

MEJORA GENETICA DEL CONEJO

A. Blasco; M. Baselga; J. Estany

Cátedra de Fisiogenética. ETSIA. Universidad Politécnica

Camino de Vera, 14. 46022- Valencia

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto exponer el programa de Mejora - Genética del conejo que viene realizándose en la Escuela Técnica Superior de - Ingenieros Agrónomos de Valencia. Este programa, iniciado en 1977, fue ampliado en 1982 al disponer la E.T.S.I.A. de nuevas instalaciones. A lo largo de es - tos años han sido publicados en diversas revistas y congresos los resultados - obtenidos. A continuación exponemos el trabajo realizado hasta el momento y - avanzamos nuevos resultados.

MATERIAL

1.- Material animal

Disponemos de cuatro líneas que se reproducen de forma cerrada en ge - neraciones discretas; su origen y efectivos figuran en el cuadro siguiente, así como la generación que se está constituyendo.

LINEA	Nº MACHOS	Nº HEMBRAS	ORIGEN	GEN	METODO	CARACTER
A	20	118	Neozelandés	7	Indice	Nº destetadps
B	13	76	California	7	S. masal	Tasa crecimiento
Ψ	20	118	Sintética	1	BLUP	Nº destetados
R	13	76	Sintética	1	S. masal	Tasa crecimiento

En cada línea se han realizado tres generaciones de integración sin hacer selección.

2.- Alojamientos

Los animales se alojan en naves con iluminación y ventilación contro - ladas. La nave de madres dispone de calefacción, de tal forma que la temperatu - ra nunca es inferior a 13°C. Las jaulas son modelo flat-deck con nidal infrapi - so. Para los nidales se utiliza borra de algodón en vez de paja; esta borra - proviene de subproductos de fábricas de hilaturas. Las deyecciones son extraí - das de las naves por palas de arrastre mecánico.

3.- Manejo

A los 4'5 meses de vida los animales son montados por primera vez. A los 10 días del parto son montados nuevamente. Los apareamientos se realizan - dentro de línea evitando al máximo la consanguinidad. La alimentación se reali - za a base de un pienso compuesto comercial.

CARACTERES ANALIZADOS

1.- Caracteres relativos al crecimiento

1 - Peso individual al destete (PID)

- 2 - Peso individual al sacrificio (PIS)
- 3 - Aumento de peso del destete al sacrificio (AP)
- 2.- Caracteres relacionados con la canal
 - 4 - Longitud desde la apófisis espinosa del atlas a la última vértebra sacra
 - 5 - Anchura entre el tercer trocánter de cada fémur
 - 6 - Peso de la canal caliente (PCO)
 - 7 - Peso de la canal a las 24 horas del sacrificio (PC24)
 - 8 - Peso del deshecho (PIS - PCO)
 - 9 - Peso escurrido (PCO -PC24)
 - 10- Pérdidas totales (PIS - PC24)
 - 11- Predicción del peso de la musculatura total contenida en la canal
 - 12- Predicción del peso de la carne contenida en la pierna posterior
 - 13- Predicción del peso del Longissimus dorsi
 - 14- pH del L. dorsi en la canal caliente
 - 15- pH del L. dorsi a las 24 horas del sacrificio
 - 16- Caída del pH del L. dorsi desde el sacrificio hasta 24 horas después
 - 17- pH del Biceps femoris en la canal caliente
 - 18- pH del B. femoris a las 24 horas del sacrificio
 - 19- caída del pH del B. femoris desde el sacrificio hasta 24 horas después
- 3.- Caracteres reproductivos
 - 20- Número de presentaciones de la hembra al macho para conseguir una camada
 - 21- Número de servicios del macho para conseguir una camada
 - 22- Tamaño de la camada total
 - 23- Número de nacidos vivos
 - 24- Número de nacidos muertos
 - 25- Número de destetados
 - 26- Número de sacrificados
 - 27- Mortalidad desde el nacimiento hasta el destete
 - 28- Mortalidad desde el destete hasta el sacrificio
 - 29- Mortalidad desde el nacimiento hasta el sacrificio
 - 30- Peso de la camada al destete
 - 31- Peso de la camada al sacrificio
 - 32- Peso medio al destete
 - 33- Peso medio al sacrificio

PROGRAMA DE SELECCION

El programa comporta los siguientes pasos:

- 1.- Constitución de las poblaciones de partida
- 2.- Análisis genético de los caracteres de interés productivo
- 3.- Fijación de los objetivos y métodos . Selección dentro de línea
- 4.- Cruces entre las líneas seleccionadas.
1. Constitución de las poblaciones de partida

En un principio fueron constituidos dos líneas, cuyos orígenes se basaron en razas de tipo medio, fundamentalmente Neocelandés y California. Posteriormente fueron ampliadas las instalaciones y se crearon dos líneas sintéticas a partir de diversos orígenes de especial rendimiento reproductivo por un lado y de fuerte velocidad de crecimiento por otro. En todo los casos se recurrió a varias fuentes con objeto de que los animales estuvieran alejados genéticamente; esto fue realizado así debido a que cuanto mayor sea la variación genética de la población, mayor respuesta a la selección cabe esperar.

Durante tres generaciones los distintos orígenes fueron cruzados entre sí, dentro de cada línea, sin hacer selección. Con ello se pretendió que los genes se mezclaran antes de iniciar el programa de mejora; de lo contrario podría haberse seleccionado a alguna fuente algo mejor que a las demás, y se habrían perdido genes de otras fuentes.

2.- Análisis genético de los caracteres de interés productivo

Los datos fueron corregidos restando los efectos de estación, orden del parto e interacciones, estimados resolviendo un diseño factorial desequilibrado (BLASCO et al., (12,13); GARCIA et al. (14). Los parámetros genéticos se estimaron realizando análisis de la varianza y diseños de regresión, así como utilizando una variante del método BLUP que se le empieza a denominar/ "Henderson IV" (BLASCO et al. (16). Los datos fueron procesados en ordenador con funciones creadas ex-profeso en lenguaje APL.

Fueron establecidas ecuaciones de regresión entre medidas externas tomadas sobre la canal y masas musculares. Para ello se midieron y pesaron 103 canales de conejos, se diseccionaron a continuación, y se pesó la masa muscular total y las de fracciones de la canal. El método de establecer las ecuaciones de predicción entre medidas externas y masas musculares fue la realización de regresiones stepwise. La descripción del método y los resultados figuran en BLASCO et al. (11). Posteriormente se realizó un análisis genético sobre las predicciones similar a los expuestos anteriormente.

Los datos se analizaron atribuyéndolos a las madres y a los productos - por separado. Se estimaron las componentes de varianza debidas a efectos directos, maternos y de abuela. El método de estimación de componentes de varianza y covarianzas está expuesto por BLASCO et al. (7).

En la actualidad se están estudiando las relaciones entre caracteres de crecimiento y reproductivos.

Los resultados relativos a los caracteres de crecimiento figuran en BASELGA (1) y BLASCO et al. (8), los relativos a la canal en BLASCO et al. (11 y 12)

y los relativos a reproductivos en GARCIA et al. (4,9 y 10).

Caracteres de crecimiento.

Las heredabilidades más altas las obtuvo el aumento de peso, con un 25 y 20% en las líneas A y B respectivamente.

En consecuencia se eligió al carácter aumento de peso como objeto de selección. Aunque el índice de conversión hubiera dado heredabilidades similares probablemente, el coste de su medición lo desaconsejaron como objetivo; una discusión al respecto se encuentra en BLASCO (15).

Caracteres de la canal

El peso al sacrificio determina ya un 84% de la variación de la musculatura contenida en la canal. Las medidas longitudinales y el peso de la canal no aportan mucha precisión a la predicción. Los análisis genéticos sobre predicciones de la musculatura total, musculatura de la pierna posterior y peso del L. dorsi revelaron que las correlaciones genéticas entre músculos son próximas a la unidad. No es posible, pues, modificar por selección el peso relativo de los músculos.

Finalmente los caracteres relativos a pH muscular y peso escurrido parecen ser estrictamente ambientales.

No parece, pues, estar justificado un programa de selección con testaje de reproductores a partir de canales de los descendientes. Esto simplifica/enormemente los objetivos de selección.

Caracteres reproductivos

La componente genética atribuible a los individuos es nula excepto en el caso del peso medio al sacrificio, que no debe ser considerado en adelante como carácter reproductivo. Las heredabilidades con la componente genética materna oscilaron en torno al 10%. En conclusión, los métodos de selección a emplear es conveniente que sean especialmente eficaces aunque ello requiera una complejidad mayor, pues la respuesta esperada es reducida.

Dado que el destino de las líneas seleccionadas es el cruzamiento, se decidió seleccionar un carácter numérico, con miras a producir un efecto multiplicativo sobre la tasa de crecimiento del que hablaremos más adelante. Se escogió el número de destetados atendiendo a sus interés práctico y al reducido intervalo generacional que supone su control.

3.- Fijación de objetivos y métodos de selección. Selección dentro de línea

A la vista de los resultados expuestos en el apartado 2, se decidió seleccionar dos líneas para incrementar el número de destetados y dos para incrementar la velocidad de crecimiento. Dado que la heredabilidad de la velocidad de crecimiento es suficientemente elevada, se puede aplicar selección individual/para mejorarla. Un sencillo estudio (BLASCO, no publicado) permite afirmar que en caso de utilizar los valores de los padres y hermanos junto al individual - en un índice, la mejora esperada no sería superior a un 11% de la que se conseguiría aplicando selección individual.

Como la heredabilidad del número de destetados es baja, se decidió seleccionar este carácter en la línea A, mediante un índice que integrara la información de varios partos de la hembra -tres, por término medio- y la de los partos de su madre y sus hermanas -tanto medias hermanas como completas-. La originalidad del índice reside en que utiliza un número variable de datos, calculándose para cada hembra en función de los datos de que disponga; la deducción puede encontrarse en BASELGA et al. (16). En la línea V se decidió utilizar un método de selección mucho más complejo; este método, derivado del BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), integra la información de todos los individuos de la población en todas las generaciones, y corrige los datos suprimiendo los efectos de estación y de orden del parto, así como los efectos/ambientales permanentes. El interés de la aplicación de métodos distintos reside en averiguar si compensa el incremento de precisión obtenido con el esfuerzo suplementario realizado.

La selección de líneas de crecimiento, con ciertas precauciones, podría estar al alcance de los cunicultores, pues es sencilla de realizar. Las de líneas reproductivas no, pues es necesaria una cierta formación en genética, estadística e informática para llevar a cabo la estimación del valor reproductivo de un animal como lo hemos realizado.

4.- Cruces entre líneas seleccionadas

Normalmente se realizan cruces entre líneas con el objeto de aprovechar la heterosis o "vigor híbrido" (los individuos cruzados dan mejores rendimientos para el carácter que las líneas parentales). De todas formas, aunque no hubiera heterosis y los individuos cruzados fueran intermedios entre las líneas parentales seguirá siendo interesante el cruzamiento. El siguiente ejemplo, tomado de BASELGA (3) aclarará este punto.

Supongamos que tenemos una línea A de conejos que desteta 8 gazapos por camada y estos crecen a una velocidad de 26 gramos diarios, por término medio. Supongamos que otra línea B de conejos desteta 5 gazapos que crecen a razón de 40 gramos diarios. Si admitimos que no hay heterosis, el cruce A x B tendrá valores intermedios entre A y B, esto es, destetará 6'5 gazapos por término medio, y estos crecerán 33 gramos diarios.

Calculemos ahora la producción global de cada camada. Esta vendrá dada por la velocidad de crecimiento total de la camada, que en definitiva es el indicador de la cantidad de carne a la que ha dado lugar una coneja.

<u>Línea</u>	<u>Nº destetados</u>	<u>Velocidad de crec.</u>	<u>Producción total</u>
A	8	26 g./día	208 g./día
B	5	40 g./día	200 g./día
A x B	6'5	33 g./día	214'5 g./día

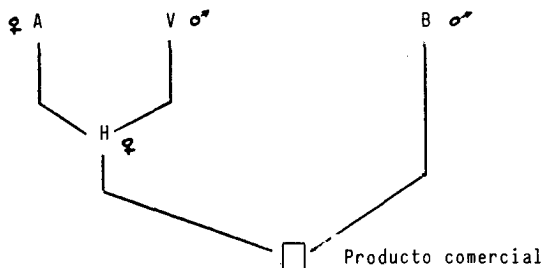
La utilización de individuos cruzados A x B da lugar a una cantidad total de producto superior a la de cualquiera de las líneas parentales A ó B aunque no haya heterosis. Si además existe una heterosis positiva como cabe esperar, esta producción global será aún mayor.

Este efecto se produce cuando los caracteres tienen un efecto multiplicativo; esto es, de número x carácter. Otros caracteres reproductivos interesantes, como el peso de la camada al destete, poseen este efecto en menor grado, y esta fue una de las causas por la que se tomó la decisión de escoger un carácter numérico como objetivo de selección.

Cuando las líneas que se cruzan no poseen este efecto multiplicativo, por ejemplo cuando ambas son seleccionadas para un mayor número de destetados y ambas tienen producciones similares, el cruce sólo está justificado si existe heterosis positiva; esto es, si el cruce es superior a ambas líneas parentales.

En el caso de que se manifieste heterosis para el carácter número de destetados y sea ésta positiva, como de hecho parece deducirse

de la bibliografía existente (BASELGA et al., (5)) y como parece deducirse de datos que aún no hemos publicado, debemos cruzar dos líneas de interés reproductivo para aprovecharla. Así obtendremos una hembra cruzada -lo que popularmente se llama una "híbrida"-, que será la que el cunicultor utilice en su granja como reproductora. Para producir el "efecto multiplicativo" antes mencionado, esta hembra se cruzará con un macho proveniente de una línea seleccionada para aumentar la velocidad de crecimiento. Esto da lugar al esquema de cruce de tres vías que reproducimos a continuación:



A y V son seleccionadas por número de individuos destetados H tiene una producción numérica superior a las de A y V; B es seleccionada por velocidad de crecimiento.

En principio es indiferente el que la línea A ó V actúe como macho o como hembra para producir H, sin embargo los efectos maternos pueden disminuir el rendimiento de la hembra H. Así, parece ser que las hembras provenientes de camadas numerosas dan lugar a una descendencia menor de lo que les correspondería atendiendo a su valor genético, -una posible explicación se encuentra en BLASCO et al., (8)-. Es preferible, pues, que actúe como madre aquella línea cuya media en el número de destetados es menor, en nuestro caso la A; las hijas H / tendrán el mismo valor genético que si la madre hubiera sido V, pero sufrirán/ menos los efectos maternos desfavorables, al provenir de camadas menos numerosas.

El granjero tiene en su local las hembras H y los machos B, los cruza, y el producto lo engorda y lo vende para carne. Si muere alguna hembra H ó macho B debe reponerlos comprándolos a la granja de selección que se los suministró. Podría también reponerlos a partir de hijos de sus híbridos, pero la producción numérica y de crecimiento que obtendría sería menor. Esto ocurre por que el efecto de heterosis se deshace en cada generación, y una hembra H x B sería intermedia entre H y B, o algo superior a la media de H y B en el caso de que se volviera a manifestar la heterosis, pero difícilmente superaría a una hembra H, ya que la línea B tiene un número medio de destetados inferior a las A y V.

Las hembras H no tienen una producción uniforme, similar a la de los hí-

bridos del maíz, por ejemplo. En plantas se obtienen los híbridos por cruce de líneas puras, las cuales se han formado por autofecundación y tienen sus características fijadas genéticamente. En animales se puede intentar aproximarse a las líneas puras fijadas a través de apareamientos entre individuos emparentados. El problema es que estos apareamientos conducen a la caída del valor reproductivo, incluso a la esterilidad, antes de que pueda la línea aproximarse/siquiera al punto de fijación. Además, para encontrar la combinación adecuada/de líneas deberían producirse centenares de líneas puras y cruzarlas luego entre sí, lo cual es viable en plantas pero no en animales. En pollos se intentó hace años seguir un método así para producir híbridos, pero hoy en día estos - esquemas han sido abandonados, son demasiado costosos; además, sólo pudieron aplicarse en aves debido a su excepcional capacidad reproductora. Por tanto la granja de selección que produce la hembra H sólo puede garantizar la media de esos "híbridos", no el valor de cada una de las hembras; las habrá superiores/e inferiores a esa media, pero de generación en generación, conforme progresen las líneas A y V, esa media se irá incrementando -cosa que, por cierto, no hubiera ocurrido con los híbridos provenientes de líneas puras fijadas, en el caso de que hubieran podido obtenerse.

CONCLUSION

En los apartados anteriores se ha descrito el programa de selección seguido en la granja de la ETSIA de Valencia. Un programa de selección de estas características necesita personal especializado para llevarlo a cabo, así como - ciertos medios suplementarios -ordenador, sala de mediciones-, y ciertas precauciones para mantener en granja una sanidad estricta. Aunque esto encarece - las instalaciones y los gastos fijos, no está fuera del alcance de una agrupación de cunicultores ni de una institución.

RESUMEN

En el trabajo se expone el programa de selección seguido en la Escuela - Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia. Este programa consta de los siguientes pasos:

- 1.- Constitución de las poblaciones de partida
- 2.- Análisis genético de los caracteres de interés productivo
- 3.- Fijación de los objetivos y métodos de selección.

Selección dentro de línea

- 4.- Cruces entre las líneas seleccionadas.

REFERENCIAS

1. BASELGA, M. 1978. III Symposium Asociación Española de Cunicultura. Valencia, págs. 111-126.
2. BLASCO, A.; GARCIA, F.; BASELGA, M. 1979. IV Symposium Asociación Española de Cunicultura. León. pp. 97-110.
3. BASELGA, M. 1980. Boletín de Cunicultura. 12: 17-24.
4. GARCIA, F.; BLASCO, A.; BASELGA, M.; SALVADOR, A. 1980. 2º Congreso Mundial de Cunicultura. Barcelona, pp. 202-212.
5. BASELGA, M.; BLASCO, A.; GARCIA, F. 1982. Proceedings of the 2nd. World Congress on Genetics applied to Livestock Production. Round table I-1. VI. pp. 271-280.
6. BLASCO, A.; BASELGA, M.; GARCIA, F.; DELTORO, J. 1982. Proceedings of the 2nd. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production - Sym. 2 VII. 277-281.
7. BLASCO, A.; BASELGA, M.; GARCIA, F.; DELTORO, J. 1982. Proc. 2nd. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Sym. 4. VII. pp.-456-461.
8. BLASCO, A.; BASELGA, M.; GARCIA, F.; DELTORO, J. 1982. Proceedings of the 2nd. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. - Sym. 4. VII. pp. 450-455.
9. GARCIA, F.; BASELGA, M.; BLASCO, A.; DELTORO, J. 1982. Proceedings of the 2nd. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. - Sym. 5. VII. pp. 557-562.
10. GARCIA, F.; BASELGA, M.; BLASCO, A.; DELTORO, J. 1982. Proceedings of the 2nd. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. - Sym. 5. VII. pp. 575-579.
11. BLASCO, A.; ESTANY, J.; BASELGA, M. 1984. Annales de Zootechnie. 33(2): 161-170.
12. BLASCO, A.; BASELGA, M.; GARCIA, F. 1983. Archivos de Zootecnia. 123(32): 111-130.
13. BLASCO, A.; BASELGA, M.; GARCIA, F. 1983. Archivos de Zootecnia. 124(32): 205-229.
14. GARCIA, F.; BASELGA, M.; BLASCO, A. 1983. Archivos de Zootecnia (en prensa).
15. BLASCO, A. 1983. "Genética y nutrición del conejo. En: Nutrición de conejos". C. de Blas (Ed.). Mundi-Prensa.

16. BASELGA, M.; BLASCO, A.; ESTANY, J. 1984. III Congreso Mundial de Cunicultura. Roma, 4-8 de Abril de 1984.
17. BLASCO, A.; BASELGA, M.; ESTANY, J. 1984. III Congreso Mundial de Cunicultura. Roma 4-8 de Abril de 1984.