ITEA (2004), Vol. **100A N.° 3,** 202-205

DETERMINACIÓN DEL SEXO EN POLLITOS DE 1 DÍA

J.L. Campo, M.G. Gil, S.G. Dávila, I. Muñoz

Departamento de Mejora Genética Animal, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria, Apartado 8111, 28080 Madrid

Introducción

La industria avícola de puesta necesita exclusivamente pollitos hembra mientras que la industria de carne prefiere pollitos macho, por su mejor velocidad de crecimiento y conversión de alimento, aunque acepta pollitos de ambos sexos que suelen criarse separadamente. En la avicultura de puesta, se sacrifican cada año millones de pollitos macho el día del nacimiento, aproximadamente 4.000 millones en todo el mundo, originando problemas desde el punto de vista industrial (eliminación de esa enorme cantidad de pollitos, casi siempre con CO_2) y del bienestar animal. El sexado de pollitos de 1 día no sólo hay que hacerlo en las granjas de producción de aves comerciales, sino también en las de multiplicación de madres y abuelas (sólo hace falta un sexo de cada estirpe para producir un cruce comercial) y en las de selección de bisabuelas (sólo hace falta 1 gallo por cada 10 gallinas). El propósito de este trabajo es resumir los principales métodos de sexado y la contribución del departamento de Mejora Genética Animal a los mismos.

Métodos de sexado

Los dos métodos principales son el japonés y el genético. El método japonés consiste en separar los machos y las hembras por las características anatómicas de los bordes de la cloaca (JULL, 1934: *Poultry Science* 13, 250-254). Es el único que puede utilizarse en las estirpes puras de las granjas de selección y multiplicación, y es la mejor alternativa en las ponedoras de huevo blanco y en las aves de carne de plumaje blanco. Necesita personal altamente especializado con mucha destreza visual y manual. Con este método, la mortalidad del pollito en los primeros días aumenta, así como los problemas de bioseguridad derivados de la movilidad de este personal entre granjas. Un buen sexador procesará 1.000 pollitos/hora a un coste aproximado de 0.05 €/pollito.

El sexado genético consiste en utilizar una línea paterna (cromosomas sexuales iguales, *Z/Z*) y una línea materna (cromosomas sexuales diferentes, *Z/W*) que difieran en algún gen ligado al sexo, con el alelo dominante presente en la línea materna y el recesivo en la paterna. Los métodos más usados son el de la velocidad de emplume y el del color del plumaje (CRAWFORD, 1990: *Poultry Breeding and Genetics*).

El alelo dominante *K* para velocidad de emplume lenta permite separar los pollitos que lo llevan, comparando la longitud relativa de las plumas primarias y coberteras del ala, siendo ambos tipos de similar longitud cuando este alelo está presente y las primarias de mayor longitud que las cober-

teras en presencia del alelo normal (k^+). El cruce sería: k^+/k^+ x $K/-$ → K/k^+ : $k^+/-$, llevando los pollitos macho el alelo para velocidad de emplume lenta y careciendo los pollitos hembra de él. Una persona experimentada puede sexar 2.000 pollitos/hora con este método, siendo su coste inferior al del método japonés (0.02 €/pollito). Se utiliza en ponedoras de huevo blanco y en aves de carne de plumaje blanco, aunque tiene dos inconvenientes. El primero de ellos es que está estrechamente ligado a un virus endógeno que puede causar un aumento en la susceptibilidad a la leucosis. El segundo es que los problemas de picaje y canibalismo son mayores en las poblaciones portadoras del alelo de emplume lento.

El método de sexado por el color del plumaje más usado en la actualidad se basa en el alelo dominante *S* para plumaje plateado, que permite separar los pollitos de color amarillo portadores de este alelo de los de color dorado portadores del alelo normal s^+. El cruce sería en este caso: s^+/s^+ x $S/-$ → S/s^+ : $s^+/-$, llevando los pollitos macho el alelo para color de plumón amarillo y careciendo los pollitos hembra de él. Para que este tipo de sexado funcione, el fondo genético del plumón del pollito tiene que ser de feomelaninas, normalmente debido a la interacción epistática entre los genes e^{Wh} (trigueño dominante) y *Co* (colombino). Con este tipo de sexado pueden separarse fácilmente 4.000 pollitos/hora siendo también el de menor coste (0.01 €/pollito). Se utiliza comercialmente en ponedoras de huevo marrón y en aves de carne de plumaje rojo.

Un segundo método de sexado por el color de plumaje se basa en el gen del barrado ligado al sexo (*B*), separando en este caso los pollitos que presentan una mancha blanca en la cabeza de los que no la llevan debido a la acción del alelo normal (b^+). En este caso es imprescindible que el pollito tenga un fondo negro debido a la presencia de eumelaninas, producidas generalmente por el gen *E*. El cruce sería: b^+/b^+ x $B/-$ → B/b^+ : $b^+/-$, llevando los pollitos macho el alelo para mancha blanca en la cabeza y careciendo los pollitos hembra de él. En la actualidad sólo se utiliza en las gallinas camperas de huevo marrón, pues tiene el grave inconveniente de que la gallina comercial negra y roja tiene la canal depreciada por los cañones de las plumas.

En fase experimental existe un tipo de sexado por el color del ojo (SANTOS y SILVERSIDES, 1996: *Poultry Science* 75, 585-588) basado en el alelo recesivo para albinismo imperfecto ligado al sexo (s^{al}), separando los pollitos que no tienen pigmentación en el ojo de los que tienen el ojo con pigmentación normal (s^+). El cruce sería: s^{al}/s^{al} x $s^+/-$ → s^+/s^{al} : $s^{al}/-$, llevando los pollitos macho el alelo para ojo pigmentado y careciendo los pollitos hembra de él. La ventaja de este método es que puede hacerse antes del nacimiento del pollito, cuando el huevo lleva 10 días de incubación, obviando el problema de la eliminación masiva de los pollitos del sexo no deseado. La línea paterna además puede ser portadora del alelo plateado (*S*) en lugar del s^+.

Uso de nuevas tecnologías

Los métodos basados en nuevas tecnologías identifican el sexo en el huevo de incubar, antes del nacimiento, aunque de momento no se utilizan a escala comercial. Los principales métodos utilizan marcadores moleculares asociados al cromosoma *W* (GRIFFITHS y col., 1998: *Molecular Ecology* 7, 1071-1075), citometría (NAKAMURA y

col., 1990: *Cytogenetics and Cell Genetics* 53, 201-205), o determinan los estrógenos dentro del alantoides (GILL y col., 1983: *General Comparative Endocrinology* 49, 176-186). El marcador molecular de mayor interés es el *CHD*, que aunque tiene homólogo en el cromosoma *Z* permite diferenciar ambos sexos, ya que los genes W_{CHD} y Z_{CHD} contienen intrones de diferente longitud que pueden distinguirse por la reacción de la polimerasa en cadena. La electroforesis producirá dos bandas en las hembras y una sola banda en los machos. Este método es demasiado lento (50 muestras/hora), caro, y requiere personal altamente especializado, por lo que actualmente sólo se utiliza en estudios de laboratorio y en programas de conservación.

La citometría permite identificar el sexo por diferencia en contenido de DNA entre los cromosomas *W* y *Z*, que al igual que en otras especies de vertebrados es un 2% aproximadamente mayor en el sexo homogamético. Aunque este método es más rápido que el anterior (150 muestras/hora) necesita instrumental de muy elevado coste.

El sexo del embrión puede también distinguirse analizando los estrógenos en el fluido del alantoides, presentes en las hembras pero no detectables en los machos. Se está desarrollando un prototipo comercial capaz de procesar 25.000 huevos/hora, por lo que éste podría ser el método del futuro. El porcentaje de incubabilidad disminuye casi un 2% cuando se utiliza el procedimiento.

Estudios genéticos en el departamento de mejora animal

El primer estudio (CAMPO y RUANO, 1986: *18th World's Poultry Congress* 1, 551-553) trataba de utilizar para el sexado genético el gen barrado ligado al sexo (*B*) en pollitos con feomelaninas (genotipo e^{Wh}/e^{Wh} *Co/ Co*), en lugar de con eumelaninas, pertenecientes a la raza Vasca Roja Barrada. En dicho fondo genético, el gen barrado no origina una mancha blanca en la cabeza sino que reduce la intensidad de color del plumón cuando está presente en dosis doble (en los machos). La precisión del sexado sólo llega al 85% (87% en las hembras *B/-* y 83% en los machos *B/B*), aunque puede utilizarse en estirpes puras, volviendo a sexar los pollitos dudosos por el método japonés.

Un segundo estudio (CAMPO, 1991: *Poultry Science* 70, 1469-1473) analizaba el uso del gen *B* en un fondo genético melanótico colombino (e^{Wh}/e^{Wh} *Co/Co Ml/Ml*) de la raza Castellana Codorniz, en el que el gen melanótico (*Ml*) modifica el color dorado del plumón y produce un color gris o negro, especialmente en la zona dorsal. Después de cuatro generaciones de selección para eumelaninas, el 100% de los pollitos tenía el plumón negro con las feomelaninas limitadas a la zona facial, mientras que en la generación inicial de selección sólo el 75% tenía de este dicho plumón. En este fondo genético era posible utilizar el gen barrado ligado al sexo asociando los machos a la mancha blanca en la cabeza. El cruce sería: b^+/b^+ x *B/-* → *B*/b^+ : b^+/-. La precisión del sexado es del 97% (100% en los machos y 94% en las hembras), y puede utilizarse en cruces comerciales de puesta o de carne con plumaje coloreado.

Este mismo fondo genético (e^{Wh}/e^{Wh} *Co/Co Ml/Ml*) puede utilizarse para separar machos y hembras por medio del gen plateado ligado al sexo (*S*), ya que el plumón del pollito será negro con la cara plateada si este alelo está presente o negro con la cara

dorada si está presente el alelo normal (s^+). El cruce sería en este caso: s^+/s^+ x $S/-$ → S/s^+ : $s^+/-$. La precisión del método es del 96%, 97% en los machos y 96% en las hembras (CAMPO, 1996: *20th World's Poultry Congress* 4, 20).

El sexado genético por el color de la pata (CAMPO y DÁVILA, 2003: *3rd European Poultry Genetics Symposium* 1, 63) es posible utilizando un alelo (id^P) presente en la raza Prat Blanca. Aunque la pigmentación dérmica asociada con el alelo normal (id^+) de este locus no se expresa hasta las 12 semanas de edad, el alelo presenta en la raza Prat se expresa en el pollito de 1 día y puede usarse en cruces comerciales. En el cruce Prat Blanca x Leghorn Blanca, la precisión del sexado es el 92% (100% en las hembras y 85% en los machos), teniendo los pollitos hembra las patas pigmentadas y los pollitos macho las patas sin pigmentar, debido a la acción del alelo dominante inhibidor de la melanina dérmica (*Id*) presente en la Leghorn. El cruce sería: id^P/id^P x $Id/-$ → Id/id^P : id^P