EFECTO DE LA INTENSIDAD DE SELECCIÓN SOBRE LA RESPUESTA A UN ÍNDICE DE SELECCIÓN CUANDO VARÍA EL TAMAÑO DE POBLACIÓN

J. L. Campo y H. Turrado
Área de Genética Animal, CIT-INIA, Apartado 8111, 28080 Madrid

Después de una generación de selección el ritmo de respuesta depende de tres factores: intensidad de selección, varianza genética aditiva, y precisión de la evaluación genética. La respuesta en las siguientes generaciones depende además del tamaño de población y son necesarias dos modificaciones (VERRIER et al., 1991). La primera se debe al efecto sobre la intensidad de selección, y la segunda a la deriva genética (suma de los efectos debidos a consanguinidad y muestreo) actuando sobre la disminución de varianza genética. Esta disminución no es independiente del efecto de la selección, que actúa directamente (efecto Bulmer), e indirectamente a través de la consanguinidad. En los experimentos de selección a corto plazo, el efecto Bulmer es más importante que el efecto de la deriva, aunque este último depende del tiempo, y una población pequeña alcanza antes el largo plazo que una población grande. Para caracteres relacionados con la eficiencia reproductiva, habrá que considerar además la reducción causada por depresión consanguínea.

Hay pocos experimentos publicados que analicen simultáneamente los efectos de la intensidad de selección y el tamaño de población sobre la respuesta a la selección. FRANKHAM et al. (1968) estudiaron en *Drosophila* la respuesta a la selección individual para número de quetas, usando tres tamaños de población (10, 20, y 40 pares de reproductores) y cuatro intensidades de selección (10, 20, 40, y 80%). HANRAHAN et al. (1973) examinaron la respuesta a la selección dentro de familias para ganancia en peso postdestete en ratón, evaluando cinco tamaños de población (1, 2, 4, 8, y 16 pares) y dos intensidades de selección (25 y 50%). SILVELA et al. (1989) analizaron el efecto de la intensidad de selección (5 o 17%) y el tamaño de población (6, 10, o 50 plantas) sobre la selección para porcentaje de aceite en maíz. En general, las respuestas tendían a incrementarse con el tamaño de población, y no había efecto consistente de la intensidad de selección. Aunque suele considerarse que la intensidad de selección que maximiza la respuesta acumulada a la selección es el 50%, HOSPITAL y CHEVALET (1993) han demostrado que la intensidad óptima puede ser mucho menor excepto si el tamaño de población es pequeño.

En un experimento con *Tribolium* se ha tratado de estudiar el efecto de la intensidad de selección y el tamaño de población sobre la repuesta a la selección a corto plazo usando un índice de selección para dos caracteres (peso a los 21 y a los

28 días). Las discrepancias entre respuestas observadas y esperadas se analizaron considerando el efecto del diferencial de selección reducido, el ritmo de consanguinidad, y el desequilibrio de ligamiento.

El experimento consideró cuatro intensidades de selección distintas (20, 25, 33 y 50%) en cada uno de cinco tamaños de población (1, 2, 4, 8, y 16 pares de reproductores). Se hicieron cuatro generaciones de selección y tres repeticiones. En cada repetición había un control con 16 pares de reproductores y 160 individuos. La respuesta a la selección observada se calculó como el coeficiente de regresión de las medias sobre el número de generaciones, calculando previamente en cada repetición y generación la diferencia entre la línea seleccionada y la control. El error típico de la respuesta se calculó como la raíz cuadrada de la varianza entre repeticiones dividida por tres.

La respuesta esperada en cada carácter en la generación n+1 será:

$$\Delta_{n+1} = \frac{G_n bi}{\sqrt{b' P_n b}}$$

donde $\Delta' = (\Delta G_1 \quad \Delta G_2)$, G (P) es la matriz de varianzas genéticas (fenotípicas), i es el diferencial de selección tipificado corregido para tamaño y estructura de población, y b' = (1 1). La relación de recurrencia para las varianzas genéticas teniendo en cuenta el efecto de la selección es (TALLIS y LEPPARD, 1988):

$$G_{n+1} = (0.5G_n + 0.5K(b'P_n b)^{-1} G_n b b' G_n) + 0.5G_0 = G_{n+1}^{entre} + G_{n+1}^{dentro}$$

donde K = -i(i-a), es el cambio de la varianza debido a la selección, y a es el punto de truncación. El cambio en la matriz de varianzas fenotípicas es el mismo que el indicado para las varianzas genéticas ($P_n - P_0 = G_n - G_0$). Teniendo en cuenta los efectos de la deriva y de la selección, la matriz de varianzas genéticas entre familias es: $(1-1/N)G_n^{entre}$, siendo N el número de reproductores, mientras que la matriz de varianzas genéticas dentro de familias es: $(1-F_n)G_n^{dentro}$. El coeficiente de consanguinidad será:

$$F_n = \Delta F_n + (1 - \Delta F_n) F_{n-1}$$

siendo ΔF el incremento en consanguinidad:

$$\Delta F_n = \left(\frac{1}{2N_e} \right)_{n-1}$$

El tamaño de población efectivo será:

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{N}\left(1 + 2i^2 h_I^2 \frac{1 - Kh_I^2}{1 - 0.5Kh_I^4} \right)$$

siendo la heredabilidad del índice:

$$h_I^2 = (b'Gb / b'Pb)$$

El efecto de la intensidad de selección sobre la respuesta para el objetivo de selección variaba de un tamaño de población a otro. Las líneas con el 20% de intensidad siempre tenían mayor respuesta que las restantes, aunque la diferencia no era igual en todos los tamaños de población. Cuando el tamaño de población era 16 pares: 20% > (25% = 33%) > 50%, siendo las respuestas respectivas: 2,72 > (1,78 = 1,84) > 1,15. Para 8 pares, la única diferencia significativa era la del 20% respecto al 33% (2,37 y 0,94, respectivamente). Para 4 pares y 1 par, sólo hubo diferencias significativas entre el 20% (2,22 y 1,49) y el 50% (0,69 y 0,73), mientras que para 2 pares no hubo diferencias significativas entre líneas. La concordancia entre las respuestas esperadas y las observadas era buena, excepto cuando la intensidad de selección era el 50% o el tamaño de población era 1 par. La heredabilidad realizada fue similar en todas las líneas, indicando que la influencia principal del tamaño de población es a través del diferencial de selección.

Frankham R., Jones L. P., Barker J. S. F., 1968. The effects of population size and selection intensity in selection for a quantitative trait in *Drosophila*. Genet. Res. 12, 237-248.

Hanrahan J. P., Eisen E. J., Legates J. E., 1973. Effects of population size and selection intensity on short-term response to selection for postweaning gain in mice. Genetics 73, 513-530.

Hospital F., Chevalet C., 1993. Effects of population size and linkage on optimal selection intensity. Theor. Appl. Genet. 86, 775-780.

Silvela L., Rodgers R, Barrera A., Alexander D. E., 1989. Effect of selection intensity and population size on per cent oil in maize. Theor. Appl. Genet. 78, 298-304.

Tallis G. M., Leppard P., 1988. The joint effects of selection and assortative mating on multiple polygenic characters. Theor. Appl. Genet. 75, 278-281.

Verrier E., Colleau J. J., Foulley J. L., 1991. Methods for predicting response to selection in small populations under additive genetic models: a review. Livest. Prod. Sci. 29, 93-114.