

PROGRAMA DE MEJORA GENETICA DEL CONEJO DE CARNE

J.L. Campo

Dpto. Genética Cuantitativa y Mejora Animal.

I.N.I.A. Apartado 8111. 28080 MADRID

Resumen

El desarrollo de un programa de mejora genética para la producción de conejo de carne se especifica en cada uno de los siguientes apartados:

- a) Sistema de cruzamiento.
- b) Objetivo genético-económico.
- c) Estimación de parámetros.
- d) Sistema de evaluación.
- e) Criterio de selección.
- f) Sistema de apareamiento.

Con respecto a otros programas alternativos posibles, el aquí detallado proporciona unas expectativas mayores de eficacia en relación con la mejora del objetivo genético-económico considerado en un sistema de producción de carne. Los resultados esperados se indican en el apartado final.

Sistema de cruzamiento

Se elegirá un cruce terminal entre Californiano

y Neozelandés Blanco. En principio parece suficiente un cruce simple entre una estirpe paterna de la primera raza y una estirpe materna de la segunda, dado que el sistema de multiplicación se simplificaría y por tanto la transmisión de la mejora obtenida en la fase de selección hasta la de producción. Los problemas derivados del tamaño de población que hay que mantener en cada estirpe, dependientes de los planes de multiplicación, podrán también aliviarse.

Una segunda razón para no complicar el sistema de cruzamiento con mayor número de estirpes es que el grado de heterosis de un cruce simple puede ser equivalente al encontrado en un cruce tres-vías, a pesar de que estos últimos tienen heterosis materna además de la directa. En todo caso, podrían distinguirse las características reproductivas y las de crecimiento, admitiendo un sistema de cruce tres-vías a base de una estirpe paterna de Californiano y dos estirpes maternas de Neozelandés Blanco, pero teniendo presente que este sistema de tres estirpes podría ser más adecuado cuando la madre del producto comercial es un cruce de estas dos razas. En ningún caso estaría justificado el uso de un cruce doble a base de dos estirpes de Californiano (línea paterna) y dos de Neozelandés Blanco (línea materna). La obtención de animales comerciales de tipo cruzado en comparación con los puros queda justificada porque el grado de heterosis para características como el tamaño o el peso de la camada, puede alcanzar el 20% aproximadamente (3).

Objetivo genético-económico

En la línea paterna el objetivo prioritario debe ser las características de crecimiento, de las que la ganancia en peso postdestete parece la más adecuada, sin perder de vista las características reproduc-

tivas, representadas por el tamaño de camada al nacimiento, por ejemplo. El objetivo será una función lineal de estos dos componentes, cada uno ponderado por un coeficiente que representa la importancia económica relativa que desee aplicarse a cada uno de ellos. Si a pesar de no estar justificado, pretenden mantenerse dos estirpes distintas en la línea paterna, debería mejorarse exclusivamente la ganancia en peso postdestete en los abuelos y mantenerse el objetivo indicado en las abuelas.

El objetivo en la línea paterna será entonces:

$$H = K_1G_1 + K_2G_2$$

en el que G_1 y G_2 son los valores genéticos aditivos para los dos caracteres antes indicados, K_1 y K_2 son sus importancias económicas relativas y H es el valor genético-económico objetivo del programa de mejora.

En la línea materna, por el contrario, habrá que atender fundamentalmente a las características reproductivas, aunque tomando en cuenta algún valor ponderal además de los numéricos. El objetivo adecuado es una función cuadrática que representa el peso total de la camada al destete, y que está formada por el tamaño de camada al destete y por el peso medio individual al destete. Si la madre del producto comercial va a ser un cruce de estirpes, el objetivo final en las abuelas será el tamaño de camada al destete, manteniendo como objetivo en los abuelos el peso de la camada al destete.

El objetivo en la línea materna será:

$$H = G_1G_2$$

en el que G_1 y G_2 son los valores genéticos aditivos

para tamaño de camada y peso medio individual al destete y H es el objetivo a mejorar.

Estimación de parámetros

Los parámetros necesarios para elaborar el criterio de selección en la línea paterna se indican en la Tabla 1 (ganancia en peso postdestete en gramos/día). La repetibilidad del tamaño de camada al nacimiento es 0,15. Las estimas de parámetros correspondientes a la línea materna se resumen en la Tabla 2 (peso medio individual al destete en decagramos). La repetibilidad del tamaño de camada al destete es 0,20. Estas estimas de parámetros fenotípicos y genéticos son valores medios de la literatura (1, 2, 4, 6, 7, 8, 9). Para una reciente revisión de los parámetros asociados con la producción de carne ver la referencia (5).

Hay que destacar la heredabilidad baja tanto del tamaño de camada como del peso individual al destete, siendo intermedia la correspondiente a la ganancia en peso postdestete. La variabilidad fenotípica es importante para el tamaño de camada (mayor del 30%) y más reducida para el peso al destete o la ganancia postdestete (alrededor del 10%). La baja repetibilidad del tamaño de camada aconseja tomar al menos tres camadas por animal para aumentar la precisión del diseño. La situación de antagonismo entre objetivos de selección y valor de la correlación genética es más acusada en los caracteres de la línea materna (tamaño de camada y peso individual al destete) que en la paterna (tamaño de camada al nacimiento y ganancia en peso postdestete), en la que la correlación genética se puede considerar nula si bien la fenotípica sigue siendo negativa.

Sistema de evaluación

Será de una sola etapa, ya que al ser sólo dos los caracteres a considerar en cada línea el ahorro que puede representar en el coste de evaluación un sistema de varias etapas, no compensa la pérdida de eficacia genética que este último tipo representa.

En la línea paterna se hará en la edad al sacrificio y en la línea materna en la edad al destete. Tanto la edad al destete como al sacrificio serán las especificadas por el sistema de producción (aproximadamente a los 28 y 70 días respectivamente). La evaluación se hará dentro de la estirpe, en animales puros, y sin utilización de pruebas de descendencia.

Criterio de selección

Consistirá en un índice de selección lineal, tanto en la línea paterna como en la materna. La información fenotípica que intervendrá en el índice será la del individuo objeto de la selección por lo que se refiere al peso al destete y al sacrificio, y la de la madre por lo que respecta al tamaño de camada al destete y al nacimiento. La precisión de la estima correspondiente al tamaño de camada puede aumentarse tomando información fenotípica en varias camadas consecutivas. Por otra parte, no se considera necesario corregir para el efecto debido a la edad de la madre, al no considerar en ningún caso como objetivo del programa el peso de la camada al nacimiento, sobre el que dicha edad influye de manera especial.

En la línea paterna el índice de selección será:

$$I = 0,11 K_1 (X_1 - u_1) + 0,35 K_2 (X_2 - u_2)$$

en el que K_1 y K_2 son los pesos económicos relativos que se deseen atribuir al tamaño de camada al nacimiento (X_1) y a la ganancia en peso postdestete (X_2) respectivamente, mientras que u_1 y u_2 son los valores medios de ambos caracteres (por ejemplo, $u_1 = 7,5$ gazapos y $u_2 = 32,5$ gramos/día). Dado que el objetivo del programa es también una función lineal, el índice de selección queda independiente de los valores medios en la siguiente forma reducida:

$$I = 0,11 K_1 X_1 + 0,35 K_2 X_2$$

Como puede observarse en esta ecuación, la importancia que tendrá en el criterio de selección de la línea paterna la ganancia en peso postdestete con respecto al tamaño de camada al nacimiento será aproximadamente de 3 a 1, a igualdad de pesos económicos relativos.

Al ser la correlación genética entre ambos caracteres igual a cero, la información fenotípica utilizada para estimar el valor genético aditivo de cada carácter deberá basarse en el propio carácter exclusivamente, con lo que:

$$\hat{G}_1 = b_{G_1, \bar{P}_1} \cdot \bar{P}_1 = 0,5 h_1^2 n / l + (n-1)r \cdot \bar{P}_1 = 0,11 \bar{P}_1$$

$$\hat{G}_2 = b_{G_2, P_2} \cdot P_2 = h_2^2 \cdot P_2 = 0,35 P_2$$

Si por tratarse de una línea paterna no se desea aumentar la precisión de la información correspondiente al tamaño de camada, podría usarse una sola camada. Los estimadores de los valores genéticos aditivos serán:

$$\hat{G}_1 = 0,5 h_1^2 \cdot P_1 = 0,05 P_1$$

$$\hat{G}_2 = 0,35 P_2$$

La ecuación del índice de selección sería en este caso:

$$I = 0,05 K_1 X_1 + 0,35 K_2 X_2$$

y la importancia dada en el criterio de selección sería de 7 a 1 a favor del ritmo de crecimiento post-destete, a igualdad de pesos económicos relativos.

En la línea materna se tomará la aproximación lineal siguiente como criterio de selección:

$$I = 4,52 X_1 + 0,20 X_2$$

en el que X_1 y X_2 son valores fenotípicos para tamaño de camada al destete y peso individual al destete, respectivamente. Las ecuaciones de partida para llegar a este criterio de selección son:

$$\begin{bmatrix} \sigma^2_{\bar{P}_1} & \text{cov}_{\bar{P}_1 P_2} \\ \text{cov}_{\bar{P}_1 P_2} & \sigma^2_{P_2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{cov}_{\bar{P}_1 G_1} \\ \text{cov}_{P_2 G_1} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma^2_{\bar{P}_1} & \text{cov}_{\bar{P}_1 P_2} \\ \text{cov}_{\bar{P}_1 P_2} & \sigma^2_{P_2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{cov}_{\bar{P}_1 G_2} \\ \text{cov}_{P_2 G_2} \end{bmatrix}$$

El valor de las varianzas y covarianzas de las ecuaciones anteriores es:

$$\sigma^2_{\bar{P}_1} = \sigma_1^2 \cdot 1 + (n-1)r/n = 2,92$$

$$\text{cov}_{\bar{P}_1 P_2} = \text{cov}_{\bar{P}_1 G_2} = 0,5 \text{ cov}_{G_1 G_2}$$

$$\text{cov}_{\bar{P}_1 G_1} = 0,5 \sigma_{G_1}^2$$

Resolviendo estas ecuaciones:

$$b_1 = 0,10 \quad , \quad c_1 = -0,08$$

$$b_2 = -0,02 \quad , \quad c_2 = 0,20$$

Los estimadores de los valores genéticos aditivos serán:

$$\hat{G}_1 = 0,10 \bar{P}_1 - 0,02 P_2$$

$$\hat{G}_2 = -0,08 \bar{P}_1 + 0,20 P_2$$

La ecuación del índice de selección en la línea materna será:

$$I = u_2 \hat{G}_1 + u_1 \hat{G}_2$$

Tomando unos valores medios de $u_1 = 6$ gazapos para el tamaño de camada al destete y $u_2 = 50$ decagramos para el peso individual al destete sale el índice de selección indicado más arriba.

Tomando información fenotípica de una sola camada para tamaño de ésta, podría disminuirse la importancia que en el criterio de selección tendrá este carácter con relación al peso individual, lo que sólo tendrá sentido en los abuelos de la línea materna del producto comercial, pero nunca en las abuelas. En este caso:

$$\hat{G}_1 = 0,05 P_1 - 0,02 P_2$$

$$\hat{G}_2 = -0,04 P_1 + 0,20 P_2$$

y el índice de selección, con $u_2 = 50$ decagramos y $u_1 = 6$ gazapos sería:

$$I = 2,26 P_1 + 0,20 P_2$$

Sistema de apareamiento

Una vez seleccionados los animales en función del valor de su índice de selección deberán aparearse al azar, si bien puede ser más conveniente hacer alguna restricción por el parentesco, no permitiendo por ejemplo apareamientos a nivel de hermanastros, lo que en el fondo está buscando la reducción de la consanguinidad, cuyos efectos negativos pueden ser muy importantes sobre el tamaño de camada.

Podría considerarse el posible aumento de uniformidad en el producto comercial que podría conseguirse con apareamientos clasificados por el fenotipo, apareando los animales de mejor índice de selección con los de peor índice, aunque parece preferible utilizar la restricción genotípica ya comentada.

El número de ciclos durante los que se usarán los animales seleccionados, así como la proporción machos/hembras y la intensidad de selección, serán los recomendados por el sistema de producción y todo vendrá influido por el sistema de multiplicación, en el que es fundamental el tamaño de población que habrá que mantener en cada una de las estirpes.

Resultados esperados

Se indican finalmente las respuestas teóricamente esperadas cuando se usan los índices de selección anteriormente indicados como criterio de selección, tanto en la línea paterna como en la materna. En la línea paterna se presupone la misma importancia económica para el tamaño de camada al nacimiento y la ganancia en peso postdestete. Tanto en la línea paterna como en la materna se dan las respuestas en función del diferencial de selección tipificado (i),

que depende de la proporción de animales seleccionados (por ejemplo será igual a 1,40 para una proporción de selección del 20%).

En la línea paterna, los incrementos esperados en cada caracter serán:

$$\Delta G_1 = i \cdot 0,11 \cdot 0,5 \sigma_{G_1}^2 / \sigma_I = 0,02 \cdot i \text{ gazapos}$$

$$\Delta G_2 = i \cdot 0,35 \sigma_{G_2}^2 / \sigma_I = 1,40 \cdot i \text{ g/día}$$

siendo la varianza del índice de selección:

$$\begin{aligned} \sigma_I^2 &= 0,11^2 \cdot 1 + (n-1)0,15 \cdot \sigma_{X_1}^2 / n + 0,35^2 \cdot \sigma_{X_2}^2 = \\ &= 2,05 \end{aligned}$$

En la línea materna:

$$\begin{aligned} \Delta G_1 &= i \cdot (4,52 \cdot 0,5 \sigma_{G_1}^2 + 0,20 \text{ cov}_{12}^G) / \sigma_I = \\ &= 0,16 \cdot i \text{ gazapos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_2 &= i \cdot (4,52 \cdot 0,5 \text{ cov}_{12}^G + 0,20 \sigma_{G_2}^2) / \sigma_I = \\ &= -0,05 \cdot i \text{ decagramos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= i \cdot (0,16 \cdot 50 - 0,05 \cdot 6) = \\ &= 7,55 \cdot i \text{ decagramos.} \end{aligned}$$

Por lo tanto, en la línea paterna se podrá aumentar apreciablemente la ganancia en peso postdestete sin que se resienta el tamaño de camada, mientras que en la línea materna el peso de la camada al destete (objetivo prioritario del programa) podrá experimentar aumentos importantes.

Tabla 1. Parámetros en la línea paterna.

	Tamaño camada nacimiento	Ganancia peso postdestete
Tamaño camada nacimiento	6,50 ^a 0,65 ^b	-2,60 ^a
Ganancia peso postdestete	0,00 ^b	16,50 ^a 5,75 ^b

^a Varianzas-covarianzas fenotípicas

^b Varianzas-covarianzas genéticas

Tabla 2. Parámetros en la línea materna.

	Tamaño camada destete	Peso individual destete
Tamaño camada destete	6,25 ^a 0,62 ^b	-6,20 ^a
Peso individual destete	-0,61 ^b	24,50 ^a 4,90 ^b

^a Varianzas-covarianzas fenotípicas

^b Varianzas-covarianzas genéticas.

Referencias

- (1) BASELGA et al., 1982. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 6, 471-480.
- (2) BLASCO et al., 1982. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 7, 450-461.
- (3) BRUN and ROUVIER, 1984. Génét. Sél. Evol., 16, 367-384.
- (4) GARCIA et al., 1982. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 7, 557-562; 575-579.
- (5) KHALIL et al., 1986. Anim. Br. Abs., 54, 725-749.
- (6) LUKEFAHR et al., 1983. J. Anim. Sci., 57, 1090-1116.
- (7) LUKEFAHR et al., 1984. Anim. Prod., 38, 293-300.
- (8) ROLLINS et al., 1963. J. Anim. Sci., 22, 654-657.
- (9) ROUVIER et al., 1973. Ann. Génét. Sél. anim., 5, 83-107..