

## BIOLOGÍA ANIMAL

### CONOCER A LOS CHIMPANCÉS POR LOS PELOS

Probablemente es el estrecho parentesco con el ser humano lo que hace tan fascinante la biología y el comportamiento de los chimpancés. En efecto, aunque no está completamente aceptada la filogenia de los grandes monos, el chimpancé tiene las mayores posibilidades de ser nuestro grupo hermano, es decir, la especie del reino animal con la que compartimos un ancestral más reciente. En otras palabras, la especie animal más emparentada con la humana.

La célebre investigadora Jane Goodall ha dedicado más de 30 años de su vida a seguir los pasos a un clan de chimpancés salvajes en el río Gombé (Tanzania). Sus observaciones sobre la biología, el comportamiento y las relaciones familiares de este grupo de animales son un clásico de la literatura biológica contemporánea. El problema estriba en que muchas hipótesis generadas durante el trabajo de campo son difíciles o imposibles de comprobar experimentalmente. Los chimpancés salvajes, estrictamente protegidos, no pueden ser capturados para tomar muestras. Además, la interacción con los humanos podría alterar de forma irreversible su comportamiento posterior. Esto impedía profundizar en cuestiones como el flujo genético entre poblaciones, el éxito reproductivo, las relaciones filogenéticas, etc.

Para abrir una nueva vía de investigación, un grupo de biólogos de las universidades de California en San Diego y de Texas se han asociado a Jane Goodall para desarrollar una técnica no invasiva de genotipado de los chimpancés del río Gombé [Morin et al., *Science*, **265**, 1193 (1994)]. Las muestras biológicas de las que han partido han sido simples mechones de pelo. Cada chimpancé fabrica cada noche un nido con ramas y hojas de árboles en el que duerme solo. Bastaba esperar a que comenzara la jornada de los simios para recolectar los pelos que habían perdido durante la noche. La reacción en cadena de la polimerasa permitió amplificar, y luego secuenciar, ocho loci en el DNA nuclear y otros dos en el DNA mitocondrial. Los loci nucleares correspondían a regiones hipervariables de DNA repetitivo cuyas diferencias eran proporcionales al grado de parentesco.

Los resultados han permitido ya con-

firmar la hipótesis de la exogamia femenina de los chimpancés. A diferencia de muchos mamíferos sociales, son los chimpancés hembras los que abandonan el grupo familiar para emparejarse con miembros de otro grupo, evitando así la endogamia. Esto origina un fuerte flujo genético entre las poblaciones, a veces sobre distancias de 600 a 900 kilómetros. Otra consecuencia de la exogamia femenina es que los machos de un grupo determinado están mucho más emparentados entre sí que las hembras. Ya era conocido el hecho de que son precisamente los chimpancés machos los que cooperan entre sí para defender el territorio, mientras que las hembras apenas colaboran. Por tanto, el mayor parentesco de los machos se ha considerado como una confirmación de la hipótesis de la selección por parentesco para explicar la evolución del comportamiento cooperante. Según esta hipótesis sociobiológica, la selección natural favorecerá la cooperación entre los parientes próximos puesto que al hacerlo así se incrementa la probabilidad de supervivencia y transmisión de los alelos compartidos por la familia.

Por otro lado, el análisis de las secuencias de DNA mitocondrial permitió constatar la gran divergencia entre las poblaciones de chimpancés de África

central y oriental por un lado, y las de África occidental por otro. Estas poblaciones occidentales, restringidas a las selvas de Senegal, Liberia, Gabón, Mali y Costa de Marfil, podrían constituir una tercera especie de chimpancé, junto a *Pan troglodytes*, el chimpancé de África central y oriental, y *Pan paniscus*, el chimpancé pigmeo. De hecho, se calcula que los chimpancés occidentales están genéticamente aislados de sus congéneres orientales desde hace al menos 1.6 millones de años.

Futuras investigaciones incluirán la determinación de las relaciones de paternidad en los chimpancés, una de las cuestiones más oscuras en esta especie. Esto es debido a que las hembras de los chimpancés suelen copular con todos los machos de su grupo. Por esta razón no era posible hasta ahora saber quién era el padre de quién en los clanes de chimpancés salvajes. ¿La posición más o menos elevada en la jerarquía social supone un mayor éxito reproductivo para los chimpancés? Si no es así, ¿por qué existe esta jerarquía perfectamente determinada? El hecho de que esto no se haya podido determinar todavía en el clan de río Gombé se debe a que buena parte de los padres de los chimpancés genotipados murieron durante una epidemia viral a finales de los ochenta. De todas formas, los biólogos no se arredran y planean extraer DNA de algunos huesos conservados de los chimpancés fallecidos en la epidemia.

**R. Muñoz-Chápuli (Profesor Titular de Biología Animal).**

## PREMIOS NOBEL

### Premios Nobel 1994 en Medicina y Fisiología

El pasado día 10 de octubre se hizo público el nombre de los dos laureados con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología 1994. Se trata de los estadounidenses Alfred G. Gilman y Martin Rodbell. El galardón premia los trabajos de estos científicos que llevaron al descubrimiento de las proteínas G.

A. Gilman, nacido en 1944 en New Haven, cursó estudios en Yale, se doctoró en 1969 en la Universidad Case Western Reserve de Cleveland y realizó una estancia postdoctoral en el Instituto Nacional de Pulmón y Corazón de

Bethesda (Maryland). Entre 1977 y 1981 fue profesor en la Universidad de Virginia y actualmente trabaja en la Universidad de Texas (en Dallas) como profesor de Neurofarmacología Molecular.

M. Rodbell nació en 1925 en Baltimore. Después de estudiar Química en la Universidad John Hopkins se doctoró en Bioquímica por la Universidad de Washington. Entre 1967 y 1983 compartió su trabajo en Suiza, donde fue director del Instituto de Bioquímica Clínica de la Universidad de Ginebra, con importantes puestos en el Instituto Nacional de la

Salud (NIH) en Bethesda. Desde 1985 ocupa un cargo en el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Medioambiental en Carolina del Norte.

A finales de los 60 y principios de los 70, Rodbell estudiaba cómo las señales químicas liberadas por glándulas, nervios y otros tejidos se transmitían al interior de la célula. Ya Earl Sutherland (Premio Nobel en 1971) había demostrado que la señal de comunicación intercelular (el primer mensajero) se convertía en otra señal que actuaba dentro de la célula (el segundo mensajero). Aparte de que dicha conversión ocurría en la membrana celular, poco más se sabía entonces sobre el asunto. Rodbell y sus colegas del NIH demostraron que la transducción de la señal a través de la membrana celular implicaba la acción cooperativa de tres entidades funcionales diferentes. Una era el receptor, al cual se une la molécula mensajera. Otra era el amplificador, generador del segundo mensajero. Un ejemplo es la adenilato ciclasa, productora de AMP cíclico. Rodbell advirtió que receptor y amplificador eran entidades diferentes y que, además, existía un transductor que actuaba como enlace entre receptor y amplificador, jugando así un papel clave en el proceso. Rodbell también demostró que el transductor ligaba e hidrolizaba guanosín trifosfato (GTP) en el proceso.

Durante su estancia en la Universidad de Virginia, Gilman se propuso determinar la naturaleza química del transductor de Rodbell. Trabajando con diferentes tipos de células de leucemia, aisló unas células mutantes que poseían un receptor normal y un amplificador

capaz de producir AMP cíclico, pero que no respondían normalmente cuando estaban en presencia del ligando del receptor, es decir, del mensajero. Gilman demostró que estas células carecían de función transductora. Después de años de trabajo, Gilman y sus colaboradores lograron, en 1980, identificar y purificar una proteína que, cuando era transferida a las células mutantes, restauraba su función. Esta fue la primera proteína G descubierta, así nombrada a causa de su capacidad de ligar GTP.

Desde entonces se han descubierto multitud de proteínas G y se conoce su papel en el control de muchas actividades celulares. Por ejemplo, proteínas G están implicadas en el control del metabolismo celular, la activación de células sensoriales, el flujo de iones a través de la membrana o la liberación de calcio desde su almacén intracelular. Por otra parte, muchos síntomas patológicos están relacionados con la función de proteínas G. Un caso conocido es el del cólera. En esta enfermedad, la toxina liberada por el vibrión colérico actúa sobre una proteína G del epitelio intestinal, e impide la hidrólisis del GTP. Esto provoca que la adenilato ciclasa se mantenga en estado activo, generando grandes cantidades de AMP cíclico. El resultado es una salida al exterior de agua y sodio, una importante pérdida de líquidos y una deshidratación severa que puede ser fatal. Otras enfermedades se relacionan con la alteración genética de proteínas G, incluyendo ciertos tumores, algunos desórdenes endocrinológicos o determinadas alteraciones en el metabolismo del calcio.

Estos inconvenientes están siendo superados gracias, por un lado, a los grandes avances realizados en los últimos años en la generación de embriones somáticos a partir de callos, cultivo de protoplastos o cotiledones y posterior regeneración de plántulas [Hanover, J.W. y Keatley, D.E., Eds., *Genetic Manipulation of Woody Plants*, Plenum Press, New York, (1988); Ruaud, *Plant Science*, **92**, 213 (1993)], y a la utilización de otras técnicas de transformación como el empleo de cañones de partículas y la microinyección. En la técnica de transformación empleando un cañón de partículas, las moléculas de DNA (plásmidos) portadoras de los genes de interés, son adheridas a micropartículas y proyectadas a gran velocidad sobre el tejido diana que se pretende transformar; muchas células mueren al recibir los impactos de la micropartículas, pero una pequeña proporción integran el DNA foráneo y pueden ser seleccionadas con genes marcadores apropiados. Ellis et al. [*Bio/Technology* **11**, 84 (1993)] han sido los pioneros en la transformación estable de coníferas mediante la utilización del cañón de partículas, obteniendo abetos transgénicos a partir de cultivos de callos embriogénicos. En la microinyección, el DNA es introducido directamente en la célula o núcleo y es especialmente indicado para la transformación de coníferas a partir de protoplastos (células vegetales desprovistas de la pared celular) (E.C. Kirby, comunicación personal).

La manipulación *in vitro* y la transformación de las coníferas abre grandes posibilidades como el acortamiento en los procesos de desarrollo, la alteración de los niveles de lignina o una mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes del suelo. Esta última posibilidad es especialmente interesante en las coníferas, que suelen crecer en suelos poco nitrificados, donde el amonio es la principal fuente de nitrógeno. La deposición de sustancias nitrogenadas emitidas a la atmósfera por diversas actividades humanas [Schulze, *Science*, **244**, 776 (1989)] provoca un exceso de amonio disponible, que produce un efecto dañino sobre las especies forestales. La alteración de la expresión de los genes que codifican las enzimas implicadas en la asimilación de amonio y biosíntesis de aminoácidos [Cantón et al., *Plant Mol. Biol.* **22**, 819 (1993); García-Gutiérrez et al., *Plant Mol. Biol.*, en revisión]] permitirá abordar la obtención de coníferas transgénicas con una mayor eficiencia de utilización del nitrógeno inorgánico.

**F. Gallardo (Investigador Contratado).**

## BIOLOGÍA MOLECULAR

### BIOTECNOLOGÍA FORESTAL

En España, aproximadamente la mitad de la superficie se considera como forestal, mientras que la otra mitad sería objeto de cultivo agrícola. A pesar de la importancia cuantitativa de la superficie forestal en España y en nuestro planeta, la investigación dedicada a las especies forestales es muy limitada en comparación con las herbáceas. Estas diferencias son debidas especialmente al largo ciclo de vida de estas plantas. Esta característica, junto con las dificultades de manipulación y cultivo *in vitro* inherentes a las especies arbóreas, han conducido a una lenta incorporación de las nuevas tecnologías de propagación *in*

*vitro* y de ingeniería genética en los programas de mejora de las especies forestales.

Las coníferas forman el grueso de los bosques forestales. Aunque se han identificado varias cepas de *Agrobacterium* que infectan a varias especies de coníferas, la transformación estable basada en la infección bacteriana (véase Las plantas transgénicas como modelo para estudiar el metabolismo, *Encuentros en la Biología* número 13, Febrero 1994) plantea grandes problemas, al no existir adecuados protocolos de cultivo de tejidos *in vitro* compatibles con la transformación por *Agrobacterium*.