

## Predeterminación del sexo de los terneros

### Estado actual de las técnicas e impacto productivo derivado de su aplicación

La preselección de sexo en los animales domésticos es uno de los objetivos más deseados por los ganaderos e investigadores. El sexo de los animales nacidos puede ser actualmente determinado con mayor o menor precisión, dependiendo del método reproductivo de elección. El sexo de los embriones, tanto de aquellos producidos *in vitro* como *in vivo*, puede ser conocido a partir de un número mínimo de células obtenidas por biopsia. Estas células se remiten a un laboratorio que en pocas horas comunica unos precisos resultados con el sexo de cada embrión. En la práctica, este método es utilizado sólo en embriones que van

a ser transferidos en fresco, puesto que la congelación de embriones biopsiados está prohibida por motivos de índole sanitaria. Otro método más utilizado, aunque de menor precisión que el anterior, consiste en cultivar los embriones durante una hora en presencia de ciertas sustancias que confieren color a los embriones en función de su sexo.

Este método presenta las ventajas de que puede ser realizado íntegramente en la propia explotación, no es traumático y los embriones pueden ser congelados, oscilando su eficacia entre el 75 y 80%. Por último, el sexo de los embriones producidos *in vitro* puede averiguarse indirectamente en función de su velocidad de crecimiento en el laboratorio. En determinados medios de cultivo, los embriones de sexo masculino se desarrollan más deprisa que sus homólogos hembras, lo que da a lugar a que tras varios días de cultivo la práctica totalidad de embriones en estadios más avanzados sean machos. Los embriones del género masculino producidos *in vitro* son más variables que los femeninos, lo que puede representar un serio inconveniente en determinadas circunstancias.

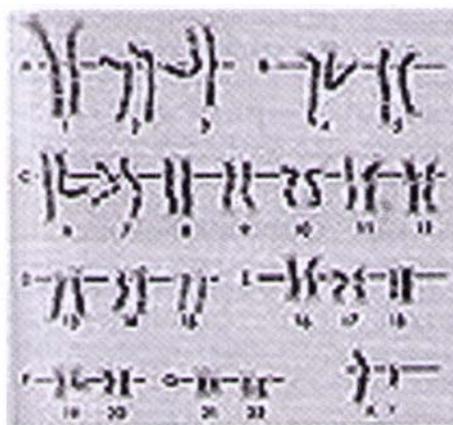
niente en determinadas circunstancias.

Los principales problemas asociados a la predeterminación del sexo de espermatozoides radican tanto en la dificultad para desarrollar procedimientos de identificación del sexo respetuosos con la viabilidad de al menos los espermatozoides de un sexo determinado, como en la necesaria y subsiguiente separación eficaz del material sexado. En buena medida, estos problemas tienen su origen en la casi absoluta falta de expresión del genoma del espermatozoide, cuyo ADN no se descondensa y comienza a transcribir activamente hasta que fecunda a un ovocito, se integra en el genoma embrionario y tiene lugar un número de ciclos celulares propio de cada especie animal. Es decir, el mantenimiento de las características del ADN espermático permite apreciar que cada espermatozoide está sexualmente etiquetado como X ó Y, pero impide la manifestación de la mayor parte de los rasgos propios de un sexo u otro.

### Técnicas de citometría de flujo

Sin duda el mayor hito en la preselección del sexo de los animales nacidos debe provenir de la separación de espermatozoides de los géneros masculino y femenino. Al día de hoy, mediante técnicas de citometría de flujo, es

posible obtener hasta 6 millones de espermatozoides por hora eficazmente separados. La patente sobre el uso de esta tecnología de separación de espermatozoides (Beltsville Sperm Sexing Technology) es propiedad del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, el cual hasta el momento solo ha concedido 2 licencias para uso animal y 1 licencia para uso humano. Esta opción resulta aplicable en la práctica solamente cuando se trata de fertilizar *in vitro*, técnica en la que sólo se precisan entre 5.000 y 10.000 espermatozoides vivos por cada ovocito objeto de tratamiento. Sin embargo, las tasas de separación citadas resultan claramente insuficientes si pensamos que una sola dosis de semen bovino congelado debe contener al menos 8 millones de espermatozoides vivos tras la descongelación. El desarrollo de la citometría de flujo hasta un grado que permita tratar los espermatozoides en cantidad suficiente para emplear en aplicaciones prácticas, como lo sería producir las dosis de un día de trabajo en un centro de inseminación artificial (entre 5.000 y 10.000 dosis diarias) es impensable. La gran ventaja de esta técnica es que hace posible el estudio directo de poblaciones de espermatozoides sexados, que permitirán el desarrollo de procedimientos de utilidad práctica, probablemente en un plazo no superior a 3 años.



Cariotipo, colección de cromosomas, donde puede apreciarse que uno de los pares está constituido por elementos distintos: los cromosomas sexuales.

Los sistemas de ganadería de vacuno extensivo, en los que se practica monta natural fuera de la explotación, adoptarán esquemas en los que las hembras sean servidas mediante inseminación artificial en la propia explotación, debiendo dejar transcurrir además un período de tiempo adecuado para diagnosticar la gestación.

En las explotaciones de ganado frisón, la tasa de mejora genética se incrementará debido al aumento de las probabilidades de elección de las mejores hembras para la recría y a una mayor precisión en la planificación del reemplazo, opuestas a la incertidumbre causada por el desequilibrio estadístico de la distribución entre nacimientos de ambos sexos consustancial al semen sin sexar, de mayor incidencia cuanto menor sea el tamaño de la explotación.

En todos los casos, la homogeneidad de los lotes de individuos de un solo sexo contribuirá a la simplificación del manejo, alojamiento y alimentación. Alternativamente, es posible una especialización entre ganaderías productoras y ganaderías consumidoras de novillas de reemplazo superior a la existente.

Otras tecnologías reproductivas, como la transferencia de embriones producidos tanto in vitro como in vivo, verán incrementado su uso a remolque de la determinación de sexo. Los costes derivados de la aplicación de estas técnicas alcanzarán reducciones próximas al 50 %, lo que aumentará su viabilidad, tanto en producción de leche como de carne.

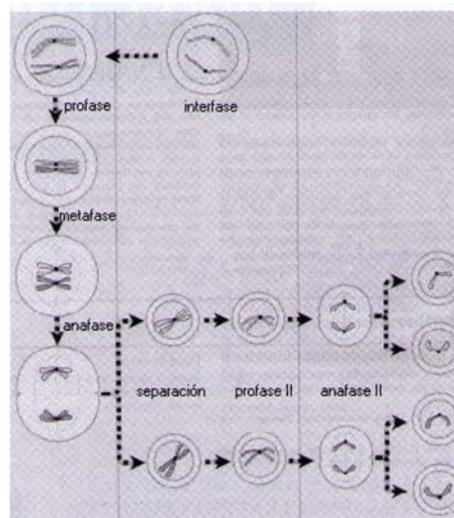
Las empresas comercializadoras deberán aumentar el precio de las dosis de semen sexado. En el caso del Holstein, este aumento obedecerá tanto al incremento del valor añadido de la dosis de semen sexado como a la disminución esperada en el número de unidades vendidas. El uso del semen Holstein masculino se limitará a la producción de sementales, mediante apareamientos diri-

gidos directamente por los responsables de los programas de mejora; la mayor parte de la producción de semen masculino, entonces, podrá ser desechada sin procesar. En el caso del semen de razas cárnicas, por el contrario, el incremento correspondiente al valor añadido puede verse acompañado de un mayor número de ventas, tanto para cruce industrial en las explotaciones de frisón como para su uso en pureza. El número de dosis almacenadas en congelación no deberá ser tan alto como el actual, con lo que los gastos en nitrógeno líquido, espacio y tanques de almacenamiento serán menores.

En líneas generales, la utilización de semen y embriones de sexo previamente determinado y conocido dará lugar a un sensible incremento de la productividad de las explotaciones bovinas. Este incremento estará basado tanto en la disminución de los costes de explotación como en el aumento de los ingresos derivados del aumento del número de intercambios comerciales de gametos y embriones entre explotaciones, propiciado por los descensos de costes imputables a la aplicación de las tecnologías reproductivas.

Anteriormente, se citaba la citometría de flujo como generadora de altos índices de espermatozoides separados de cada sexo (80-90%), pero con producciones totales muy bajas como para ser utilizada comercialmente. Además, los espermatozoides emergentes de los citómetros de flujo no resisten adecuadamente la congelación. Sin embargo, estas poblaciones de espermatozoides X-Y disponibles parece que permiten conocer los factores asociados al sexo que no puede ser apreciado en muestras de material normal (no separado).

La determinación del sexo de los animales nacidos puede dar lugar a cambios profundos en la orientación de algunos subsectores agrarios, tanto a escala de la Unión Europea como en el resto del mundo, independientemente del grado de regulación que exis-



La meiosis es el proceso clave de la producción de gametos ya que separa cada uno de los cromosomas sexuales en células distintas.

ta. El impacto será considerable sobre todas las especies de animales de abasto, cuyos esquemas reproductivos y de cría van a ser sensiblemente modificados. El efecto de esta tecnología reproductiva sobre el sector agrario asturiano provendrá principalmente, por su fuerte implantación en Asturias, de su acción sobre el subsector vacuno.

En todo caso, en los sistemas extensivos, el beneficio obtenido por la aplicación de la selección del sexo deberá ser minuciosamente contrastado con el incremento de gastos esperado en conceptos de alimentación y manejo, debido a que el rebaño deberá permanecer por más tiempo en la explotación. En general, para las explotaciones de aptitud cárnica es esperable que el valor de la aplicación de material genético de sexo determinado sea inversamente proporcional a la dependencia y utilización de los pastizales en su relación con la estacionalidad del manejo del ganado.

Las explotaciones de aptitud lechera generarán un mayor excedente de carne, procedente del incremento del uso de semen masculino de razas cárnicas para cruzamiento industrial, como consecuencia de la necesidad de emplear un menor número de madres para obtener las tasas deseadas de terneras de reposición.

Las consecuencias de todo esto serán un aumento de la produc-

ción, una disminución de los costes de producción y un probable descenso compensatorio de los precios de la carne, tanto la destinada a la intervención como la incluida en programas de calidad. En este último caso, el mantenimiento de estos productos pasará por la selección rigurosa de animales incluidos en programas de carne de calidad, probablemente fundamentado en el rechazo a los animales producto del cruce industrial. Esto acarreará indudables ventajas para estos planes, entre las que cabe destacar una mayor homogeneidad del producto, su diferenciación respecto de la carne de otras razas y, como consecuencia, un aumento del grado de libertad de elección del consumidor.

Probablemente, el exceso de oferta de carne será absorbido por los organismos reguladores en forma de disminución de precios. La producción de leche, en virtud de su regulación por el sistema de cuotas, se mantendrá constante y verá disminuidos sus costes productivos. Los productos de calidad destinados al mercado libre se verán favorecidos por el descenso de los costes de producción unitarios. Con estas premisas, es esperable un descenso de los precios al consumidor o al menos su mantenimiento durante un período de tiempo prolongado.

#### Colaboración técnica:

Enrique GÓMEZ PIÑEIRO