

EVOLUCIÓN DE LA GENÉTICA AVÍCOLA

José Luis CAMPO

*Departamento de Mejora Genética Animal
Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria, Apartado 8111, 28080 Madrid
e-mail: jlcampo@inia.es*

Introducción

La gallina fue la primera especie animal en la que las leyes de la genética de Mendel fueron demostradas a comienzos del siglo XX —1902—, y también ha sido el primer animal doméstico cuyo genoma ha sido secuenciado a comienzos del siglo XXI —2004—. Este siglo de historia de la genética aviar podemos dividirlo en dos partes aproximadamente iguales, coincidiendo con el cincuentenario de "Selecciones Avícolas", la primera hasta los años cincuenta del siglo pasado y la segunda hasta la actualidad. Pasaremos pues por alto las primeras etapas históricas de la genética aviar, desde la domesticación de esta especie en el Neolítico —aprovechando sus favorables características biológicas—, su difusión desde los centros de domesticación en China e India hasta otros continentes, y la formación de razas especialmente a finales del siglo XIX, hasta llegar al citado redescubrimiento de las leyes de Mendel en el reino animal.

La primera mitad del siglo XX

Esta etapa coincide con el desarrollo de la industria avícola de puesta y de carne, en el que esta última dejó poco a poco de considerarse como un subproducto de la producción de huevos. Además de las leyes de la genética mendeliana tuvieron importancia decisiva la posibilidad de distinguir el sexo de los pollitos de un día, utilizando el método japonés basado en la observación de la cloaca —1927—, y la invención del nidal trampa para poder medir la puesta de huevos individualmente —1930—. La producción industrial se basaba inicialmente en razas

puras, utilizando las técnicas de la genética cuantitativa en estirpes de dichas razas seleccionadas para la puesta, y sustituyendo así a la selección puramente morfológica o cualitativa que se había utilizado hasta entonces.

A partir de 1940 empezaron a utilizarse cruces de estirpes de la misma o de distinta raza, en los que podía aplicarse el sexado de pollitos por métodos genéticos alternativos al anterior. Estos cruces tenían vigor híbrido —heterosis— en los caracteres productivos más importantes —puesta, viabilidad—, lo que les hacía



Una gallina Leghorn Blanca (la antigua Livorno italiana).



superiores a las estirpes puras de las que se originaban. El efecto positivo de la heterosis era muy variable y dependía del cruce elegido, por lo que se hacía necesario previamente un costoso programa para identificar las estirpes que mejor combinaban. En ese año, se utilizaban inicialmente cruces de líneas consanguíneas —híbridos—, en las que se hacían apareamientos entre hermanos durante varias generaciones, aunque pronto se abandonaron a favor de los cruces de estirpes debido a la enorme dificultad de mantenimiento de poblaciones animales muy consanguíneas. De esta forma, la utilización conjunta de la genética cuantitativa y el vigor híbrido fue la principal responsable del enorme éxito conseguido en las aves de puesta y en las de carne.

Las estirpes de puesta más utilizadas desde el principio eran de la raza Leghorn Blanca procedente de Livorno —para huevo blanco— y de las New Hampshire —aunque inicialmente Rhode Island Roja— y Plymouth Rock Barrada para huevo marrón, con máximos individuales registrados de hasta 360 huevos al año. Aunque la primera raza es de tipo ligero, apta únicamente para producción huevera, las otras dos son de tipo semipesado o de doble aptitud, aptas además para la producción de carne, siendo de hecho las primeras estirpes utilizadas para este último fin, seguidas posteriormente por la Plymouth Rock Blanca y la Cornish Blanca, de tipo pesado. En España se utilizaban también la Raza Castellana Negra para huevo blanco y la Prat Leonada para huevo tintado.

Los cruces utilizados para la producción de huevo blanco eran entre estirpes de la Leghorn Blanca, inicialmente a partir de dos poblaciones —cruces simples— y después a partir de tres o cuatro poblaciones —cruces de tres vías o dobles, respectivamente—, utilizando siempre un cruce simple en la línea materna. De esta forma, se separaban las granjas de selección de las de producción a través de las granjas de multiplicación, y la mejora genética aplicada en las granjas de selección no llegaba a las de producción hasta transcurridas dos o tres generaciones. Por otra parte, los animales productores no podían usarse como reproductores, como sucedía cuando el producto comercial era una estirpe pura, y las granjas de producción necesitaban anualmente el suministro de las granjas de selección.

Para la producción de huevo marrón, se utilizaba preferentemente el cruce New Hampshire x Plymouth Rock Barrada y el recíproco del anterior, teniendo el primero la ventaja de que podían separarse los machos de las hembras desde el primer día utilizando el gen barrado ligado al sexo. También se utilizaban los cruces New Hampshire x Leghorn Blanca y Plymouth Rock Barrada x Leghorn Blanca para la producción de huevo tintado.

Para la producción de carne se utilizaban los cruces ya indicados entre la New Hampshire y la Plymouth Rock Barrada, utilizando como línea paterna la de mejor



La gallina Goldline 54, de la firma holandesa Hypeco.

crecimiento y como línea materna la de mejor puesta. La demanda hacia un pollo de carne de color blanco, iniciada en 1950, hizo utilizar los cruces Delaware x New Hampshire, Wyandotte Blanca x New Hampshire, y finalmente Cornish Blanca x New Hampshire, basados en una raza pesada como línea paterna, cuyo producto final era mayoritariamente blanco. El pollo de carne totalmente blanco se consiguió primero con el cruce Wyandotte Blanca x Plymouth Rock Blanca, y definitivamente con el de Cornish Blanca x Plymouth Rock Blanca, que es el que se sigue utilizando en la actualidad. Como sucede en los programas de gallinas ponedoras, el cruce más utilizado es tres vías, siendo la línea materna uno de dos estirpes de Plymouth Rock Blanca, mientras que la línea paterna está formada por una sola estirpe de Cornish Blanca.

La segunda mitad del siglo XX

En este periodo, las estirpes de doble aptitud fueron sustituidas progresivamente por estirpes especializadas en producción de huevos o en producción de carne. Las aves de puesta duplicaron su puesta anual, poniendo un huevo todos los días durante periodos de más de doce semanas, y las aves de carne redujeron a la mitad el tiempo necesario para obtener 2 kg y se fueron incluyendo caracteres de calidad —dureza de cáscara, exceso de grasa— y de bienestar en los objetivos de selección, junto con los criterios de cantidad de producto.

Se fue consolidando la raza Leghorn Blanca como única productora de huevo blanco, a través de cruces que necesitan el sexado japonés para separar pollitos de

un día. La industria para la producción de huevo marrón siguió utilizando el cruce entre estirpes de distintas razas, pero sustituyendo el sexado genético por medio del gen barrado por el sexado genético por medio del gen plateado ligado al sexo. Hasta 1970 predominaba el cruce New Hampshire x Sussex que tenía como inconveniente el hecho de que la gallina comercial era idéntica a la raza pura paterna; por otra parte, los machos se vendían para carne y eran similares a la raza pura materna, y por tanto no enteramente blancos.



Los reproductores de la combinación genética descrita en el texto para producir la ponedora comercial Harco (Foto gentileza de Bábolna, Hungría).

Conforme la industria de la carne se hizo independiente de la de puesta para superar los problemas derivados del antagonismo entre ambos tipos de caracteres, a través de los cruces ya mencionados utilizando razas pesadas, la producción de huevo de color se hizo cada vez más parecida a la industria huevera. Desde 1980 se han ido consolidando diferentes cruces de huevo marrón utilizando como línea paterna la raza New Hampshire y como línea materna una población sintética que aporta el gen plateado y el blanco dominante, o la Rhode Island Roja cruzada con la Rhode Island Blanca —también con sexado genético por medio del gen plateado—. La reducción de peso corporal conseguida en las ponedoras de huevo marrón por los mejoradores ha alcanzado ya su límite práctico para no interferir en el tamaño del huevo. El huevo marrón ha ido superando paulatinamente al huevo blanco en casi todos los países, salvo en EE.UU., en donde la producción de huevo blanco sigue siendo mayoritaria. Las ventajas del

huevo marrón son de diversa naturaleza —posibilidad de sexado genético, tamaño de huevo, docilidad, etc.—, aunque hay una correlación genética negativa entre la intensidad del color de la cáscara y la incidencia de manchas de sangre. Para eliminar el antagonismo genético entre el número de huevos y la dureza de cáscara, ha habido repetidos intentos, especialmente en EE.UU., de comercializar los huevos sin cáscara, en forma de embutido o en cartón, aunque este tipo de programas no ha llegado a superar el 10 % en el citado país.

En la producción de carne, la presentación inicial del producto comercial en forma de canal entera congelada —1960—, fue dejando paso a la canal fresca sin despojos y al producto fresco troceado —1970—, incluyendo en este último caso el porcentaje de carne de pechuga como carácter prioritario en el objetivo de selección. Aunque sigue predominando el cruce entre la Cornish Blanca y la Plymouth Rock Blanca, han ido apareciendo a partir de 1990 diferentes pollos de carne de plumaje mayoritariamente rojo, como los del cruce Cornish Blanca x New Hampshire, y los del cruce New Hampshire x Plymouth Rock Blanca, este último con sexado por medio del gen plateado. La producción de estas aves responde de alguna manera a la vuelta hacia los sistemas de producción alternativos al industrial, con pollos criados al aire libre o confinados pero con densidades menores. Esta alternativa también ha ocurrido en la producción de huevos con gallinas no alojadas en batería, a la inversa de lo que ocurrió a partir de 1960, en el que la producción intensiva en confinamiento— en jaulas en el caso de ponedoras— sustituyó a la producción extensiva al aire libre.

Otro concepto clave ha caracterizado la genética aviar en este período. Si inicialmente la producción de cruces comerciales estaba en manos de muchas compañías diferentes que se encargaban de la selección de los animales y eran muy específicas —unas se encargaban de la producción de huevo blanco, otras de la producción de huevo marrón, y otras de la producción de carne—, en la actualidad la genética avícola depende de unas pocas compañías multinacionales —prácticamente sólo cuatro— que se encargan de los tres tipos de producción e integran los aspectos no genéticos de la industria avícola —incubación, fabricación de piensos y de vacunas, etc—. Aunque inicialmente la mayoría de estas compañías eran norteamericanas, en la actualidad son de Alemania, Holanda, Francia y EE.UU., habiendo pasado los socios europeos de ser dominados a dominantes. No ocurrió lo mismo en España, en donde los intentos de independizar los programas de mejora genética de las compañías extranjeras, representados entre otros por el programa de producción de híbridos comerciales de puesta realizado por el departamento de Mejora Genética Animal del INIA en Madrid desde 1960, desaparecieron en 1982.





Un pollo broiler de la genética alemana Lohmann.

Paralelamente, los concursos de puesta con muestras aleatorias, que a partir de 1950 fueron una de las causas decisivas de los grandes avances de la producción avícola, al estimular la competencia entre los mejoradores y facilitar la compra por el productor de los animales más productivos, eran muy numerosos al principio y al igual que el número de compañías de mejora fueron disminuyendo progresivamente hasta ser eliminados en la mayoría de los países. Como consecuencia de la supuesta pérdida de diversidad genética, al estar las mismas estirpes presentes en todos los programas de mejora genética, los programas de conservación de razas locales han tenido importancia creciente especialmente a partir de 1990, fomentando desde este punto de vista la producción alternativa a la industrial ya comentada anteriormente. En España se mantiene desde 1975 un programa de conservación de razas españolas en el departamento de Mejora Genética Animal del INIA en Madrid, con aves que habían ido desapareciendo a partir de 1960 cuando la mejora conseguida en los cruces comerciales estaba ya consolidada.

Las técnicas propias de la genética cuantitativa han ido evolucionando con el tiempo, utilizándose inicialmente la selección individual y posteriormente la selección familiar de animales emparentados con el candidato. Después fueron aplicándose los índices de selección en forma clásica para la mejora simultánea de varios caracteres utilizando información individual o familiar en cada carácter. En los programas de puesta los dos caracteres principales eran el número de huevos y el

peso del huevo, seleccionados inicialmente en forma lineal y posteriormente en forma de producto para evitar la selección de ponedoras de muchos huevos pero de tamaño pequeño. Ambos caracteres sólo se pueden medir en las hembras, teniendo que seleccionar necesariamente los machos por el fenotipo de sus hermanas o sus hijas. En los programas de carne el carácter fundamental era la velocidad de crecimiento, siendo esencial también en ambos programas la selección para eficacia en la conversión de alimento en producto comercial.

El índice de selección en forma BLUP más exigente desde el punto de vista computacional, que en la actualidad es el método más utilizado en otras especies domésticas, no ha tenido tanta aceptación en los programas de genética avícola, debido a las diferentes condiciones de producción de esta industria, aunque muchos mejoradores lo han utilizado a partir de 1990. La genética avícola tiene como objetivo la mejora de un cruce aunque la selección se practique en las estirpes puras, en condiciones totalmente controladas, con animales de la misma generación y de la misma estirpe, siendo fácil obtener hasta 100 hermanos del candidato a la selección, por lo que las ventajas del BLUP no son tan aparentes como en otras especies.

En todos los casos basados en la genética cuantitativa, el mejor genotipo tiene que estimarse basándose en el fenotipo. A partir de 1980 se demostró la posibilidad de utilización como fenotipos de cambios aleatorios en la secuencia del ácido desoxirribonucleico que forma los genes, abriendo así el camino para la aplicación de la genética molecular en los programas de mejora. A diferencia de la información basada en la genética cuantitativa, siempre en manos de compañías multinacionales fundamentalmente, la basada en la genética molecular ha estado accesible a todo el mundo desde su comienzo, facilitando así el avance de estas técnicas.

El Siglo XXI

La última parte del siglo XX y los comienzos del siglo XXI han visto el avance imparable de las técnicas de la genética molecular, especialmente a partir de la secuenciación del genoma de la gallina ya mencionada anteriormente—2004—. La integración de estas técnicas con las de la genética cuantitativa en la práctica, especialmente para los caracteres relacionados con la resistencia a las enfermedades y con el bienestar animal, va a ser sin duda uno de los aspectos más relevantes de la genética aviar en los años venideros. El interés de estas técnicas será considerable también para los caracteres de calidad de puesta y de carne, aunque tendrá poca utilidad para el número de huevos y la velocidad de

crecimiento, cuyos niveles actuales de producción les hace poco susceptibles a conseguir cantidades adicionales de mejora. En todo caso, la genética molecular no sustituirá a la genética cuantitativa en los programas de mejora avícola, sino que será una fuente adicional de progreso genético cuyo coste compensará o no en función del carácter considerado.



Unos pollos Hubbard para carne, del cruce Sussex x New Hampshire (Foto gentileza de Hubbard Breeders, Francia).

Las grandes compañías de mejora, tanto las de carne como las de puesta, han anunciado para octubre del 2008 el comienzo de un ambicioso programa de cuatro años de selección genómica basada en 60.000 genes, en el que los mejores genotipos podrán estimarse con precisión a partir de información genotípica. No hay que olvidar, sin embargo, que el camino inverso entre el genotipo y el fenotipo será muy difícil de recorrer debido a las complejas interacciones existentes entre los diferentes genes. Si hasta ahora la mejora genética era un proceso acumulativo y relativamente lento, en comparación con las medidas no genéticas que se han tomado para mejorar la producción avícola, su velocidad podrá aumentarse en gran medida con las técnicas de la genética molecular. La transferencia de un gen deseado directamente en el animal, sin el lento proceso de cruzamiento y retrocruzamientos necesarios para

eliminar los genes no favorables del donante, es ciertamente una posibilidad excitante.

Aunque el pollo transgénico ha sido conseguido en este período, a diferencia de los mamíferos el embrión no es fácilmente accesible mediante manipulación —al estar rodeado de la yema, el albumen y la cáscara— y hay que recurrir a algún tipo de virus como vector. La obtención de gallinas con genes humanos y su uso para la fabricación de proteínas humanas es ya una realidad, estimándose que 50 aves pueden producir 1 kg de proteína al año. La identificación de genes que influyen en los caracteres cuantitativos ha ido en aumento, y ya han sido detectados aproximadamente 50 que influyen en la resistencia a enfermedades y el bienestar, mientras que los relacionados con la producción de carne superan este número, y los de puesta suman 20. También habrá que completar la identificación de los genes responsables de caracteres cualitativos, actualmente limitada a sólo unos pocos —enanismo ligado al sexo, blanco dominante.

Durante este siglo, la importancia de los caracteres relacionados con el comportamiento —canibalismo, docilidad—, y el bienestar —inmovilidad muscular, asimetría fluctuante— irá en aumento en los objetivos de la mejora genética. También podremos ver el desarrollo de métodos de sexado para las aves de puesta o de carne de plumaje blanco —melanina dérmica por ejemplo—, que siguen utilizando el sexado japonés debido a los problemas derivados de la utilización del emplume lento ligado al sexo. Otros métodos susceptibles de ser aplicados durante el período de incubación —albinismo imperfecto, detección de estrógenos en el alantoides—, serán posiblemente llevados a la práctica, evitando así uno de los mayores problemas de la industria avícola actual —la eliminación masiva de machitos de un día en la sala de incubación.

Probablemente se generalizará el uso de genes mayores para la obtención de la línea materna de pollos de carne —enanismo ligado al sexo—, la producción en climas cálidos —cuello desnudo—, y la producción para mercados especializados —fibromelanosis—. Aunque la genética aviar ha conseguido aves selectas de puesta y de carne muy productivas, que ponen de media más de 300 huevos al año o crecen 2 kg en seis semanas, habrá que dar cada vez más importancia a los problemas relacionados con la puesta —osteoporosis y rotura de huesos debido a la correlación negativa con la dureza de cáscara—, o la producción de carne —ascitis y problemas en las patas— excesivas. ●

