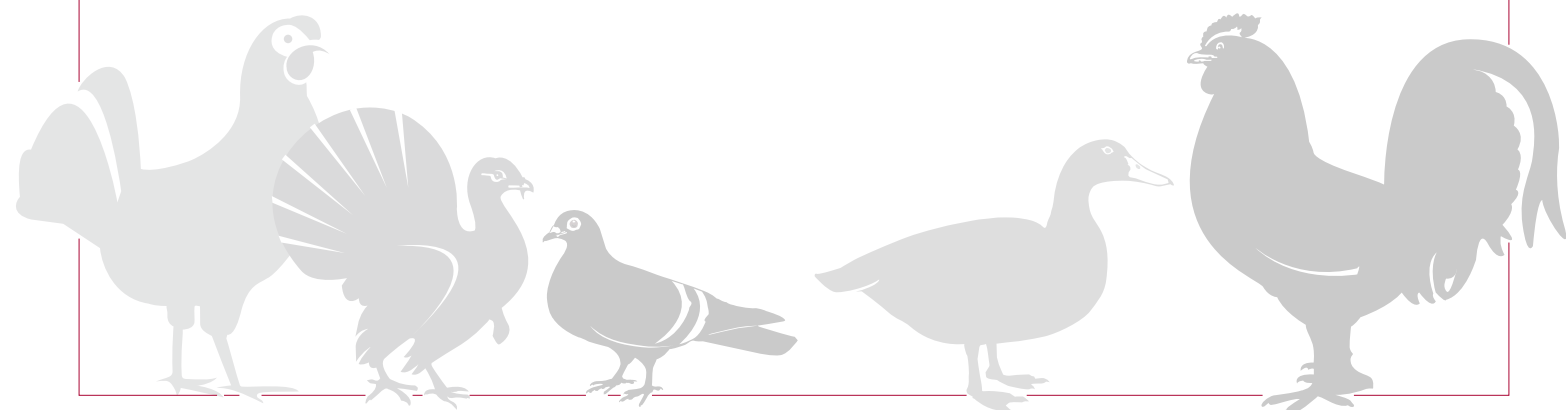


Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo



Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo

Robert Pym, School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, 4343, Queensland, Australia

DISTRIBUCIÓN, GESTIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE LOS GENOTIPOS DE AVES DE CORRAL

En la mayoría de los países en desarrollo hay dos industrias de aves de corral paralelas: una que utiliza genotipos comerciales de pollos de engorde o ponedoras de alto rendimiento; otra basada en razas autóctonas con doble función y bajo rendimiento.

Las proporciones de estas dos categorías varían mucho según los países, pero en los países de bajos ingresos las razas autóctonas pueden representar hasta un 90 por ciento de la población de aves de corral (Pym, Guerne Bleich y Hoffmann, 2006).

La distinción fundamental entre las dos formas de producción reside en la gestión. Los genotipos comerciales se crían normalmente en confinamiento, en parvadas que van de 100 a 200 aves (pequeñas) a más de 10 000 aves (grandes). Las aves se alimentan en general con piensos compuestos y las instalaciones de mayor escala suelen estar situadas cerca de las zonas urbanas. Los genotipos autóctonos, por su parte, se crían en los hogares de las zonas rurales y, en ocasiones, periurbanas en pequeñas parvadas de 10 a 30 aves que se alimentan con sobras de los hogares y pequeñas cantidades de otros alimentos. Las mujeres y los niños suelen ser los encargados de la gestión de las parvadas de la familia (Sonaiya, Branckaert y Gueye, 1999).

Las diferencias de rendimiento entre los distintos genotipos son a menudo muy grandes.

Las ponedoras comerciales obtenidas a partir de linajes madre importados pueden poner más de 300 huevos al año, mientras que las gallinas autóctonas suelen poner solo entre 40 y 60 huevos al año (Sørensen, en FAO, 2010). Además de la enorme diferencia en cuanto al potencial genético para producir huevos, otro factor determinante de esta diferencia entre cinco y ocho veces mayor en la producción anual de huevos es el tiempo (17 semanas) que una gallina clueca autóctona pasa incubando una nidada de huevos y criando los polluelos hasta las siete semanas de edad aproximadamente. Durante ese tiempo, la gallina no pone huevos, lo que acorta aún más el tiempo del que dispone para poner huevos, reduciendo las nidadas a tan solo unas 3,5 al año.

La cantidad y calidad de los piensos es otro factor determinante de la desigual producción anual de huevos en los dos genotipos. Los genotipos comerciales normalmente se alimentan con piensos compuestos escrupulosamente, los cuales incluyen nutrientes en la proporción adecuada para maximizar la producción de huevos. Además y por lo general, se les proporciona alimentación *ad libitum*. El consumo de energía y proteínas de las aves autóctonas de parvadas que se alimentan de residuos está determinado por la base de recursos de desechos para la alimentación, la cual suele ser bastante limitada, sobre todo en la estación seca.

Para maximizar la producción de huevos, la capacidad de empollar se ha suprimido de las líneas comerciales de gallinas ponedoras, que, en consecuencia, no pueden reproducirse de manera natural y tienen un valor bastante limitado en un ambiente rural.

La tasa de crecimiento de los pollos de genotipo autóctono es también, en general, mucho más lenta que la de los pollos de engorde comerciales. Mientras que los pollos de engorde en un sistema de cría en confinamiento típico pueden llegar a alcanzar los 2,0 kg de peso vivo a las cinco semanas de edad, los machos de razas autóctonas no suelen pesar más de 1,0 kg a las 20 semanas (Sørensen, en FAO, 2010). Esto es sin duda un reflejo de las diferencias de genotipo, pero también del ambiente en que se crían, en particular de la calidad y cantidad del alimento.

A pesar de su menor productividad, en los entornos rurales las aves de genotipo autóctono tienen una serie de ventajas:

- Las gallinas incuban, por lo que pueden reproducirse sin necesidad de incubación o cría artificial.
- Son ágiles y pueden correr velozmente, así como volar y posarse en los árboles, lo que les permite escapar de los depredadores.
- Se ha demostrado que son más resistentes que los pollos de engorde y las ponedoras comerciales a las enfermedades bacterianas y producidas por protozoos, así como a las infestaciones parasitarias.
- Su carne y huevos se prefieren, en general, a los de las aves comerciales no solo en las comunidades rurales, sino también, a menudo, en las zonas urbanas.

SELECCIÓN DE LÍNEAS COMERCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y HUEVOS

Los espectaculares avances en la producción individual de carne y huevos de las aves de corral de parvadas comerciales en los últimos 50 años se debe en gran medida a la selección genética de líneas básicas de reproducción realizada por las grandes empresas mundiales de cría de aves de corral, así como a la rápida transferencia de dichos avances a los cruces comerciales obtenidos.

Esto se ha visto propiciado por las altas tasas de reproducción, los breves intervalos de generación, la reducida variación ambiental, el gran tamaño de la población que minimiza los efectos perjudiciales de la endogamia, y el uso de varias líneas paternas y maternas seleccionadas.

Hasta la fecha, la mejora en el rendimiento se ha debido en gran medida a la aplicación de la selección genética cuantitativa, con un uso limitado de las tecnologías moleculares.

La gran mayoría de los pollos de engorde y ponedoras comerciales de los países en desarrollo se han obtenido de líneas parentales importadas procedentes de empresas multinacionales de producción a gran escala. Hay también algunas pequeñas unidades de cría que suministran existencias a los mercados regionales.

Pollos de engorde

El continuo crecimiento de la productividad anual de los pollos de engorde comerciales es un reflejo del complejo enfoque de coordinación adoptado por los criadores para maximizar el rendimiento. Los criadores han efectuado una selección de aves basada en características tales como la tasa de crecimiento, el rendimiento de la carne de pechuga, la eficiencia de utilización de los alimentos, la calidad del esqueleto, el funcionamiento del corazón y el pulmón, y la adaptabilidad a distintos entornos. Esto ha tenido efectos positivos notables en el bienestar de las aves, así como en el impacto ambiental de la producción.

En los últimos 30 años, se calcula que la selección genética basada en la tasa de crecimiento, el índice de conversión de los piensos, el rendimiento y la adaptabilidad a distintos entornos ha reducido la cantidad de pienso necesaria para producir una tonelada de carne de pollo de 20 a 8,5 toneladas, es decir 2,4 veces menos (McKay, 2008). Todo ello ha tenido un profundo impacto positivo sobre el medio ambiente y la disponibilidad y el costo de la carne de ave de corral para el consumo humano.

Los criadores siguen prestando atención al crecimiento, la eficiencia de utilización de los alimentos, el rendimiento de la carne, la calidad del esqueleto, la robustez general, y la resistencia a las enfermedades.

Ponedoras

En las explotaciones comerciales, el número, tamaño y calidad (tanto externa como interna) de los huevos, la capacidad de supervivencia de la ponedora, el ritmo sostenido de producción y la eficiencia en cuanto a la utilización de los piensos sigue mejorando gracias a la actual selección de estas características, así como de otras relacionadas.

La actual producción promedio anual de huevos es muy superior a los 300 huevos por gallina, y sigue aumentando en más de un huevo/gallina/año, mientras que el pienso anual requerido para producir 300 huevos está experimentando una disminución de aproximadamente 200 g/gallina. Dado que hay alrededor de seis mil millones de gallinas ponedoras en todo el mundo, esto se traduce en un ahorro de más de un millón de toneladas de pienso al año.

En la actualidad, los programas de cría de gallinas ponedoras se centran en la robustez y la resistencia a las enfermedades, lo que se refleja en mejoras significativas en la capacidad de adaptación a distintos entornos y el bienestar de los animales. Se presta asimismo considerable atención al tamaño y color uniforme de los huevos y a la ausencia de defectos de la cáscara y el interior.

Los programas de cría de pollos de engorde y huevos se concentran hoy en día en la selección asistida por marcadores moleculares (genómica). Este método constituye un medio para identificar y seleccionar positiva o negativamente los genes responsables de las características de producción, en particular los que son difíciles de medir, así como los que influyen en la resistencia a las enfermedades.

MÉTODOS GENÉTICOS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN CONDICIONES NO IDEALES

Entre los factores no genéticos que obstaculizan el buen rendimiento de las aves de corral en los países en desarrollo se pueden destacar:

- las altas temperaturas;
- una nutrición no ideal;
- el aumento del riesgo de enfermedades;
- condiciones de las instalaciones y gestión distantes de las ideales.

Todos los genotipos se ven afectados por estos factores. Además de los esfuerzos para mejorar el entorno físico, entre los posibles métodos genéticos que pueden adoptarse figuran:

- selección de genotipos comerciales a fin de mejorar la tolerancia a las condiciones imperantes;
- cruces entre genotipos comerciales y autóctonos;
- introgresión de genes de genotipos comerciales mediante programas de retrocruzamiento o programas de intercambio de gallos;
- selección para mejorar el rendimiento en genotipos autóctonos.

Selección de genotipos comerciales

El material genético de la gran mayoría de los pollos de engorde y ponedoras comerciales de los países en desarrollo fue seleccionado para la producción bajo condiciones de gestión ideales en climas templados. Se ha hecho nulo o escaso hincapié en la tolerancia a las altas temperaturas o en las condiciones de alimentación y gestión no ideales.

Las altas temperaturas ambientales son probablemente el principal factor que limita el rendimiento de los pollos de engorde y ponedoras comerciales en las unidades de producción de gran escala de los países tropicales en desarrollo. Si bien otros factores pueden abordarse con un costo moderado mediante el establecimiento de estrategias de gestión adecuadas, el costo de las instalaciones y la dificultad de disponibilidad de un suministro de electricidad seguro y fiable hace que la refrigeración de los alojamientos resulte problemática.

Un método relativamente simple para mejorar la tolerancia al calor en las parvadas comerciales sin tener que desarrollar líneas de selección completa por separado es la incorporación de genes individuales responsables de la densidad del plumaje en las líneas parentales de las parvadas que se utilizarán en las regiones con altas temperaturas. Una densidad de plumaje escasa facilita la pérdida de calor corporal. Entre los genes que se han demostrado eficaces para conferir tolerancia al calor figuran: cuello desnudo (*Na*), sin plumas (*Sc*) y rizado (*F*) (Cahaner *et al.*, 2008). Las líneas comerciales que expresan algunos de estos genes se encuentran hoy en día disponibles en algunos países.

Independientemente de la selección para la tolerancia al calor, los genotipos comerciales de pollos de engorde y ponedoras requieren una buena gestión y alimentación para poder expresar su potencial genético para la producción de carne o huevos. No pueden tener un buen rendimiento en aquellos sistemas de las zonas rurales en los que las aves se alimentan parcialmente de desechos.

Se han adoptado diversos métodos para incorporar los genes asociados con una producción superior de carne y huevos en las cepas comerciales a poblaciones destinadas a entornos menos idó-

neos. Estos entornos van desde los sistemas de producción rurales basados en la alimentación parcial con desechos, donde prácticamente los únicos insumos son las sobras del hogar, hasta las unidades comerciales de pequeña y mediana escala, donde las aves se crían en confinamiento y se alimentan con dietas compuestas pero están expuestas a elevadas temperaturas ambientales.

Cruce

En muchas regiones, los genotipos locales autóctonos y comerciales se han cruzado con miras a obtener aves tolerantes a las condiciones locales caracterizadas, al mismo tiempo, por un rendimiento razonable. En casi todos los programas de cruzamiento, el ave cruzada muestra una producción de huevos y/o una tasa de crecimiento considerablemente mejores que las de los progenitores de raza autóctona, si bien puede presentar problemas relativos a:

- la pérdida del instinto de incubar de las gallinas, lo que las incapacita para reproducirse naturalmente;
- la necesidad de mantener líneas parentales/razas separadas y de sustituir anualmente los individuos cruzados F1;
- la necesidad de insumos adicionales, en particular piensos, para alcanzar el potencial genético de las aves destinadas a la producción;
- un cambio en la apariencia y el "tipo", que afecta a la aceptación de las aves por parte de los agricultores y los consumidores de carne y huevos de aves de corral;
- la erosión de los recursos genéticos.

Introgresión e intercambio de gallos

Otra estrategia para mejorar el rendimiento de las poblaciones locales es la introgresión de material genético. Esto puede lograrse mediante retrocruzamiento o programas de intercambio de gallos.

La experiencia ha demostrado que para que un programa de retrocruzamiento resulte sostenible es preciso incrementar los niveles de alimentación suplementaria y mejorar la gestión y el control de las enfermedades a medida que aumenta la frecuencia de genes exóticos. Los programas de intercambio de gallos implican la distribución de gallos de razas mejoradas a los pequeños productores. Sin embargo, varios informes han concluido que este tipo de mejora no ha cambiado las poblaciones básicas, excepto por lo que respecta a una mayor variación en el color del plumaje (Besbes, 2008).

Selección dentro de las razas autóctonas

La selección para mejorar la producción dentro de los ecotipos o razas autóctonas es problemática por las siguientes razones:

- La selección efectiva depende de un registro preciso de la genealogía y el rendimiento.
- Todas las aves deben estar sujetas a variaciones ambientales similares.
- La producción de huevos en condiciones de cautividad en jaulas puede tener poca correlación con el rendimiento reproductivo en sistemas de alimentación parcial con desechos.
- Los componentes de la reproducción en sistemas de alimentación parcial con desechos son muy complejos, por lo que la selección en estas condiciones reviste una extrema dificultad.

A pesar de la considerable variación genética de la mayoría de las razas autóctonas para la producción de carne y huevos, la complejidad del sistema de producción y de las características deseables conlleva una serie de obstáculos para efectuar una se-

lección que mejore eficazmente el rendimiento. Hay ejemplos de mejora del rendimiento gracias a este enfoque, pero son pocos y con ganancias modestas (Sørensen, en FAO, 2010).

DIVERSIDAD GENÉTICA Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

En los países en desarrollo es motivo de preocupación generalizada que, debido a la sustitución de las razas poco productivas, la urbanización, el cruzamiento y el sacrificio sanitario de las parvadas en respuesta a los focos de enfermedades, el mundo pueda estar perdiendo un valioso e insustituible material genético avícola.

Se ha manifestado asimismo preocupación por la pérdida de variabilidad genética en las líneas comerciales de aves de corral tras la drástica reducción mundial del número de criadores de aves de corral comerciales y el número de poblaciones en condiciones de selección en los últimos 20 años (Arthur y Albers, 2003). ***Despierta especial preocupación la eventualidad de que la reducción de la variabilidad genética pudiera poner en peligro la industria en el caso de un brote de enfermedad grave con nuevas cepas de virus.***

Según La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura de la FAO, de las 2 000 razas de aves para las cuales se dispone de datos, el 30 por ciento se encuentra en situación de riesgo, el 35 por ciento no corre riesgo y el resto presenta una situación de riesgo desconocido (Hoffmann, 2008).

En el pasado, la diversidad genética estaba determinada en gran medida por el fenotipo. Recientemente, el análisis del ADN constituye una nueva tecnología de gran valor para la determinación de las relaciones entre individuos, razas y ecotipos. Se han aplicado eficazmente métodos de agrupamiento que usan marcadores microsatélites para asignar individuos a su raza de origen, así como para determinar el grado de diversidad genética entre las poblaciones.

Una serie de estudios recientes han mostrado grandes variaciones de heterocigosis dentro de una raza o ecotipo, que se sitúan en un 28 por ciento para una raza de adorno, un 40 por ciento para las ponedoras de huevo blanco, entre un 45 y un 50 por ciento para las ponedoras de huevo marrón, de un 50 a un 63 por ciento para los pollos de engorde, y un 67 por ciento para una población de gallinas de zonas rurales (Tixier-Boichard, Bordas y Rognon, 2008).

Diversos estudios realizados en África parecen indicar que las gallinas de las poblaciones rurales no muestran una estructura típica de la raza. Si bien existe un alto grado de variación entre las aves en una misma población, se observan diferencias entre las poblaciones solo en caso de grandes distancias geográficas. Existe pues un considerable intercambio de aves entre las aldeas limítrofes, lo que confirma que las afirmaciones de muchos países relativas a la existencia de un significativo número de razas o ecotipos de gallinas autóctonas de poblaciones rurales en una región pueden fundarse adecuadamente mediante medidas moleculares basadas en un grado mínimo de diversidad genética.

Es preciso contar con un enfoque integrado para la caracterización de razas y los datos sobre los sistemas de producción, los fenotipos y los marcadores moleculares deberán combinarse con este fin. Asimismo es necesaria una descripción completa de los

entornos de producción a fin de profundizar en el conocimiento comparado de la aptitud para la adaptación de recursos genéticos animales específicos.

Dada la importancia de las amenazas que comportan las epizootias y el cambio climático, la caracterización de los mecanismos de defensa contra los patógenos deberá ser una prioridad. En consecuencia, la caracterización fenotípica sobre el terreno e *in situ* es altamente deseable.

REFERENCIAS

- Arthur, J.A. y Albers, G.A.A.** 2003. Industrial perspective on problems and issues associated with poultry breeding. En W.M. Muir y S.E. Aggrey, eds. *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. Wallingford, Reino Unido, CABI Publishing.
- Besbes, B.** 2008. Genotype evaluation and breeding of poultry for performance under sub-optimal village conditions. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.
- Cahaner, A., Druyan, S., Hadad, Y., Yadgari, L., Astrachan, N., Kalinowski, A. y Romo, G.** 2008. Breeding broilers for tolerance to stresses. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.
- FAO.** 2010. *Chicken genetic resources used in smallholder production systems and opportunities for their development*, por P. Sørensen. FAO Smallholder Poultry Production Paper n.º 5. Roma.
- Hoffmann, I.** 2008. The global plan of action for animal genetic resources and the conservation of poultry genetic resources. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.
- McKay, J.C.** 2008. The genetics of modern commercial poultry. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.
- Pym, R.A.E., Guerne Bleich, E. y Hoffmann, I.** 2006. The relative contribution of indigenous chicken breeds to poultry meat and egg production and consumption in the developing countries of Africa and Asia. *Actas de la XII Conferencia europea sobre aves de corral*, 10-14 de septiembre de 2006, Verona, Italia. CD-ROM.
- Sonaiya, E.B., Branckaert, R.D.S. y Gueye, E.F.** 1999. Research and development options for family poultry. *Primera conferencia electrónica sobre avicultura familiar Red Internacional para el Desarrollo de la Avicultura Familiar (RIDAF / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO))*. 7 de diciembre de 1998 - 5 de marzo de 1999. Documento de presentación.
- Tixier-Boichard, M., Bordas, A. & Rognon, X.** 2008. Characterization and monitoring of poultry genetic resources. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.

Contribución de los genotipos autóctonos a la producción y consumo de carne de aves de corral y huevos

Robert Pym, *School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, 4343, Queensland, Australia*

UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AVES AUTÓCTONAS

A pesar de la menor productividad de los genotipos de aves de corral autóctonas respecto a la de las variedades comerciales, estos representan aún un elevado porcentaje de la población mundial de aves de corral de muchos países en desarrollo, con frecuencia superior al 80 por ciento. En las aldeas rurales de la mayoría de los países, la mayor parte de las familias tienen pequeñas parvadas de aves de corral, principalmente de gallinas, aunque también a veces de otras especies como patos, pavos y pintadas, que cubren las necesidades de carne de ave y huevos de la familia. Estas aves son siempre genotipos autóctonos o resultados de cruces con un componente significativo de genotipo autóctono.

Dado que representan más del 90 por ciento del total de la población de aves de corral en la mayoría de los países y que solo se dispone de información limitada sobre las restantes especies avícolas, la exposición que sigue se centra en las gallinas.

En la mayor parte de los países no hay un número significativo de parvadas de aves de raza autóctona en las zonas urbanas o periurbanas debido a que ofrecen pocas oportunidades para que las aves se alimenten de los desechos. Además algunos países imponen restricciones a las pequeñas parvadas que se alimentan de desechos en las zonas urbanas y periurbanas debido al riesgo de transmisión de enfermedades, en particular la influenza aviar altamente patógena (IAAP), a la población humana y de aves de corral comerciales.

CONSERVACIÓN DE RAZAS DE AVES DE CORRAL AUTÓCTONAS

Existen varias razones por las que los genotipos de gallina autóctonos, de baja productividad, no han sido reemplazados en las zonas rurales por los genotipos comerciales:

- La mayoría de los genotipos autóctonos todavía incuban de forma natural y, por lo tanto, pueden reproducirse sin necesidad de recurrir a la incubación y eclosión artificiales, necesarias para casi todos los genotipos comerciales.
- La mayoría de las gallinas de raza autóctona tienen un fuerte instinto maternal y crían a sus hijos hasta una edad en la que pueden valerse por sí mismos en un sistema de alimentación basado en el aprovechamiento de residuos.
- La mayoría de los genotipos de gallinas autóctonas son de conformación ligera, ágiles, pueden correr velozmente y volar. Por lo tanto, escapan más fácilmente de los depredadores que los genotipos comerciales, en particular los pollos de carne.
- En la mayoría de los países, prefieren el consumo de carne y huevos de genotipos autóctonos al de pollos de engorde y

ponedoras comerciales no solo los habitantes de las zonas rurales, sino también a menudo los de las zonas urbanas, que están dispuestos a pagar un recargo por estos productos.

- Los genotipos autóctonos han demostrado ser más resistentes al calor, así como a las enfermedades bacterianas y protozoarias y a las infestaciones parasitarias que los pollos de engorde o ponedoras comerciales.
- Los pollos de engorde y ponedoras comerciales tienen un rendimiento mucho menor cuando se alimentan con desechos que en condiciones de cría y alimentación en confinamientos comerciales. Este escaso rendimiento y el costo de los animales hace que resulte poco rentable criar pollos de engorde comerciales en sistemas de alimentación con desechos.
- Aunque la mayoría de las regiones tienen un número significativo de explotaciones comerciales de pequeña escala del sector 3, con pollos de engorde o ponedoras en régimen de cría y alimentación en confinamiento, los costos y riesgos del establecimiento y funcionamiento de estas empresas resultan prohibitivos para la mayor parte de las familias rurales pobres.

El rendimiento de los genotipos autóctonos mejora bajo condiciones de cría y alimentación en régimen de confinamiento comercial, pero normalmente no hasta el punto de hacer que la producción resulte económicamente viable debido sobre todo al coste de los piensos compuestos. Sin embargo, si el recargo pagado por la carne y huevos es lo suficientemente alto, esta forma de gestión en unidades de pequeña y media escala puede estar justificada. Esto es en cierta medida autolimitante, ya que si se inunda el mercado de carne y huevos de razas autóctonas, el recargo pagado por ellos disminuirá.

CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DOMÉSTICOS DE CARNE DE POLLO Y HUEVOS

La baja productividad de las aves autóctonas explica que su contribución total a la producción y consumo de carne y huevos de aves de corral sea considerablemente inferior con respecto a su representación numérica en la población mundial de aves de corral. Sin embargo, debido a su elevado número, se estima que su aportación al consumo de carne puede ser muy alta en muchos países (Pym, Guerne Bleich y Hoffmann, 2006).

Con base en los informes publicados sobre la estructura de la parvada, la productividad y la gestión de los huevos en varios países, en un estudio destinado a calcular la contribución de las gallinas autóctonas al consumo mundial de carne de pollo y huevos, se observó que en los países donde las aves autóctonas

constituyen alrededor del 80 por ciento de la población total, las gallinas adultas de raza autóctona representan aproximadamente el 20 por ciento de la población total. El estudio asumió que los pollos de engorde y las ponedoras representaban cada uno el 10 por ciento de la población permanente, que las ponedoras se reemplazaban anualmente, y que había cuatro lotes de pollos de engorde al año.

En el estudio se calcula la contribución de los pollos autóctonos al consumo de huevos y carne tomando como base:

- una producción de huevos promedio de entre 40 y 60 huevos/gallina/año procedentes de 3,5 nidadas por ave;
- en la mayor parte de las comunidades, la preferencia por incubar los huevos para producir pollos en lugar de comerlos;
- una tasa de eclosión generalmente elevada, de aproximadamente un 80 por ciento;
- una alta tasa de mortalidad de los pollos (entre un 60 y un 70 por ciento de los pollos mueren en las primeras siete semanas de vida), lo que significa que solo llega a comerse un promedio de uno o dos pollos por cada puesta de huevos.

Se observó que la contribución de las razas autóctonas al consumo de huevos era baja, en torno al 10 por ciento, mientras que la que corresponde al consumo de carne era muy superior, alrededor de un 50 por ciento.

Aunque estas estimaciones son imprecisas, en ausencia de otros datos publicados suponen una base razonable para la comparación de la producción y el consumo de genotipos autóctonos y comerciales. A medida que los países se desarrollan y sus poblaciones se urbanizan, aumenta el porcentaje de consumo de

carne y huevos de genotipos comerciales. En las regiones rurales, sin embargo, existen razones de peso para conservar genotipos autóctonos en pequeñas parvadas familiares que se alimentan de desechos.

La productividad y rentabilidad de la pequeña producción familiar de aves de corral está estrechamente vinculada a las tasas de mortalidad de las aves, en particular entre los polluelos. Estas son en general muy altas, debido a la depredación, las enfermedades, la malnutrición y la exposición a los agentes atmosféricos. Se ha demostrado que las tasas de mortalidad experimentan una drástica disminución si los pollitos se crían en confinamiento con las gallinas, se les suministra alimentación suplementaria para animales jóvenes durante el primer par de semanas después de la eclosión, y se les vacuna contra la enfermedad de Newcastle (Alders y Pym, 2008). La adopción de estas prácticas minimizaría las pérdidas y garantizaría que los genotipos de aves de corral autóctonos pudieran seguir cumpliendo su importante función en las comunidades rurales durante muchos años.

REFERENCIAS

- Alders, R.G. y Pym, R.A.E.** 2008. Village poultry: Still important to millions eight thousand years after domestication. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.
- Pym, R.A.E., Guerne Bleich, E. y Hoffmann, I.** 2006. The relative contribution of indigenous chicken breeds to poultry meat and egg production and consumption in the developing countries of Africa and Asia. *Actas de la XII Conferencia europea sobre aves de corral*, 10-14 de septiembre de 2006, Verona, Italia. CD-ROM.

Selección comercial para la producción de carne y huevos

Robert Pym, School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, 4343, Queensland, Australia

La producción de aves de corral para la obtención de carne y huevos es un proceso extremadamente complejo que implica una selección eficaz y precisa de numerosas características en las líneas paterna y materna para garantizar que el híbrido obtenido posea todos los atributos requeridos. Por esta razón, los programas de mejoramiento son muy costosos.

Es necesaria una población extensa, con un número significativo de reproductoras activas y de reserva de las líneas paternas y maternas, para permitir la plena explotación de la variabilidad genética de las características deseadas y reducir los efectos de la endogamia. Esto hace que a las pequeñas explotaciones de cría les resulte difícil competir eficazmente con las grandes empresas multinacionales de cría, si bien son proveedores viables de determinados segmentos de mercado en ciertas áreas.

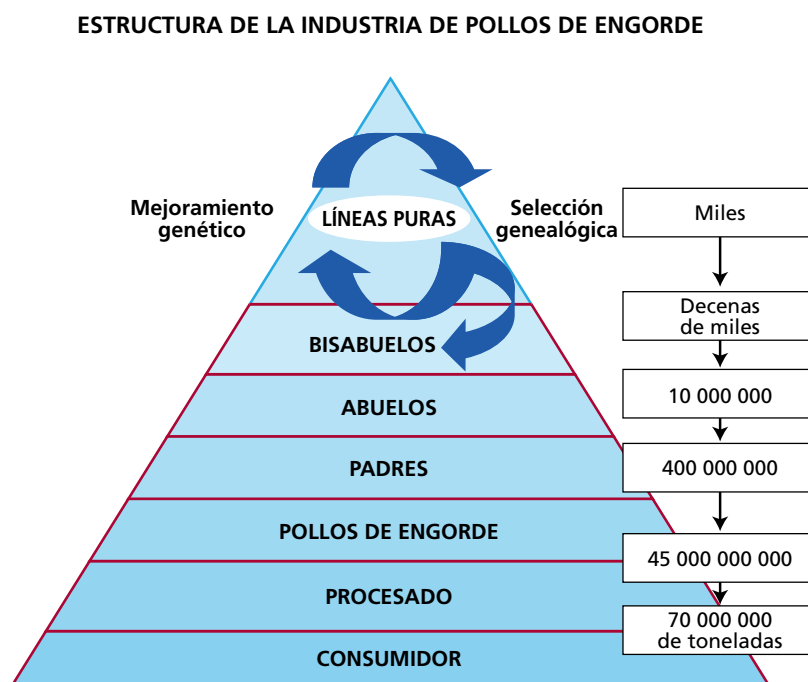
PROGRAMAS DE CRÍA DE POLLOS DE ENGORDE

En los programas de cría de pollos de engorde comerciales, la selección ha de considerar los siguientes factores:

- **Eficiencia de utilización del alimento.** Dado que la alimentación representa aproximadamente un 70 por ciento de los costos de producción, la eficiencia con la que las aves transforman el alimento en peso corporal es un factor importante para la selección directa. Para hacer posible la selección de aves bajo las mismas condiciones en las que se espera se encuentre su progenie, algunas empresas de cría han comenzado a reemplazar la selección de una única ave en jaulas con la selección de aves individuales en cohortes con alojamiento en el suelo, utilizando transpondedores en las aves y dispositivos de alimentación para registrar el consumo de alimentos.
- **Rendimiento de la carne de pechuga.** Debido a los precios relativamente altos de la carne de pechuga en los países desarrollados, se han realizado esfuerzos considerables para mejorar esta característica. Entre los métodos figuran la selección de hermanos basada en la conformación y, más recientemente, las tecnologías de medición indirecta que comprenden los ultrasonidos en tiempo real, la resonancia magnética nuclear, la tomografía computarizada y la ecografía.

FIGURA 1

Número de aves y de generaciones implicadas en la transmisión de la respuesta a la selección desde las líneas puras del núcleo de selección en programas de cría de pollos de engorde comerciales hasta la progenie de pollos de engorde comerciales



Fuente: McKay, 2008.

- **Ascitis.** La selección de animales para obtener un rápido crecimiento y un alto rendimiento de la carne de pechuga dio lugar a una insuficiencia en la capacidad del sistema cardiopulmonar para oxigenar el aumento del flujo sanguíneo asociado con el aumento de masa muscular. Esto condujo a un aumento significativo de la ascitis en pollos de engorde durante la década de 1990, sobre todo durante el invierno. Antes la ascitis normalmente se registraba solo en condiciones frías y a elevada altitud. La selección basada en los niveles de oximetría y plasma de la enzima troponina-T cardíaca se ha demostrado eficaz en la reducción de la susceptibilidad a la ascitis, y este procedimiento ha sido adoptado por los criadores de pollos de engorde comerciales. Los niveles de la ascitis sobre el terreno son ahora mucho menores, incluso a grandes altitudes.
- **Anomalías del esqueleto.** La tasa de crecimiento extremadamente rápida de los pollos de engorde somete a una enorme presión sus esqueletos cartilaginosos inmaduros, lo que comporta una alta incidencia de anomalías en las patas y el esqueleto. Si bien la selección basada en la locomoción, la morfología y el uso de radiografías ha contribuido en gran medida a reducir la aparición de condiciones tales como la *discondroplasia tibial*, la *espondilolistesis* y la *deformación en valgo y en varo* en la mayoría de las variedades comerciales de pollos de engorde, las alteraciones esqueléticas siguen siendo un aspecto importante en la mayor parte de los programas de cría y selección.

Para permitir la transmisión del mejoramiento genético desde las poblaciones básicas de cría (donde se lleva a cabo la selección) a los miles de millones de pollos de engorde comerciales híbridos, es necesaria una multiplicación significativa a través de las poblaciones de abuelos y padres, como se muestra en la Figura 1.

El tiempo que transcurre entre la selección de las líneas puras del núcleo de selección y las mejoras en los pollos de engorde comerciales suele ser de cuatro años aproximadamente.

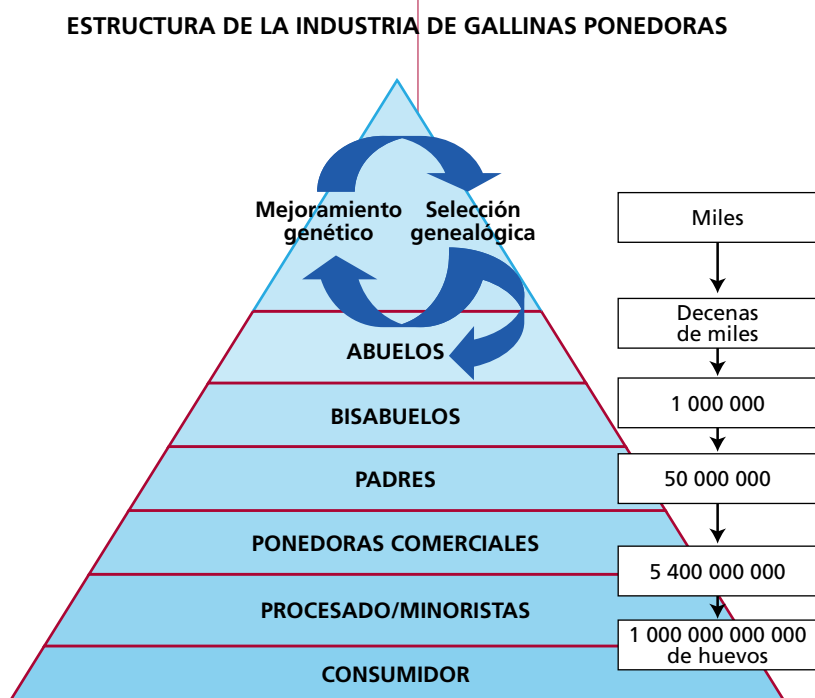
PROGRAMAS DE CRÍA DE GALLINAS PONEDORAS

En los programas de cría de ponedoras comerciales, la selección deberá abordar los siguientes aspectos:

- **Producción y tamaño de los huevos.** El mejoramiento genético en la producción y el tamaño de los huevos se ve obstaculizado por el carácter altamente canalizado del rasgo sujeto a restricciones fotoperiódicas diurnas; las negativas correlaciones genéticas entre la producción de huevos y el tamaño del huevo temprano; la variación en la tasa del aumento del tamaño de los huevos con la edad y la necesidad de predecir la persistencia de la puesta de huevos en las aves seleccionadas para la cría antes de la tercera fase de la producción. Se han utilizado computadoras de alta capacidad y sofisticados paquetes estadísticos que usan la mejor predicción lineal insesgada (BLUP) para predecir la persistencia en el rendimiento de la puesta de huevos de las parvadas, los cuales permiten llevar a cabo una selección temprana y mantener un intervalo generacional relativamente corto.
- **Calidad de los huevos.** La calidad de la cáscara se determina por la resistencia, color, forma y textura; los tres primeros parámetros tienen una heredabilidad de moderada a alta, por lo que responden rápidamente a la selección. El color de la cáscara está determinado casi exclusivamente por el genotipo y la selección se basa normalmente en la medición con espectrofotometría de reflectancia. Hay preferencias culturales por los diferentes colores de los huevos. La resistencia de la cáscara es un factor fundamental que repercute en la rentabilidad. Los criadores han

FIGURA 2

Número de aves y de generaciones implicadas en la transmisión de la respuesta a la selección desde las líneas puras del núcleo de selección en programas de cría de ponedoras comerciales hasta la progenie de ponedoras comerciales



Fuente: McKay, 2008.

seleccionado la resistencia de la cáscara mejorada mediante la medición del espesor de la cáscara, la gravedad específica (en los huevos frescos), la deformación de la cáscara y otros parámetros indirectos y directos. Las alteraciones de la textura y la forma, así como las inclusiones internas (manchas de carne o sangre) se seleccionan sacrificando las aves que ponen estos huevos. La calidad del albumen se ha mejorado mediante la selección del aumento del albumen medido con un micrómetro Haugh.

- *Selección en corrales y al aire libre.* En el pasado la selección efectiva de la cantidad y calidad de los huevos no era viable cuando las aves se encontraban alojadas en grupo en corrales o al aire libre. Recientemente, se han desarrollado una serie de tecnologías para fijar transpondedores en las aves y los nidos, con sensores que permiten registrar la producción de huevos y determinar la gallina que los ha producido, a fin de medir la calidad.

La transmisión del mejoramiento genético desde las poblaciones básicas de cría (donde se lleva a cabo la selección) a los muchos millones de ponedoras comerciales híbridas implica una multiplicación significativa a través de las poblaciones de abuelos y padres, como se muestra en la Figura 2.

RECIENTES AVANCES EN LOS PROGRAMAS DE CRÍA DE POLLOS DE ENGORDE Y PONEDORAS COMERCIALES

Genómica. La secuenciación del genoma y el mapa de la variación genética de los pollos, elaborado en 2004, han tenido un profundo impacto en los programas de cría de pollos de engorde y ponedoras comerciales. En la actualidad hay unos 3,3 millones de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) identificados en el genoma del pollo, que proporcionan un gran número de posibles marcadores para el cartografiado de los loci de caracteres cuantitativos (QTL) y estudios relativos posibilitando una selección más precisa de los rasgos múltiples.

La genómica no sustituirá a los métodos tradicionales de selección, pero permitirá tomar decisiones de selección más acertadas, por lo que las empresas de cría han realizado recientemente considerables inversiones en bioinformática. Ello tendrá un fuerte impacto sobre todo en los caracteres de difícil medición, tales como la resistencia a las enfermedades y los rasgos vinculados al sexo, así como en aquellos con baja heredabilidad. Las grandes empresas internacionales de cría de aves de corral se han comprometido recientemente a emprender una iniciativa conjunta para evaluar y poner en práctica una selección amplia del genoma en sus respectivos programas de mejoramiento.

Transgénicos. Existen tres métodos para la producción de pollos transgénicos: i) uso de vectores virales para introducir ADN foráneo en el genoma; ii) inyección directa de ADN en el cigoto recién fertilizado; iii) utilización de un método celular para realizar modificaciones en el genoma. De estos métodos, el último, con el uso de células germinales primordiales, parece el más prometedor para realizar cambios específicos en el genoma con resultados satisfactorios.

Aunque las tecnologías transgénicas abren interesantes posibilidades para la cría de aves de corral, su aplicación se ve obstaculizada por la renuencia de los consumidores a aceptar los huevos y la carne de las aves de corral comerciales transgénicas.

Selección para la resistencia a enfermedades. La selección directa de los parámetros de resistencia e inmunidad mediante la medición de la respuesta de los familiares puede resultar eficaz en la producción de animales resistentes a las enfermedades. No obstante, se prefiere el uso de marcadores moleculares a fin de evitar las pruebas para la definición de la resistencia en las aves vivas, que son costosas y trabajosas. Se está llevando a cabo un amplio programa de investigación mundial para identificar las bases moleculares de resistencia a las enfermedades de la amplia gama de enfermedades víricas, bacterianas, protozoarias y fúngicas que afectan a las aves de corral.

Sin embargo, a pesar de los enormes esfuerzos mundiales que se están realizando, el método molecular de la resistencia a las enfermedades en las aves de corral ha tenido hasta ahora solo un impacto modesto. Dos áreas en las que se ha obtenido una respuesta relativamente buena son la selección para la resistencia a la enfermedad de Marek, basada en los haplotipos del complejo principal de histocompatibilidad (MHC), y la selección para la resistencia al virus de la leucosis aviar, basada en las diferencias de los receptores de los genes identificados. La combinación del método molecular y tradicional de selección de hermanos ha producido mejoras significativas en la resistencia general de una serie de líneas comerciales de producción de carne y huevos.

REFERENCIAS

- McKay, J.C.** 2008. The genetics of modern commercial poultry. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.

Métodos genéticos para mejorar el rendimiento en condiciones subóptimas

Robert Pym, School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, 4343, Queensland, Australia

SELECCIÓN EN LÍNEAS COMERCIALES DE AVES DE CORRAL

En la producción de lotes de aves de corral para los países en desarrollo, las grandes empresas multinacionales tienden a promover las líneas que se utilizan en los países desarrollados, la mayoría de los cuales tienen climas templados, sosteniendo que estas líneas pueden adaptarse a todos los ambientes. Sin embargo, la mayoría de estas líneas se han seleccionado para lograr una mayor productividad y resistencia en condiciones de gestión y nutrición relativamente buenas y, por regla general, sin estrés térmico significativo. Si son tolerantes a condiciones subóptimas, es fruto de la casualidad más que de una selección controlada. Para maximizar el rendimiento, las empresas fomentan a menudo la adopción de mejores estándares y prácticas de gestión en los países objetivo.

Dada la amplia variedad de factores nutricionales que influyen en el rendimiento, las grandes empresas no han intentado criar aves con tolerancia a carencias nutricionales específicas, a excepción del caso de la selección de aves con una mayor tolerancia al estrés por calor (Cahaner, 2008). El estrés por calor tiene un fuerte impacto en el rendimiento, en particular en el crecimiento

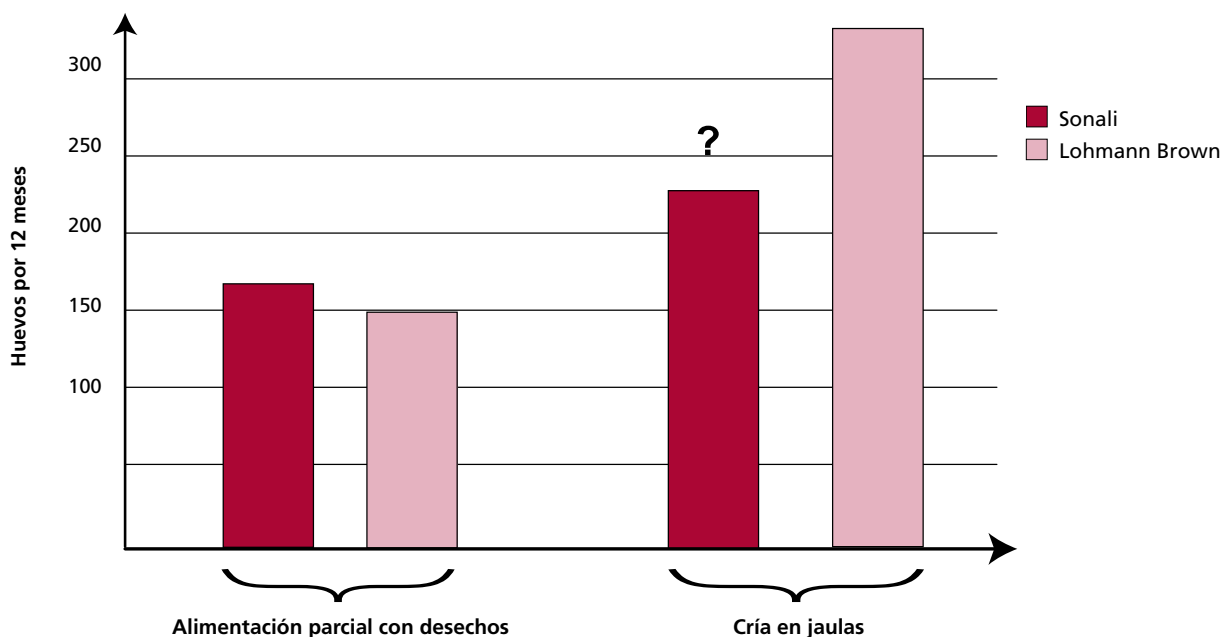
de los pollos de engorde, debido a la elevada producción de calor metabólico. La mayoría de los países en desarrollo se caracterizan por las altas temperaturas, por lo que mantener los alojamientos avícolas a una temperatura razonable resulta demasiado costoso o simplemente imposible debido a la insuficiencia o carencia de suministro eléctrico y otros factores. Como resultado de esta susceptibilidad al estrés por calor de las líneas de pollos de engorde, es una práctica habitual en muchos países tropicales en desarrollo comercializar las aves a una edad temprana y con un peso bajo, antes de que el estrés por calor se convierta en un problema importante.

INTERACCIÓN GENOTIPO-MEDIO AMBIENTE

Una serie de estudios han demostrado la existencia de interacciones genotipo-medio ambiente midiendo el crecimiento o el rendimiento de la puesta de huevos de diferentes líneas en condiciones de gestión adecuada y de elevados insumos y en condiciones duras y de bajos insumos (Besbes, 2008). La ingesta de nutrientes suele ser una de las principales diferencias entre los dos tipos de condiciones. En casi todos los casos estudiados, las poblaciones comerciales lograron un rendimiento considerablemente mayor que las poblaciones autóctonas criadas en buenas condiciones,

FIGURA 1

Efectos de las interacciones entre la raza y el medio ambiente en la producción de huevos



Fuente: Sørensen, 1999.

pero solo ligeramente superior o igual en condiciones duras con bajos insumos (Tadelle, Alemu y Peters, 2000; Singh *et al.*, 2004).

Un ejemplo de lo anterior lo ofrece la comparación del rendimiento de la puesta de huevos de las gallinas Lohmann Brown y las gallinas Sonali en condiciones óptimas (muestreo al azar) y en condiciones de alimentación parcial con desechos (Sørensen, 1999). Las gallinas Sonali son cruces F1 entre gallos Rhode Island Red y gallinas Fayoumi. La Figura 1 muestra el rendimiento relativo de las dos líneas en los dos entornos citados. Las Lohmann Brown produjeron 303 huevos en 12 meses bajo las condiciones óptimas de la prueba del muestreo al azar, pero solo 140 huevos bajo condiciones de alimentación parcial con desechos, mientras que las Sonali produjeron en este caso 156 huevos. Las Sonali no se han sometido a la prueba del muestreo al azar, pero su producción se estima en poco más de 200 huevos (Sørensen, comunicación personal).

Existe, por consiguiente, un argumento convincente para la aplicación de la genética a la producción de poblaciones con un buen rendimiento en las condiciones subóptimas predominantes en muchos países en desarrollo. Antes, sin embargo, deberán aplicar las medidas de gestión mejoradas que se haya demostrado que generen un mayor rendimiento y son efectivas en función de los costos y sostenibles, en particular las medidas que mejoran la tasa de supervivencia de las aves jóvenes (cría en confinamiento temprano con las gallinas, con alimentación suplementaria y vacunación), las medidas de alimentación suplementaria de las poblaciones en crecimiento y de mayor edad con alimentos disponibles localmente, y las medidas de prevención de enfermedades en vigor.

CRÍA PARA EL RENDIMIENTO EN CONDICIONES SUBÓPTIMAS

Debido a los complejos procesos y recursos que intervienen en el mejoramiento genético, no tiene mucho sentido tratar de mejorar el rendimiento de una raza con un bajo potencial de producción inherente. La selección de la raza o razas que se van a utilizar es, por tanto, fundamental e implica un conocimiento en profundidad de las características específicas de cada raza y una definición clara de los objetivos de cría.

Las explotaciones de pequeña escala basadas en el sistema de alimentación parcial con residuos han de hacer uso de aves con una doble finalidad: la producción de huevos y carne. Las oportunidades de selección para una producción de huevos mejorada están limitadas por el hecho de que las gallinas incuban los huevos de cada una de las puestas y crían los pollitos hasta las seis o siete semanas de edad, aproximadamente, antes de reiniciar la puesta sucesiva. El sistema de producción es complejo y focalizar la atención en uno de los componentes podría tener repercusiones negativas en los otros. Dos requisitos obvios son la cloquez y la aptitud materna. Algunas razas/ecotipos son famosas por ser buenas ponedoras y madres y son, por consiguiente, tan buenas candidatas como las gallinas de cualquier programa de cruzamiento. Llevar a cabo una selección eficaz de las aves de manera individual reviste mayor dificultad debido a la posible existencia de diferencias importantes en el efecto de los factores nutricionales y las enfermedades en el rendimiento individual de las aves. Existen, no obstante, buenas razones para el sacrificio de las gallinas con bajo rendimiento, aunque en los sistemas de pequeña escala a menudo hay pocas oportunidades para ejercer cualquier

tipo de presión selectiva, ya que es necesaria la supervivencia de todas las gallinas para poder mantener el tamaño de la parvada.

La mayor demanda de carne que de huevos en muchos países en desarrollo justifica la particular atención prestada a la tasa de crecimiento y a la conformación corporal de todos los lotes en las explotaciones de una sola raza y de los machos en los programas de cruzamiento. Esto debe ponerse en relación con los recursos alimenticios disponibles. Si los últimos son limitados, un peso corporal elevado puede ser una desventaja, ya que el ave podría obtener nutrientes suficientes solo para satisfacer las necesidades de mantenimiento, sin poder destinar nada al crecimiento.

En las explotaciones comerciales de pequeña escala donde se practica la cría en confinamiento y la alimentación suplementaria, está justificado el uso de líneas/razas comerciales mejoradas de pollos de engorde o ponedoras. Sin embargo, su idoneidad depende del nivel y la calidad de la alimentación y de la eventual exposición de las aves a condiciones climáticas extremas. El hecho de que la alimentación no sea óptima y las dietas comerciales o bien no estén disponibles o bien se consideren demasiado caras es un motivo para utilizar genotipos locales u otros. Un factor importante son los precios relativos pagados por la carne y los huevos producidos por los diferentes genotipos. Cuando se paga un sobrepeso significativo por la carne y los huevos de razas autóctonas, la cría y alimentación en confinamiento de estas aves puede estar justificada aunque su nivel de productividad sea considerablemente más bajo.

En todos los sistemas de producción a pequeña escala de los países tropicales en desarrollo, la tolerancia de las aves a las altas temperaturas es un requisito fundamental. Una de las maneras más eficaces de aumentar la tolerancia al calor es mediante la incorporación de genes individuales que reducen o modifican el plumaje, tales como los genes que determinan el carácter cuello desnudo (*Na*), sin plumas (*Sc*) y plumaje rizado (*F*), así como genes autosómicos y ligados al sexo que dan lugar al enanismo reduciendo el tamaño del cuerpo (Cahaner *et al.*, 2008). Estos genes son segregados en algunas poblaciones autóctonas, en las que se produce una selección natural para la tolerancia al calor como componente primordial de la aptitud reproductiva. Existen también motivos para la incorporación de estos genes en las líneas comerciales actuales, ya que los recursos y el tiempo que hacen falta para ello son mínimos en comparación con los que se necesitan para desarrollar una línea de alta producción tolerante al calor a partir de una población base (Cahaner, 2008).

MÉTODOS DE CRÍA

Cruzamiento

El mejoramiento genético se puede lograr mediante cruces, con o sin selección genética en las líneas parentales, mediante la mejora por retrocruzamientos repetidos para obtener una raza parental superior, o mediante la selección dentro de la línea. El método del cruzamiento implica normalmente un cruce bidireccional entre una raza exótica mejorada y una raza autóctona, con el objetivo de combinar el mayor nivel de producción de la primera con la capacidad de adaptación de la segunda a entornos adversos. Este sistema también maximiza la expresión de la heterosis, o vigor híbrido, en el cruce, que se refleja normalmente en la mejora de las características físicas.

Ejemplos de este método son los programas de cruzamiento de Bangladesh y la India, descritos con cierto detalle por Sørensen (FAO, 2010). En síntesis, el programa de Bangladesh se basa en los cruces entre machos Rhode Island Red (RIR) y hembras Fayoumi para obtener el cruce F1 Sonali. La raza RIR es una raza de los Estados Unidos de América utilizada por numerosas empresas comerciales de producción a nivel mundial como población base para sus líneas de huevo marrón; la raza Fayoumi es una raza egipcia con una producción de huevos razonable en entornos difíciles y es conocida en particular por su resistencia genética a las enfermedades. La raza cruzada de gallinas Sonali ha demostrado ser el cruce de mayor rendimiento y más rentable en varias comparaciones efectuadas en condiciones de alimentación parcial con desechos en Bangladesh (Rahman *et al.*, 1997).

El programa de la India se basa en cruzar machos de la raza Aseel con gallinas CARI Red para obtener gallinas cruzadas CARI Nirbheek. La raza autóctona Aseel está bien adaptada a las condiciones tropicales y es conocida por sus imponentes cualidades de combate y su tenacidad en la lucha, que la permiten protegerse contra los depredadores. La hembra CARI Red ha sido seleccionada para obtener una mayor capacidad de producción de huevos en condiciones tropicales. En el campo, las gallinas CARI Nirbheek que recibieron aproximadamente 30 g de alimento suplementario al día llegaron a producir 163 huevos al año, con una tasa de supervivencia situada entre un 90 y un 95 por ciento (Singh *et al.*, 2004).

Mejora por retrocruzamiento

Los programas de mejoramiento genético de aves de corral mediante retrocruzamiento repetido de la descendencia femenina con machos de la raza parental de rendimiento superior o mediante programas de intercambio de gallos en los que se distribuyen machos de razas mejoradas a los pequeños productores, no han obtenido resultados especialmente satisfactorios. En ambos casos, es necesario mantener separadas las poblaciones parentales de aves y la progenie a menudo pierde la capacidad de cloquez, por lo que no pueden incubar o criar a sus pollitos. Esta es una deficiencia importante dada la finalidad con la que se producen las aves. Además, la supervivencia de los machos de razas mejoradas a menudo se ve amenazada por la falta de adaptación al medio ambiente y por los peligros del entorno. Entre estos peligros destaca la atracción que despiertan estas aves en otros avicultores, lo que provoca robos frecuentes con fines de cría o alimentación. Estas limitaciones también se aplican a los programas de cruzamiento.

Selección dentro de la línea

La selección dentro de la línea para la mejora del crecimiento o el nivel de producción de huevos supone la aplicación de procedimientos complejos que tienen que llevarse a cabo en una estación de cría central (Besbes, 2008). La necesidad de una población lo suficientemente grande, el registro del pedigrí, la medición precisa del rendimiento individual y la posibilidad de reducir al mínimo las variaciones ambientales hace que sea imposible que los avicultores puedan ejecutar a nivel individual programas de selección eficaces. Incluso si la estación de cría central cuenta con los recursos necesarios, la respuesta suele ser lenta y la logística para la distribución de los lotes seleccionados a los avicultores

plantea dificultades considerables. Las economías de escala son muy importantes, tal y como pone de relieve la drástica reducción del número de empresas de producción de aves de corral a nivel mundial durante los últimos 20 años.

Sin duda se necesitan poblaciones avícolas con buena capacidad de rendimiento en las condiciones ambientales subóptimas que suelen imperar en los países en desarrollo. El vínculo entre el rendimiento y los recursos alimenticios y otro tipo de recursos de gestión comporta que cualquier mejora genética de la capacidad de rendimiento haya de ir acompañada de un incremento de los recursos. Si bien el mejoramiento genético mediante cruzamientos o retrocruzamientos produce, indudablemente, una mayor producción de huevos y/o carne (siempre que vaya acompañado por un aumento de los recursos alimenticios y otros recursos de gestión), deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

- la mayor complejidad de gestionar varias líneas diferentes;
- la probable pérdida de cloquez de las aves, así como de la capacidad para criar a sus pollitos;
- el efecto que puede tener en el interés de los avicultores por los pollos y de los consumidores por su carne y huevos.

La selección dentro de la línea evita la mayor parte de estos problemas, pero para ser eficaz ha de llevarse a cabo en una estación de cría central y estar bien organizada y financiada. La elección de la raza o razas de la población base es fundamental para el éxito de la empresa.

REFERENCIAS

- Besbes, B.** 2008. Genotype evaluation and breeding of poultry for performance under sub-optimal village conditions. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio-4 de julio de 2008. CD-ROM.
- Cahaner, A.** 2008. Breeding broilers for hot conditions. *Nigerian Poultry Science Journal*, 5(4): 156-163.
- Cahaner, A., Druyan, S., Hadad, Y., Yadgari, L., Astrachan, N., Kalinowski, A. y Romo, G.** 2008. Breeding broilers for tolerance to stresses. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio-4 de julio de 2008. CD-ROM.
- FAO.** 2010. Chicken genetic resources used in smallholder production systems and opportunities for their development, por P. Sørensen. FAO Smallholder Poultry Production Paper n.º 5. Roma.
- Rahman, M., Sørensen, P., Jensen, H.A. y Dolberg, F.** 1997. Exotic hens under semi-scavenging conditions in Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*, 9(3): 1-11.
- Singh, D.P., Johri, T.S., Singh, U.B., Narayan, R. y Singh, D.** 2004. *Proceedings of the 22nd World's Poultry Congress*, Estambul, Turquía.
- Sørensen, P.** 1999. Interaction between breeds and environments? En F. Dolberg. y P.H. Petersen, eds. *Poultry as a tool in poverty eradication and promotion of gender equality*. Actas del taller del 22-26 de marzo, 1999, celebrado en Tune Landboskole, Dinamarca. Frederiksberg C, Dinamarca, DSR Forlag. pp. 145-150.
- Tadelle, D., Alemu, Y. y Peters, K.J.** 2000. Indigenous chickens in Ethiopia: genetic potential and attempts at improvement. *World's Poultry Science Journal*, 56(1): 45-54.

Diversidad genética y conservación de los recursos genéticos

Robert Pym, School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, 4343, Queensland, Australia

DESARROLLO DE RAZAS Y DIVERSIDAD GENÉTICA

La mayor parte de las especies de aves de corral del mundo presentan una enorme diversidad genética como consecuencia de:

- las actividades llevadas a cabo por los seleccionadores y criadores de aves de corral de todo el mundo durante largo tiempo;
- el extraordinario número de pequeñas parvadas alimentadas en parte con desechos que se crían en los sistemas de agricultura de subsistencia en los países en desarrollo;
- los esfuerzos de los criadores comerciales para producir líneas de aves con un alto rendimiento de carne y huevos.

Muchas de las razas desarrolladas durante siglos fueron seleccionadas tanto por las características morfológicas y la apariencia como para la producción. Prueba de ello es la enorme cantidad de razas de gallinas y ecotipos que podemos encontrar en el mundo.

Las principales características de las aves de corral que hacen posible un rápido aumento del número de razas y ecotipos en todos los países son sus tasas de reproducción realmente elevadas y los cortos intervalos de generación. Paradójicamente, es esta misma capacidad lo que ahora amenaza la supervivencia de muchas de las razas desarrolladas en el pasado. La necesidad de una producción eficiente, junto con la complejidad y el costo de funcionamiento de los programas de cría eficaces, se ha traducido en líneas comerciales seleccionadas de pollos de engorde y gallinas ponedoras que han sustituido varias de las razas que se criaban antes con fines de producción; en los últimos 20 años se ha asistido también a una drástica reducción del número de empresas de cría comercial y de líneas genéticas.

En cualquier debate sobre la diversidad genética, con el término *razas* se hace referencia a conceptos eminentemente culturales en lugar de a entidades físicas. Ello es debido a que los estándares de la raza se han definido durante largo tiempo por el fenotipo, el cual puede implicar o no diferencias significativas en el genotipo. Solo recientemente se han desarrollado herramientas moleculares capaces de definir el grado de diversidad genética entre las diferentes razas. Es por tanto necesario adoptar una definición amplia de *raza* hasta que no se defina el término de una manera más objetiva.

Las razas de aves de corral se pueden clasificar en varios grupos diferentes en función de su uso presente y pasado. Russell (1998) diferencia las razas de aves de corral en: líneas industriales o comerciales; razas utilizadas en la agricultura tradicional; razas históricas que incluyen las antiguas especies autóctonas; razas de combate utilizadas principalmente en las peleas de gallos; razas ornamentales, que se utilizan principalmente en las exhibiciones, y las líneas experimentales. Dentro de estas razas los colores de los plumajes y los tipos de cresta son muy diversos (Simianer y

Weigend, 2007), lo que parece indicar la existencia de un enorme grado de diversidad genética y plantea preguntas acerca de la mejor manera de asignar los limitados recursos existentes para conservar esta diversidad lo más eficazmente posible.

CLASES DE RAZAS Y NIVEL DE RIESGO

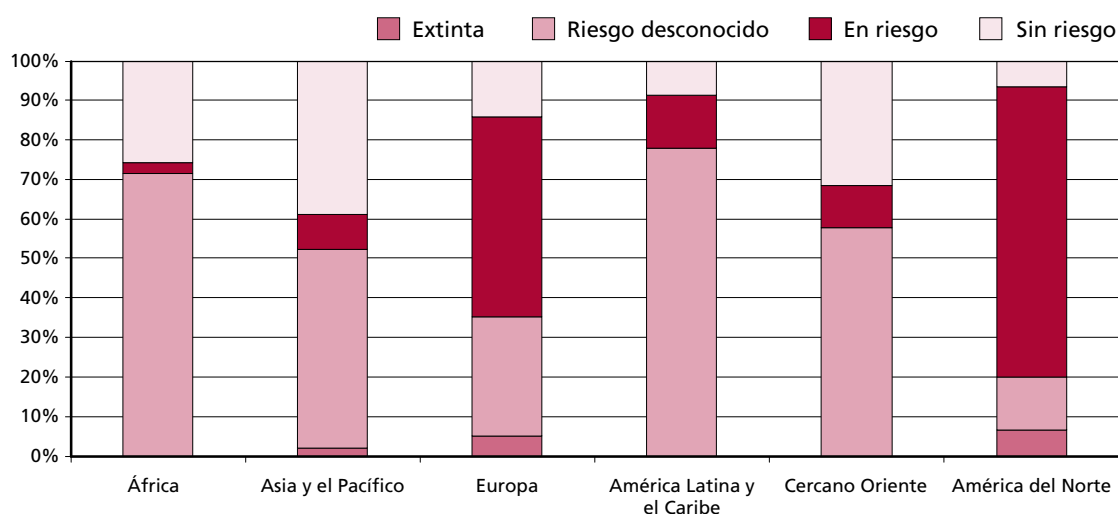
En la actualidad existe una considerable preocupación acerca del número de razas de aves de corral extintas o en peligro de extinción. Esta información procede de *La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura* (FAO, 2010), la primera evaluación mundial sobre la diversidad de los animales domésticos. El proceso de evaluación incluyó la actualización de la base de datos mundial del Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos (DAD-IS), que ahora contiene información relacionada con 16 especies avícolas, 3 505 poblaciones de razas nacionales y alrededor de 2 000 razas. Las razas de pollos constituyen la gran mayoría (63 por ciento) del total de razas de aves, seguidas de las de patos (11 por ciento), gansos (9 por ciento) y pavos (5 por ciento). Las razas autóctonas o locales representan la mayor parte de la diversidad genética de las aves de corral del mundo. Las razas se han clasificado en función de si se registran en un solo país (locales), en varios países de la misma región (transfronterizas regionales), o en varias regiones (transfronterizas internacionales). Los porcentajes de cada una de estas categorías varían considerablemente de una región a otra (para más detalles, véase Hoffmann, 2008).

Como se señala en Hoffmann (2008), con frecuencia faltan datos de población, lo que hace que la evaluación de riesgos sea extremadamente difícil. La carencia de datos es consecuencia de las dificultades que comporta el seguimiento del ganado menor y de la escasa importancia que, en general, la mayoría de los gobiernos otorgan a las aves de corral, a pesar de las importantes funciones que desempeñan en relación con la seguridad alimentaria, los medios de vida rurales y la equidad de género. Para el 36 por ciento de las razas avícolas registradas, el estado de peligro resulta desconocido; el 35 por ciento no está en peligro, y el 30 por ciento está en situación de riesgo. De 2 000 razas de aves registradas, el 9 por ciento —principalmente gallinas (83 por ciento)— se clasifican como extintas (FAO, 2010). La mayoría de estas razas extintas eran de Europa (Figura 1).

Las regiones con las mayores proporciones de razas de aves en situación de riesgo pertenecen a América del Norte, con el 73 por ciento del total de razas avícolas, y Europa y el Cáucaso, con el 51 por ciento. Entre las diferentes especies de aves, las razas en situación de riesgo son el 36 por ciento de las gallinas y pavos, el 31 por ciento de los gansos, y el 25 por ciento de los patos.

GRÁFICO 1

Situación de riesgo de las razas de gallinas locales y regionales, por regiones



Fuente: DAD-IS.

CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE LAS AVES DE CORRAL

La importancia de las razas autóctonas de aves de corral para la agricultura de subsistencia de muchos países en desarrollo, junto con la preferencia de numerosos consumidores por sus huevos y carne, parece indicar que estos recursos genéticos no están bajo amenaza inmediata. Sin embargo, la erosión gradual de la integridad genética de las poblaciones debida a los cruzamientos y programas de mejoramiento es motivo de preocupación. Además, se ha observado que en ocasiones la variación genética real entre las diferentes razas de aves autóctonas de regiones cercanas es mínima, como consecuencia de intercambios de larga data de reproductores entre las aldeas. Solo se observa una sustancial diversidad genética entre las poblaciones de gallinas de las aldeas de poblaciones muy distantes geográficamente (Tixier-Boichard, Bordas y Rognon, 2008).

En los países desarrollados los criadores de aves de corral desempeñan un papel vital en el mantenimiento de poblaciones genéticamente diversas de especies avícolas. La alta tasa reproductiva y el breve intervalo de generación de la mayoría de las especies hacen que las poblaciones reproductivamente viables puedan mantenerse a un costo razonable. La mayoría de los "criadores puros" están motivados por el placer que les reporta la parvada y la aventura de la crianza, pero constituyen, sin duda, una fuente vital, en buena medida sin explotar, de diversidad y recursos genéticos avícolas. Estos criadores y los productores de aves de corral de pequeña escala de los países en desarrollo son un importante medio de conservación *in vivo* de los recursos genéticos de las aves de corral.

Recientemente, los recursos genéticos de las aves de corral han experimentado una pérdida significativa debido a la terminación de las líneas comerciales asociadas con fusiones de empresas de cría y con la consolidación mundial de las explotaciones comerciales de cría de aves de corral. También se han producido importantes pérdidas en las líneas experimentales, la mayoría de las cuales se producen en centros de investigación, ya que cada vez es más difícil encontrar los fondos necesarios para su conservación.

Además de la conservación *in vivo*, el material genético también se conserva *in vitro*, principalmente a través de la crío-preservación de semen. Bajo este enfoque, el retrocruzamiento repetido es necesario para restablecer una raza, lo que puede tardar hasta siete generaciones. Además, el genoma original de la raza desaparecida no puede restablecerse por completo con este enfoque, debido a la pérdida de ADN mitocondrial. Aunque los embriones crío-conservados permiten el completo restablecimiento de una raza, esto no es posible para las especies de aves en la actualidad. La crío-conservación de células aisladas de embriones, células germinales primordiales o células blastodermo puede ser una opción en el futuro, pero hoy en día es demasiado costoso para los programas de conservación genética (Hoffmann, 2008).

LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN

Según la base de datos de la FAO, se estima que alrededor del 25 por ciento de las razas de gallinas están incluidas en los programas de conservación, aunque no se dispone de información acerca de las características o eficacia de estos programas. De acuerdo con informes nacionales de la FAO, solo el 15 por ciento de los países (la mitad de ellos países en desarrollo) tienen programas de conservación de aves de corral (*in vivo* e *in vitro*), que contemplan el 63 por ciento de las razas locales y el 11 por ciento de las poblaciones nacionales de razas transfronterizas. Según información del Banco de datos mundial, 195 razas de aves de corral (de las cuales un 77 por ciento son gallinas, un 9 por ciento patos, otro 9 por ciento gansos y un 3 por ciento pavos) tienen programas de conservación, si bien algunos de estos datos no están actualizados. Hoffmann (2008) recoge detalles sobre programas nacionales específicos que no figuran en el Banco de datos mundial.

MEDIR LA DIVERSIDAD GENÉTICA

Recientemente se ha pasado de la diferenciación de las razas de aves de corral en función de las características morfológicas y la coloración del plumaje a la diferenciación basada en mediciones a nivel molecular. El uso de marcadores moleculares puede proporcionar criterios

cuantificados para evaluar la diversidad genética, tanto en el seno de las poblaciones como entre ellas. Sin embargo, si bien pueden usarse para estudiar la relación entre poblaciones, proporcionar información sobre su historial, detectar introgresiones y contribuir a la definición genética de una raza, los marcadores moleculares *no* proporcionan información sobre fenotipos ni características de adaptación especiales. Es fundamental realizar un muestreo adecuado para la caracterización molecular de una raza a efectos comparativos; se requiere un mínimo de entre 30 y 50 individuos. La determinación del genoma de la gallina en 2004 (Hillier *et al.*, 2004) ha facilitado el uso de marcadores moleculares para la caracterización de las razas y ecotipos. Aunque el conocimiento del genoma de otras aves de corral es menos completo, hay mapas de ligamiento para patos, codornices y pavos, y la referencia al genoma de la gallina constituye en general un enfoque eficaz para estudiar el orden y estructura de los genes. La disponibilidad de marcadores moleculares no es, en consecuencia, un factor limitante en la mayoría de las especies de aves de corral. Son preferibles los marcadores microsatélites altamente polimórficos, ya que proporcionan gran cantidad de información para un número limitado de loci; la mayoría de los estudios utilizan entre 20 y 30 marcadores. Es probable un mayor desarrollo de las herramientas moleculares para el estudio de la diversidad genética que usan el polimorfismo de nucleótido único.

LA DIVERSIDAD GENÉTICA EN LAS RAZAS Y POBLACIONES

Como observan Tixier-Boichard, Bordas y Rognon (2008), los estudios que usan marcadores microsatélites muestran grandes variaciones en heterocigosis, que van desde un 28 por ciento para una raza de adorno hasta un 67 por ciento para una población de aldea, aunque el valor medio (alrededor de un 50 por ciento) es bastante inferior al observado en los mamíferos domésticos. Los niveles más altos de diversidad en el seno de una población se registran en especies silvestres ancestrales, poblaciones locales no seleccionadas y un reducido número de razas estandarizadas criadas en grandes poblaciones y de líneas comerciales de pollos de engorde. Se obtuvo un rango de valores para las razas europeas de adorno, lo que refleja la variabilidad de la historia de la población dentro de este tipo de población. Los valores esperados para el rango de heterocigosis se sitúan desde un 50 a un 63 por ciento para los pollos de engorde y un 45 a un 50 por ciento para las ponedoras de huevo marrón, hasta aproximadamente un 40 por ciento para las ponedoras de huevo blanco, que presentan los niveles más bajos de todas las líneas comerciales. Estos estudios parecen indicar que existe un importante acervo de diversidad genética dentro de las razas locales de gallinas.

SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES GENÉTICAS

El *Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos* (FAO, 2007) identifica la necesidad de estrategias basadas en los países para garantizar que las actividades de inventario y seguimiento puedan vincularse y coordinarse con planes de acción como los censos agrícolas o las encuestas de población ganadera. El seguimiento requiere la comprobación periódica del estado de la población, así como la evaluación de las tendencias en el tamaño y estructura de las poblaciones y razas, su distribución geográfica, el estado del peligro de extinción y la diversidad genética. Debido a su importante aportación al consumo de carne de aves de corral en

las zonas rurales de los países en desarrollo, es vivamente aconsejable efectuar el seguimiento de las poblaciones de pollos de razas locales. Dicho seguimiento contribuirá a la planificación de políticas nacionales de desarrollo en estos países.

REFERENCIAS

- FAO.** 2007. *Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la Declaración de Interlaken*. Roma.
- FAO.** 2010. *La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura*. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Roma.
- Hillier, L.W., Miller, W., Birney, E., Warren, W., Hardison, R.C., Ponting, C.P., Bork, P., Burt, D.W., Groenen, M.A., Delany, M.E. et al.** 2004. Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution. *Nature*, 432:695-716.
- Hoffmann, I.** 2008. The global plan of action for animal genetic resources and the conservation of poultry genetic resources. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio-4 de julio de 2008. CD-ROM.
- Russell, C.** 1998. *Why the SPPA is needed*, versión editada del artículo We must maintain poultry's heritage publicado en el Anuario de 1998 de la APA.
- Simianer, H. y Weigend, S.** 2007. Konzept für die Planung von Maßnahmen zur Erhaltung der genetischen Diversität bei landwirtschaftlichen Nutztieren am Modell des Haushuhnes. Abschlussbericht im Rahmen des Programms des BMELV zur Biologischen Vielfalt /Genetische Ressourcen. 60 pp. (informe inédito)
- Tixier-Boichard, M., Bordas, A. y Rognon, X.** 2008. Characterization and monitoring of poultry genetic resources. *Actas del XXIII congreso sobre aves de corral*, Brisbane, Australia, 30 de junio - 4 de julio de 2008. CD-ROM.