados genes da lugar a la síntesis de enzimas o proteínas que, directa o indirectamente, están ligadas a una actividad enzimática que implica la producción de ciertos metabolitos. Así, pues, las



*Enganche con red de un avión frenado.*

modificaciones obtenidas mediante las técnicas del ADN recombinante, conllevarán implícitas la obtención de niveles de diferentes metabolitos celulares.

Para obtener biosintéticamente el hilo de la araña hemos de disponer, en un principio, de uno o varios genes responsables de su producción y de un vector o transportador que nos seleccione e introduzca esta información en el microorganismo que nos va servir de "factoría". El vector válido es un plásmido, que es un elemen-

tudiando las condiciones óptimas para su crecimiento, expresión de la información introducida y, por último, el aislamiento y purificación del producto final. Este conjunto de etapas experimentales, llevadas a cabo en el laboratorio, nos va a servir de base para la puesta a punto y desarrollo del proyecto final a nivel industrial. Con el residuo de los tanques de fermentación se fabrican fertilizantes, hecho que ilustra las repercusiones positivas que la biotecnología posee sobre el medio ambiente.

muy importante, introduciendo genes adecuados que permitan al microorganismo utilizarlas.

Ya decimos anteriormente que para abordar estas técnicas ha sido elegido, como laboratorio de experimentación, la enterobacteria *Escherichia coli* ya que sin duda alguna se trata del sistema biológico mejor conocido hasta el día de hoy. Esta bacteria presenta una serie de características muy ventajosas: rapidez de crecimiento, gran variedad en sus reacciones bioquímicas y versatilidad en la adaptación a los nutrientes y a las condiciones del medio.

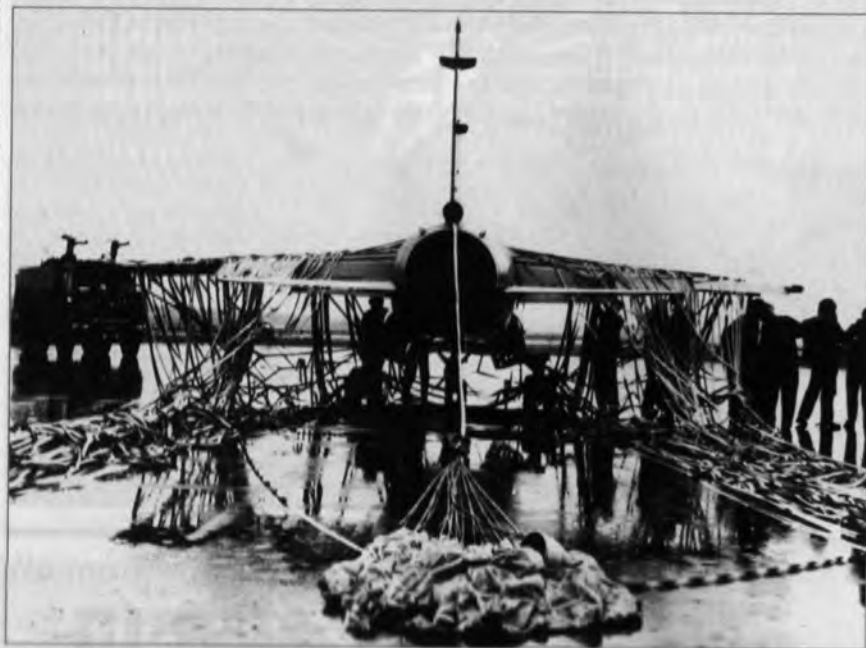
Estos materiales, con propiedades similares a la tela de araña y otros producidos por otra clase de seres vivos, animales y plantas, deben su obtención a métodos ecológicos y son, además, reciclables y multifuncionales.

En el campo de los biomateriales las compañías biotecnológicas se enfrentarán a tres importantes retos: el científico, que intenta comprender las bases genéticas del proceso; el ingeniero, que va a conseguir seleccionar las tecnologías apropiadas para desarrollar la obtención eficaz del biomaterial y, finalmente, el empresarial, que va a procurar obtener dicha tecnología a costes razonables.

## CONCLUSIÓN

El éxito o el fracaso de un proceso biológico estará condicionado a su coste económico y éste dependerá de las materias primas y los rendimientos de producción. Es aquí, donde las nuevas técnicas del ADN recombinante pueden desempeñar un papel importante en los próximos años, gracias al desarrollo de organismos versátiles capaces de utilizar en cada momento unas materias primas baratas y obtener una mejora de la eficacia metabólica cuando actuamos sobre su dotación genética.

Concluiremos diciendo que aparte del indudable valor que poseen las técnicas de manipulación genética, en estos momentos, en el terreno de producción de biomateriales mediante procesos fermentativos, la última palabra la tiene la biotecnología basada en la ingeniería genética ■



*Estado y posición de un F-1 después de un enganche con red.*

to, no viral y extracromosómico, constituido por una o varias pequeñas moléculas de ADN circular y que se encuentra libre en el citoplasma de la mayoría de las especies bacterianas. El plásmido lo cortamos mediante las denominadas enzimas de restricción y lo reanillamos con el fragmento de ADN, que constituye el gen, utilizando las enzimas denominadas ligases. De esta manera conseguimos un recombinante que lleva en sí un nuevo código genético, de ahí el nombre de técnicas de ADN recombinante o de "empalme" de genes. Este recombinante, mediante un proceso de transformación, se reinserta en una determinada cepa de *Escherichia coli*.

Posteriormente, hemos de poner a punto el proceso de fermentación, es-

Si se quiere aumentar la actividad de una determinada enzima que interviene en una ruta bioquímica, no solo hay que incrementar sus niveles de expresión, sino que hemos de evitar todo tipo de disregulación negativa que se pueda ejercer sobre la misma. De nada nos sirve el aumento de su concentración si la actividad se ve inhibida por algún producto derivado de ella. No obstante, es posible incrementar la producción de una determinada enzima mediante las técnicas de clonaje, consiguiéndose mejoras que se ven reflejadas en el proceso de elaboración.

Una característica que hay que tener en cuenta es la utilización de materias primas baratas y en este sentido la ingeniería genética juega un papel