

Mejora genética del conejo: el cruzamiento doble

M. BASELGA*. J. LOBERA**.

Una parte esencial de los programas de mejora genética del conejo de carne consiste en el desarrollo de poblaciones o líneas de animales, en sí mismas más productivas, o con mayor capacidad para intervenir en cruzamientos. Así, las empresas o instituciones dedicadas a la mejora genética del conejo de carne mantienen cerradas reproductivamente –sin introducir animales del exterior– pequeñas poblaciones que son sometidas a programas de selección muy definidos.

En concreto, estas poblaciones, en conejos, suelen estar compuestas por un número de 20-25 machos y de, al menos, 80-100 hembras. El tamaño máximo rara-

repetida de un programa de selección tienen como consecuencia el que, dentro de estas poblaciones, los animales son mucho más uniformes que dentro de una raza. Por otra parte, a través de la fundación de estas poblaciones y de los objetivos del programa de selección se consigue su especialización productiva.

A las poblaciones que acabamos de describir se les suele llamar líneas. El interés de ellas radica en que sus características están muy bien definidas y cuando se está interesado en su utilización para producir directamente con ellas, o para integrarlas en un plan de cruzamientos, los resultados que se obtienen son más repetibles y constantes que cuando se utilizan animales de agrupaciones más amplias

varias razas o cruces de razas. En el primer caso, la línea pertenece a la raza concreta, aunque, en el fondo, este proceso significa una división de la raza. Con el tiempo, los animales de estas líneas adquirirán características morfológicas y, especialmente, productivas que los diferenciarán de la media de la raza y de los animales de otras líneas de la misma raza.

En el segundo caso, cuando los animales con los que se constituye la línea son de origen racial diverso, las líneas se llaman sintéticas.

En el conejo, las líneas que están siendo objeto de selección las podemos clasificar, esencialmente, en dos grupos:

- Aquellas en las que la presión de selección se realiza fundamentalmente sobre los caracteres reproductivos.

- Aquellas en las que los objetivos de mejora son mayoritariamente el crecimiento y los caracteres relacionados con el mismo, como el índice de conversión de pienso en peso vivo.

Una visión amplia de la mejora genética del conejo de carne, que incluye aspectos como la importancia de los caracteres, su determinación genética, métodos de selección y formas de organizarla, puede encontrarse en Baselga y Blasco (1989) y Baselga et al.(1996). En lo que sigue nos centraremos en explicar el interés del cruzamiento de las líneas en la producción y en la valoración económica del mismo.

El cruzamiento doble en la producción de conejo de carne

El cruzamiento es de uso habitual en la producción de especies prolíficas como aves, cerdos o conejos, pues permite aprovechar la variabilidad existente entre razas o líneas para aumentar la capacidad productiva de los animales en un ambiente dado.

La justificación del cruzamiento descansa en la heterosis que se manifiesta en los caracteres de los individuos cruzados y en la complementariedad de las líneas que se utilizan en él.

Se dice que dos líneas X e Y son com-



En el conejo se seleccionan líneas especializadas en la reproducción y en el crecimiento.

mente excede de 250-300 hembras y 50 machos.

El aislamiento reproductivo, el tamaño reducido de la población y la aplicación

como las razas. Además, las líneas son sometidas a selección, con métodos genéticos modernos y objetivos claros, con lo que las posibilidades y velocidad de su mejora son normalmente mayores que en poblaciones mayores, como el conjunto de la raza, a no ser que éstas estén adecuadamente estructuradas y organizadas.

En la constitución de una línea pueden intervenir animales de una sola raza o de

(*) Departamento de Ciencia Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia.

(**) Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

plementarias respecto a dos caracteres, cuando la mejor de las líneas para cada carácter no es la misma. Así, supongamos que disponemos de las líneas de conejos, X e Y, cuyas características respecto al tamaño de camada al destete y al crecimiento entre el destete y el final del cebo son:

- Línea X: 7 gazapos destetados y 36 gr/día de crecimiento.
- Línea Y: 8 gazapos destetados y 32 gr/día de crecimiento.

Como la línea Y es mejor en cuanto al tamaño de camada al destete y la línea X lo es en el crecimiento post-destete, ambas son complementarias. Pero, ¿cuál es el papel de la complementariedad en el cruzamiento? Para ilustrarlo imaginemos que las conejas cruzadas XxY, tienen las siguientes características:

- Camadas de 7.8 gazapos, como media al destete (heterosis de 4%).
- Un crecimiento diario de ellas mismas y de sus gazapos con machos XxY de 34 gr/día (heterosis del 0% por ser 34 la media entre 32 y 36).

Si ahora nos preguntamos por el crecimiento diario de toda la camada, tendremos los siguientes valores, según los casos:

- Línea X : $7 \times 36 = 252$ gr/día.
- Línea Y : $8 \times 32 = 256$ gr/día.
- Cruzados XxY : $7.8 \times 34 = 265.2$ gr/día.

Es decir, en el carácter global, crecimiento diario de toda la camada, el cruzamiento sería superior a cualquiera de las líneas, cosa que no ocurre en los caracteres simples, pues la línea Y sigue siendo mejor que los cruzados en tamaño de camada y la línea X mejor en crecimiento individual diario.

La conclusión es que si para el cruzamiento elegimos líneas diferentes, con productividades semejantes, lo más altas posibles, la probabilidad de que el cruzamiento sea mejor que las líneas será alta, tanto más cuanto el rendimiento sea el producto de numerosos caracteres simples, aunque en el cruzamiento la heterosis observada a nivel de cada carácter sea nula o baja.

Es pertinente recordar aquí que en la mayoría de las experiencias de cruzamiento, efectuadas en muy diversas especies, el resultado más general que se ha obtenido es la superioridad de los individuos cruzados cuando se utilizan criterios globales de evaluación y líneas de capacidad similar.

En el cruce final para producir animales de carne, la complementariedad juega de una forma más evidente, pues en la línea de los machos de este cruzamiento hay que preocuparse fundamentalmente de las características de crecimiento.



En las pruebas realizadas, el periodo de cebo se extiende del día 28 al 63.

Anteriormente comentamos que en el conejo se seleccionaban líneas especializadas en la reproducción –líneas maternas– y líneas especializadas en el crecimiento –líneas paternas–. Las primeras se utilizan para obtener la hembra cruzada o híbrida, al cruzar dos de ellas. Estas hembras cruzadas aprovechan las buenas cualidades reproductivas de las líneas que las originan, la heterosis de los caracteres reproductivos y la eventual complementariedad que se da entre ellas respecto a los componentes de la capacidad reproductiva global.

CUADRO I. Efecto del tipo de hembra sobre caracteres de fertilidad y prolificidad.

Carácter	Estándar	Cruzada
Intervalo Partos (d)	49,6	47,5
Nacidos totales	9,5	10,7
Nacidos Vivos	8,5	9,9
Número de destetados	7,5	8,4

CUADRO II. Efecto del tipo de hembra en los pesos (gr) individuales al nacimiento y al destete, calculados a tamaño de camada constante (9,8 nacidos totales).

Carácter	Estándar	Cruzada
Nacimiento	60	60
Destete	525	555

CUADRO III. Efecto de los tipos de hembras y machos sobre la "Ganancia media diaria de peso individual en el cebo" (gr/d).

Hembra estándar	Hembra cruzada	Macho estándar	Macho especializado
39,9	41,6	38,7	43,7

En el lenguaje comercial, se denominan abuelos a los animales de las líneas que dan lugar a la hembra híbrida, que es la hembra que se explota en las granjas de producción, cruzándola con machos de una línea complementaria, que tenga una fuerte velocidad de crecimiento y que, por tanto, confiera a los gazapos de sacrificio una buena eficiencia en su aprovechamiento del pienso.

Es decir, la producción de carne de conejo, cuando se fundamenta en un esquema organizado de mejora genética, sigue el cruzamiento de tres vías, también llamado cruzamiento doble. Además de las ventajas que acabamos de señalar, la utilización de hembras cruzadas permite eliminar la consanguinidad acumulada en las líneas de los abuelos (Rouvier, 1991).

Resultados experimentales de la comparación del cruzamiento doble frente a la producción basadas en una única raza o línea

Seguidamente, vamos a presentar resultados de varias experiencias de cruzamientos (Torres et al., 2001; García et al., 2000) y otras experiencias complementarias (Feki et al., 1996; Pla et al., 1998) que nos van a permitir hacer una síntesis comparativa de las ventajas de utilizar el cruzamiento doble. Es decir, las ventajas del uso de hembras cruzadas, frente a hembras de razas estándar y de machos especializados, frente a machos no seleccionados por crecimiento, que llamaremos también machos estándar.

La mayor parte de los resultados vienen de la experiencia de Torres et al. (2001), que se diseñó con el objetivo de contestar a la pregunta de las ventajas del cruzamiento doble, y que se realizó en el

Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Lorca, perteneciente a la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia, utilizando reproductores, mayoritariamente de la Cooperativa Cunicola Cunizar.

Cuando en los resultados que siguen nos refiramos al período de cebo, en general, estamos considerando que este período se extiende desde el destete, a los 28 días, hasta los 63 días de edad de los gazapos.

En el **cuadro I**, en el que se comparan caracteres de fertilidad y prolificidad entre hembras cruzadas y estándar puede observarse que los intervalos entre partos son muy semejantes, lo que quiere decir que no presentan diferencias apreciables en fertilidad. Sin embargo, respecto a la prolificidad, las cruzadas presentan una ventaja de alrededor de 0,9 gazapos en el momento del destete. El tipo de macho, especializado en crecimiento o estándar, no tiene efecto apreciable sobre los caracteres de fertilidad y prolificidad de las hembras.

Analizando los resultados relativos a pesos al nacimiento y al destete (**cuadro II**) calculados a un tamaño fijo de camada, para ambos tipos de hembras, de 9,80 nacidos totales, se observa una diferencia a favor de las hembras cruzadas en

CUADRO IV. Efecto de los tipos machos sobre la eficiencia alimentaria en el período de cebo.

Macho	Consumo (gr) individual diario de pienso en cebo	Índice de conversión (kg) de pienso/kg de carne
Estándar	96	2,60
Especializado	104	2,30

CUADRO V. Efecto de los tipos de machos sobre características de la canal y canal fría (24 h post-mortem).

Macho	Rendimiento a la canal (%)	Pérdidas de la canal fría (gr)
Estándar	59	48
Especializado	57,5	55

el peso individual al destete de aproximadamente 30 gr.

Los efectos del tipo de macho fueron favorables a los de la línea especializada en crecimiento en el carácter "peso individual al destete", evaluando este efecto en 40 gr. Así pues, el beneficio en la utilización de la hembra cruzada y el macho especializado se puede cuantificar, para el carácter "peso individual al destete", en alrededor de 70 gramos.

El efecto del tipo de hembra y macho en el destete vuelve a producirse en el

carácter "ganancia media diaria de peso" durante el período de cebo (ver **cuadro III**). Las hembras cruzadas presentan una ventaja de 0,7 gr/d, lo que supone, a lo largo del período de cebo de 35 días, añadir 25 gr más a los 30 gr de ventaja que las hembras cruzadas tenían en el peso al destete de sus gazapos.

Por lo que se refiere al efecto de los machos especializados durante el cebo, se obtiene un incremento de 175 gramos debido a que sus hijos aventajan a los hijos de los machos estándar en 5 gr/d en la ganancia media diaria.

Por lo tanto, el beneficio en la utilización de la hembra cruzada y el macho terminal de la línea especializada, en la producción del conejo de carne para venta, se puede cuantificar en unos 270 gramos, aproximadamente.

Respecto al carácter "Consumo diario de pienso", durante el cebo, no hay diferencias entre los hijos de las diferentes tipos de hembras. Tampoco se observa efecto de hembra en el carácter "Índice de Conversión" (I.C.). Sin embargo, los efectos del tipo de macho sobre los caracteres "Consumo diario de pienso" e "Índice de Conversión", sí son significativos. Los hijos de los machos de líneas especializadas, consumen más pienso, del orden de 8 gr/día, y convierten mejor (0,3) que los hijos de machos estándar (**cuadro IV**).

Por lo que se refiere a los caracteres de la canal fría, no hay diferencias en rendimientos, debidas al tipo de hembra, pero sí respecto al tipo de macho utilizado, que es aproximadamente un 1,5% menor en los hijos de machos especializados en crecimiento (**cuadro V**). Las pérdidas, expresadas en gramos, durante las 24 horas post-mortem oscilan entre 48 y 55 gr/canal. El menor de los valores corresponde a las canales de los hijos de los padres estándar.

En cuanto al carácter "Mortalidad en período de cebo" no hay diferencias significativas, en función del tipo de hembra o del tipo de macho empleado. Los valores oscilaron entre un 3,7% y un 6,5%.

De acuerdo a los resultados anteriores vamos a realizar un análisis económico que nos muestre las diferencias en los beneficios imputables al uso de hembras cruzadas frente a hembras estándar y al uso de machos especializados de líneas paternas frente a los machos que venimos llamando, también, estándar.

Análisis económico

En los cálculos que siguen, se aceptan las siguientes premisas:



El tipo de macho no tiene efectos apreciables sobre los caracteres de las hembras.

CUADRO VI. Parámetros de cebo según que la madre de los gazapos sea cruzada (C) o estándar (S) y el padre, especializado (E) o estándar (S).

Madre	Padre	Peso a los 63 días (gr)	Rendimiento a la canal (%)	Índice de Conversión en cebo (kg/kg)
S	S	2.000	0,59	2,7
S	E	2.215	0,575	2,4
C	S	2.055	0,59	2,7
C	E	2.270	0,575	2,4

ACIDBAC SÓLIDO Y ACIDPLUS LÍQUIDO

La pareja de aditivos más atractiva y natural del mercado

No lo entiendo **ACIDPLUS**:
Si resulta que matamos las
bacterias y además somos
acidificantes...
¿no nos estaremos
adelantando al futuro?
(Tengo miedo)

Creo que sí, **ACIDBAC**.
Hemos conseguido regular
la flora intestinal, estimular el crecimiento
y mejorar la salud de los animales, sin
necesidad de utilizar antibióticos..
Estoy asustado.
¡Esto es revolucionario!

dex ibérica

DEX IBÉRICA, S.A. , Apartado, 39 - 43480 VILASECA - Tarragona (España)

Ctra. Nacional 340, km. 1154,2 - Polígono Estación - Tel. 977 39 33 47* - Fax 977 39 33 66

www.dexiberica.com - E-mail: dexiberica@dexiberica.com

• Intervalo de partos para todos los casos es de 49 días, es decir 7,44 partos/año.

- Tamaño de la camada al destete es:
 - hembras estándar: 7,5 gazapos.
 - hembras cruzadas: 8,4 gazapos.
- Mortalidad en el período de cebo, en todos los casos es del 6%.

• Diferencia de costes por camada producida hasta el destete será el calculado por el incremento de peso de los gazapos desde los 250 gr de peso vivo individual,

- Cálculo del beneficio por utilizar la hembra cruzada frente a una hembra estándar:

- Incremento en conejos vendidos al año:
 $7,44 \times 0,9 \times 0,94 = 6,30$ gazapos/año
- Incremento costes alimentación:
 $39 \times 2,7 \times [6,30 \times (2,055 - 0,250) + (55,8 \times 0,94 \times 0,055)] = 1,500$ pts. (9,02 €)
- Incremento en ventas:
 $230 \times [(6,30 \times 2,055) + (55,8 \times 0,94 \times 0,055)] = 3,638$ pts. (21,86 €)

pts./coneja/año (11,65 €/coneja/año).

Si se compra la hembra cruzada en el exterior, el beneficio se reduciría en 500 pts., resultando 1.438 pts./coneja/año (8,64 €/coneja/año) de beneficio.

- Cálculo de beneficio por utilizar machos especializados frente a machos estándar:

En primer lugar, hay que distinguir si estos machos se aparean con hembras cruzadas o con hembras estándar.

- Sobre hembra cruzada:
 - Incremento costes alimentación:
 $39 \times [58,7 \times (2,270 - 0,250) \times 2,4] - [58,7 \times (2,055 - 0,250) \times 2,7] = -59$ pts. (-0,35 €)
 - Incremento por ventas de gazapos:
 $[(58,7 \times 2,270 \times 0,575) - (58,7 \times 2,055 \times 0,59)] \times 390 = 2,106$ pts. (12,66 €)
 - Incremento de coste de un macho repercutado sobre coneja:
 $(3,000 - 600)/10 = 240$ pts. (1,44 €)
 - Cálculo del beneficio:
 $2,106 + 59 - 240 = 1,925$ pts./coneja/año (11,57 €/coneja/año).

- Sobre hembra estándar:

- Incremento costes alimentación:
 $39 \times [52,4 \times (2,215 - 0,250) \times 2,4] - [52,4 \times (2,000 - 0,250) \times 2,7] = -19$ pts. (-0,11 €)
- Incremento ventas gazapos:
 $[(52,4 \times 2,215 \times 0,575) - (52,4 \times 2,000 \times 0,59)] \times 390 = 1,911$ pts. (11,49 €)
- Incremento de coste de un macho repercutado sobre coneja:
 $(3,000 - 600)/10 = 240$ pts. (1,44 €)

d) Cálculo del beneficio:
 $1,911 + 19 - 240 = 1,690$ pts. (10,16 €)

El cuadro VII recoge los beneficios esperables del uso de los diferentes tipos de animales que hemos considerado en la producción del conejo de carne, referidos al cruce entre hembras y machos estándar.

Actualmente, la inseminación artificial está ganado terreno día a día en la cunicultura, y los resultados económicos serían esencialmente análogos a los descritos, si en lugar de utilizar los machos especializados en monta natural se utilizaran en inseminación artificial.

Un comentario de interés de los cálculos anteriores es que se han hecho con un precio de venta de 230 pts/kg. Los precios medios de las lonjas españolas de los últimos cinco años han sido superiores a dicho valor. El menor fue en 1996 (238 pts/kg) y el mayor el del año 2000 (264 pts/kg). Es evidente que los beneficios calculados anteriormente se incrementan con el aumento del precio de venta del conejo. Dado que en el texto se han dado las fórmulas, es fácil repetir los cálculos a diferentes precios. ■



hasta el peso de destete individual, suponiendo que el Índice de Conversión es el del global del cebo para cada línea y su valor se recoge en el cuadro VI.

- Precio del kilogramo de pienso compuesto es de 39 pts. (0,23 €).
- Precio de venta del gazapo vivo es de 230 pts./kg (1,38 €/kg), para un gazapo con un 59% de rendimiento a la canal, lo que equivale a un precio de 390 pts./kg canal (2,34 €/kg canal).
- Precio de compra de una hembra cruzada de dos meses de edad: 1.300 pts./u. (7,81 €/u.).
- Coste de producción de una hembra cruzada de dos meses de edad en propia granja: 800 pts./u. (4,81 €/u.).
- Coste de producción de una hembra estándar de dos meses de edad en propia granja: 600 pts./u. (3,61 €/u.).
- Precio de compra de un macho especializado de dos meses de edad: 3.000 pts./u. (18,03 €/u.).
- Coste de producción de un macho estándar de dos meses de edad en propia granja: 600 pts./u. (3,61 €/u.).
- Tasa de reposición : 100% anual.
- Proporción de conejas por macho adulto: 10:1.

d) Coste añadido de una hembra cruzada obtenida por reproducción de abuelos en propia granja frente hembra obtenida por autorreposición:

- $800 - 600 = 200$ pts. (1,20 €)
- Cálculo beneficio:
 $3,638 - 1,500 - 200 = 1,938$

CUADRO VII. Relación de beneficios obtenidos según el tipo de macho o hembra empleado en la producción de conejos de carne, referidos al cruce de hembra y macho estándar.

	Macho estándar	Macho especializado
Hembra estándar	0 pts. (0 €)	1.690 pts. (10,16 €)
Hembra cruzada	1.938 pts. (11,65 €)	3.863 pts. (23,22 €)
(En el caso de hembras cruzadas obtenidas en propia granja por reproducción de abuelos).		
	Macho estándar	Macho especializado
Hembra estándar	0 pts. (0 €)	1.690 pts. (10,16 €)
Hembra cruzada	1.438 pts. (8,64 €)	3.363 pts. (20,21 €)
(En el caso de compra exterior de las hembras cruzadas).		