

## NUEVAS DIRECTRICES PARA PONER EN EVIDENCIA A LOS GENES Y A SUS EFECTOS SOBRE CARACTERES ECONOMICOS

New outlooks for the gene evidention and for the demonstration of their effects on the economical characters

Voies nouvelles dans la mise en évidence des genes et leurs effets sur les caractères économiques

A. RODERO \*

A semejanza de lo que ocurre en el proceso selectivo, cuando se llega a un techo tras varias generaciones del proceso, tenemos la impresión que la investigación que trata de aplicar la genética cuantitativa al proceso de mejora genética ha llegado a un límite que es necesario romper. De aquí que se intente abrir nuevos caminos, entre los que podemos citar aquellos que investigan las vías que ligan los genes con sus caracteres. Se hace necesario ocuparse de los procedimientos que nos acercan a esos genes a partir de los caracteres y llegan a determinarlos.

Creemos necesario distinguir entre los caracteres mendelianos y caracteres cuantitativos y semicuantitativos determinados por genes mayores y genes aditivos.

### CARACTERES CUALITATIVOS

P. MÉRAT (1972) diferencia tres casos típicos de incidencias de factores mendelianos en los programas de selección:

- 1.º Genes determinados por vía serológica (grupos sanguíneos) o bioquímica (variantes proteicas).
- 2.º Genes con efectos visibles o de clara repercusión fenotípica.
- 3.º Mutantes raros que originan fenotipos anormales.

Señala que los dos últimos no presentan polimorfismo genético, ya que los mejoradores los fijan para asegurar la homogeneidad racial, por lo que no es

---

\* Departamento de Genética y Mejora, Facultad de Veterinaria, Avda. Medina Azahara, 9, Córdoba, España.

posible tenerlos en cuenta en la selección para caracteres económicos. Esto no evita que pueda existir asociación entre estos caracteres y los cuantitativos. La escuela francesa de Jouy-en-Josas se ha ocupado extensamente de todas las posibilidades de este tipo de caracteres.

De interés más primario son los genes de grupos sanguíneos y de polimorfismo bioquímico.

En el polimorfismo bioquímico es frecuente la presencia de supergenes. En algún sistema de grupos sanguíneos, los genes responsables de ellos están estrechamente ligados funcionando como supergenes. Se han desarrollado por un proceso de duplicación genética, seguidos de mutación, a partir de un simple cistrón, y posterior selección y reconstrucción cromosómica. En la mayoría de los casos, el control genético de caracteres coadaptados puede haber sido introducido en genes separados, que han sido reunidos para formar una unidad. Después puede estabilizarse el supergen por diferentes mecanismos. Un ejemplo puede estar representado, según VOGLINO y DASSAT (1972) por los genes de las tres clases de caseínas en la leche de ganado vacuno, que se heredan como una unidad.

La complejidad genética de los factores polimórficos queda reflejada tanto en la determinación de polipéptidos estructurales como enzimáticos, pudiendo la deficiencia de esta última ser originada por la falta de capacidad funcional de las enzimas sintetizadas, o por ausencia de síntesis enzimática.

El interés principal de estos factores radica en su posible asociación con los determinantes de los caracteres económicos, por lo que se comportan como *loci* marcadores. La detección de esta asociación presenta dificultades, a menos que los *loci* controlen una proporción elevada de la varianza genética del carácter en cuestión. Son dos los caminos principales, según ROBERTSON (1967), los que puede utilizar el mejorador en este sentido. Una sustitución alélica dada puede, por ejemplo, mejorar una producción determinada, cualquiera que sea el resto del genotipo del animal. Una población puede mejorarse aumentando la frecuencia de los genes más deseables.

El criterio del valor de tal información para la selección resulta igual a la proporción entre la varianza genética aditiva en el carácter que es controlado por los *loci* marcadores y la heredabilidad del carácter (ROBERTSON y NEIMAN-SØRENSEN, 1961).

La segunda posibilidad es que los heterocigotos pueden ser superiores a los homocigotos, con más probabilidad en caracteres asociados con viabilidad y eficiencia reproductora.

La asociación entre un gen del tipo de los estudiados y un carácter de reproducción no presenta el mismo valor en todas las poblaciones, sino que se encuentra condicionada por el proceso genético a que se ha sometido la población, por la frecuencia o naturaleza de los sobrecruzamientos y aun por la misma selección natural.

La determinación estadística de la asociación puede llevarse a cabo por dos técnicas (A. RODERO, 1964):

1.º Diferenciación de individuos que portan distintos alelos, a través de dos procedimientos: por uno de ellos es posible distinguir si individuos cuyo fenotipo indica que portan un alelo determinado presentan un carácter con intensidad significativamente distinta de los que no lo portan; por el otro, se indica

si hay diferencia en producción entre individuos homocigotos de genotipos distintos.

En el primer caso, sugeríamos la prueba *t*, según MITSCHENLICH y cols. (1955). En el segundo puede aplicarse una análisis de varianza, del que damos un modelo, en nuestro trabajo.

2.º Importancia de la varianza controlada de los grupos sanguíneos.

Por análisis de varianza es posible inferir el componente originado en la producción por genes de grupos sanguíneos y los porcentajes que le corresponde en las varianzas fenotípicas y genotípicas.

Estas técnicas permiten la elaboración de índices de selección que incluyen la información procedente del polimorfismo bioquímico y grupos sanguíneos.

Existen caracteres que, calificados de cualitativos porque permiten ser diferenciados en clase, presentan diferencias cuantitativas dentro de cada una. Tal, por ejemplo, los niveles de cada potasio en ovinos (ZARAZAGA y cols., 1973). Nosotros hemos analizado este carácter deduciendo el porcentaje que en la determinación del mismo incluye los factores aditivos.

#### DETECCIÓN DE PORTADORES DE GENES MAYORES

Podemos referirnos a técnicas citológicas y bioquímicas y técnicas propias de la genética de poblaciones.

Las primeras están poco desarrolladas en los animales domésticos. Tratan de determinar los individuos heterocigotos, portadores de genes que interesa detectar y que pueden transmitirse a la descendencia.

Se consigue el objetivo en un momento muy temprano de la vida del animal, y aun en fase prenatal, natal o preconcepcional.

Así, por ejemplo, los portadores de genes determinantes de algunas alteraciones hereditarias se pueden poner en evidencia en cultivo de células.

Como es posible que las modificaciones celulares se observen igualmente en células del líquido amniótico, se puede hacer la diagnosis de la enfermedad durante la vida fetal una vez que se ha conseguido la distinción entre homocigotos y heterocigotos.

En otras ocasiones es el suero del portador el que posee una acción específica sobre determinada célula, o bien, los análisis orgánicos son los que diferencian a los portadores heterocigotos de los homocigotos.

Esta técnica y el estudio de las familias permiten diferenciar a los individuos en: portadores definitivos, con al menos un hijo afectado o portador, y poseyendo también ascendientes con la misma característica; portadores probables, sin historia familiar, pero con al menos un hijo afectado, y portadores posibles, que están emparentados con un seguro individuo afectado o heterocigoto.

El conocimiento de ligamientos entre una alteración hereditaria y un carácter marcador puede ayudar al reconocimiento de los heterocigotos, especialmente en la característica ligada al sexo. Siguiendo en el camino de un gen, es posible detectar las vías de otro.

Sin embargo, es a nivel de la genética de poblaciones donde la práctica ha conseguido los mayores éxitos con esta finalidad. Especialmente, en la valoración

de toros reproductores a través de la inseminación artificial, JOHANSSON (1961) señala cuatro procedimientos:

1.º Cruce del toro con vacas recesivas. La probabilidad de encontrar un ternero dominante es 0,5 y en  $n$  sucesivos descendientes,  $0,5^n$ .

2.º En el caso de que la viabilidad del homocigoto recesivo sea escasa, un procedimiento es la reproducción del toro con una hembra heterocigota. Con  $n$  hijos, la probabilidad de pasar inadvertida la heterocigosis es de 0,75.

3.º Cruce del macho con hijas de hembra heterocigota. La probabilidad de pasar inadvertido el portador de  $n$  descendientes es  $0,875^n$ .

4.º Cruce de toros con sus propias hijas. La probabilidad es semejante al caso anterior.

#### CARACTERES CUANTITATIVOS

Sabido es que los caracteres de tipo cuantitativo están determinados por un gran número de genes, entre los que se encuentran factores aditivos, factores epistáticos y de dominancia. El análisis genético de diferencias entre estirpes permite determinar la importancia de cada tipo de factor. Los caracteres han de ser sometidos sobre las estirpes parentales, los híbridos  $F_1$  y ambos cruces retrogradados.

STEWART y ELSTON (1973) presentan diferentes modelos estadísticos que se refieren a: un único *locus*; dos *loci* aditivos, no ligados; *loci* aditivos no ligados; dos *loci* ligados; un *locus* mayor para un gran número de *loci* aditivos. En conjunto se estudian 20 modelos distintos, a través del método de la máxima probabilidad. Los resultados demuestran que, en la mayor parte de los caracteres estudiados, la variación genética se puede explicar adecuadamente en término de solamente uno a dos *loci*. Se ha confirmado esta conclusión, que prueba la descendencia.

El modelo puede ser generalizado para dos caracteres y casos de multi-hibridismo simple.

#### CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Los puntos que hemos expuesto pueden ser considerados desde el punto de vista de la repercusión económica que tienen en el proceso de mejora.

Así, por ejemplo, la inclusión en un índice de selección de la información procedente de los grupos sanguíneos puede representar un incremento de la respuesta genética, que se traduce por un aumento en el beneficio del proceso selectivo. Pero, a su vez, el incluir la información indicada supone un gasto mayor.

Por otra parte, si tenemos en cuenta la información de grupos sanguíneos, la selección a favor suyo puede incrementar una producción determinada, pero puede suponer una disminución de otro carácter productivo.

Parece conveniente elaborar una ecuación de beneficio en función de las características a tener en cuenta, entre las que se encuentran los caracteres de grupos sanguíneos, ligados por sus correlaciones genéticas y fenotípicas y multiplicados por su coeficiente económico. Se compara el beneficio obtenido con aquel de la ecuación de beneficio elaborado sin la información de grupos sanguíneos. La comparación de los beneficios nos decide sobre el interés de la operación.

Se ha visto también el interés que tiene esta información estudiada en la orientación de los cruzamientos para aprovechar la heterosis. Existen procedimientos que valoran económicamente tales cruzamientos y las ventajas que se obtienen. Podemos considerar qué ventajas económicas supone la inclusión de los datos de grupos sanguíneos en este proceso genético.

## RESUMEN

Se considera la incidencia de los factores mendelianos en los programas de selección, haciéndose una especial mención de los genes de grupos sanguíneos y del polimorfismo bioquímico. Se recuerdan las técnicas biomatemáticas que utilizan la información procedente de los grupos sanguíneos en la selección.

A continuación se ocupa el autor de la detección de los individuos portadores de genes mayores, a través de técnicas citológicas y séricas y de los métodos de genética de poblaciones.

Por último, se realiza el análisis de los caracteres cuantitativos y los aspectos económicos de las consideraciones llevadas a cabo en este trabajo.

## SUMMARY

The incidence of mendelian factors in the selection programmes is considered, mentioning especially the genes of blood groups and the biochemical polymorphism.

Biomatematical techniques are remembered, that use the information proceeding from blood groups in the selection.

Afterwards the author studies the detection of individuals bearing major genes, through cythological and seric techniques and through the methods of genetic of populations.

Finally, the analysis of the quantitative and the economical aspects of the considerations done in this work is realised.

## RESUME

L'auteur met en consideration l'incidence des facteurs mendéliens dans le programme de selection et fait une mention special aux gènes des groupes sanguins et du polimorphisme biochimique.

On fait en rappel aux techniques biometriques lasquelles utilisent l'information procedant des groupes sanguins dans la selection.

Après, l'auteur s'occupe de la detection des individus porteurs des gènes majeurs par des techniques citologiques et sériques et des méthodes de génétique des populations.

Finalement, l'analyse de caractères quantitatifs est réalisé ainsi que l'étude des aspects économiques des considerations faites le long du travail.

## REFERENCIAS

- ELSTON, R. C., y STEWART, J. (1973): *Genetics*, 73:695-711.
- FORD, E. B. (1965): *Genetic Polymorphism*. Faber & Faber, Londres.
- JOHANSSON, I. (1961): *Genetic aspects of dairy cattle breeding*. University Illinois Press. Urbana.
- LANNERGUE, J. J. (1972): *Annl. Genet. Sel. Anim.*, 4:79-85.
- MÉRAT, P. (1972): *Annl. Genet. Sel. Anim.*, 4:66-77.
- NEIMAN-SØRENSEN, E., y ROBERTSON, A. (1961): *Acta Agr. Scand.*, 11:163-196.
- ROBERTSON, A. (1967): *Annual Review of Genetics*, 1:295-312.
- RODERO, A (1964): *Arch. Zootec.*, 13:3-14.
- STEWART, J., y ELSTON, R. C. (1973): *Genetics*, 73:675-693.
- VOGLINO, G. F., y DASSAT, P. (1972): XII Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorphism.
- VARIOS (1973): *International Meeting on Quantitative Inheritance, Polymorphism, Selection and Environment*. University of Bologna.
- ZARAZAGA, I.; VALLEJO, M.; MARTÍNEZ, A.; MONGE, E.; RODERO, A.; GARZÓN, R., y HERRERA, M. (1973): *Arch. Zootec.*, 22:355-361.