

Simulación genética de una piara.

Ricardo Navarro Fierro^{1,2}
Manuel Carbonell Reyes^{1,3}

¹Centro de Cómputo,

²Depto. de Genética y Bioestadística,

³Depto. de Producción Animal Cerdos,

Facultad de Medicina Veterinaria

y Zootecnia de la Universidad

Nacional Autónoma de México.

INTRODUCCION. El componente genético de la producción animal es un aspecto difícil de valorar a través de investigaciones empíricas: es caro de operar y transcurre mucho tiempo desde que se plantea un experimento hasta que se logran los resultados. Tales características hacen muy indicado utilizar los métodos de la simulación de sistemas para experimentar en relación con el mejoramiento genético (Navarro, 1984).

Harris y Stewart (1986) señalan la importancia de la simulación de sistemas para el estudio del mejoramiento genético. En la actualidad se conoce lo suficiente sobre el componente genético de los animales domésticos como para trasladar un fracción importante del sistema a experimentos de simulación (v.g. Bennet et al., 1983 y Tess et al., 1983); de tal manera, la simulación aparece como una herramienta útil para el profesional interesado en genética animal.

Es significativo constatar que 40% (27/67) de los trabajos que aparecen en el tomo XII de las memorias del Tercer Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Animal celebrado en 1986, se enfocan a proyectos de simulación o a la formulación de modelos matemáticos aplicados al mejoramiento genético.

Por lo anterior se planteó desarrollar un sistema de cómputo para la simulación de una piara, con énfasis en el componente genético, pero que considere otros factores de la producción porcina y permita el desarrollo de experimentos.

MATERIAL Y METODOS. El programa de simulación se basa en el modelo desarrollado por Navarro (1984), que fue validado por Navarro y Posse (1984), y lo extiende para considerar las características zootécnicas de una granja de cerdos, también se le agregó un algoritmo que conecta la generaciones de cerdos. En la programación se usó el lenguaje Basic (Gw-Basic versión 3.2; Microsoft, 1987).

La conexión genética de una generación a otra se logra ajustando los valores genéticos aleatorios de los hijos a la cantidad que ya está determinada por la capacidad genética de sus padres. El ajuste se hace con base en el índice de herencia de la característica, que representa la proporción de las diferencias en productividad observadas entre los padres que se transmite a la siguiente generación, y mediante la relación de parentesco que se sabe existe entre padres e hijos, que en el sentido genético es un fenómeno susceptible de medición (Wright, 1922).

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA. Para lograr la máxima flexibilidad, la programación se hizo en forma modular. El primer módulo genera una cantidad especificada de animales, que

El tamaño de la camada que se obtiene de cada apareamiento se genera en forma aleatoria con distribución de Poisson ($\lambda=10$). Se considera que sólo el 85% de los lechones paridos llegan a la pubertad, (15% de mortalidad total). Para cada uno de los "sobrevivientes" se simula el genotipo y el valor ambiental para formar el fenotipo y se le asigna sexo usando el mismo procedimiento de los padres. Estos datos son la base para la siguiente generación de cerdos: se seleccionan los reemplazos, se deciden las cruzas y se vuelve a usar el módulo dos para hacer la tercera generación, y así sucesivamente hasta el número de generaciones previstas.

En el sistema se supone que no hay parentesco entre el padre y la madre -independencia genética-, aunque ambos se reflejan en el valor genético de los hijos; también se supone que hay independencia ambiental entre los padres y de ellos con sus crías.

VALIDACION DEL SISTEMA. Se simuló una piara considerando cuatro variables de producción: GDP (ganancia diaria de peso), EGD (espesor de la grasa dorsal), EA (eficiencia alimenticia) y AOC (área del ojo de la chuleta). Los parámetros utilizados se presentan en los cuadros 1 y 2, los datos corresponden a lo descrito por Navarro y Castro (1985).

Se obtuvo el pie de cría inicial (módulo uno) y cinco generaciones sometidas a selección (módulo dos). Se repitió el proceso en dos ocasiones; en una se seleccionó por ganancia diaria de peso y en la segunda se aplicó un índice de selección que optimiza el avance económico con base en GDP y EGD, buscando un incremento en la ganancia, pero evitando el engrasamiento excesivo de los animales.

Para iniciar la validación se seleccionó cerca del 30% de las hembras y menos del 2% de los machos de un grupo de 600 animales simulado para constituir el pie de cría inicial. Se indicaron 330 servicios para cada generación de animales, que conducen a cerca de 300 partos, de los que se espera contar con 2,525 animales.

Para ambos casos se estimaron las respuestas esperadas en cada una de las variables con base en lo señalado por Becker (1972). Los resultados en cuanto a ganancia de peso, la respuesta correlacionada de la eficiencia alimenticia y el efecto sobre el valor económico global se presentan en las gráficas.

La respuesta a la selección observada en cada una de las variables siguió el patrón esperado, es decir una tendencia de cambio monótono con las fluctuaciones resultantes del componente aleatorio que incluye el comportamiento genético.

Es evidente la diferencia económica en los resultados de uno y otro criterio de selección, aunque también es notoria la mayor dificultad para diseñar y aplicar el índice de selección. Al señalar éstos aspectos, el sistema puede contribuir significativamente a la calidad de los programas genéticos aplicados a la producción porcina.

En conclusión, el sistema evaluado simula poblaciones conforme al modelo propuesto y representa de manera suficientemente precisa la evolución de una granja porcina.

constituyen la oferta inicial de cerdos para iniciar la granja. Se espera que la mitad sean machos y el resto hembras (el sexo de cada animal se simula aleatoriamente con base en la distribución binomial, $p=0.5$), de aquí deben seleccionarse las cerdas requeridas para el hato y los machos necesarios para atenderlas.

Este procedimiento conduce a obtener en forma totalmente aleatoria los animales que constituyen la primera generación; de ahí en adelante se conservan los valores genéticos de la generación precedente para leerlos en las siguientes corridas y ajustar los valores de los hijos en función de la participación del componente genético de la productividad de sus padres.

Tanto el primero como el segundo módulo forman dos archivos de salida, uno contiene los valores de producción observados (fenotipo) en cada animal simulado. El segundo archivo contiene los factores de ponderación que representan la distribución de las variables incluidas, y el valor del componente genético de cada animal para cada una de las características, éste archivo es la base para la reconstrucción de los hijos en función del valor genético de su padre y su madre.

El segundo módulo conecta las generaciones entre si. En él se indican los apareamientos entre los animales seleccionados, el módulo lee los datos del componente genético de cada animal seleccionado y simula las cruces.

Los módulos se han programado de manera que pueden emplearse para simular cualquier número de variables de producción con la cantidad de animales que se desee. Las especificaciones se dan a través del archivo de entrada inicial de datos, que puede modificarse al gusto del usuario.

LOS PARAMETROS DE LA SIMULACION son: 1) la matriz de varianzas y covarianzas genéticas, 2) la matriz de varianzas y covarianzas ambientales -que permiten incluir la variabilidad y las correlaciones genéticas y ambientales- y 3) el vector de medias de las variables del sistema genético por estudiar. Al mostrar los trabajos de validación de la simulación de la piara, se presenta un ejemplo de la formulación de los parámetros.

La definición del número de variables se hace en un archivo inicial, que se formula antes de iniciar el trabajo y debe basarse en parámetros estimados en poblaciones reales, que pueden obtenerse en la literatura especializada, aquí se muestran los empleados durante la validación del sistema.

CARACTERISTICAS DE LA GRANJA SIMULADA. Se han definido ciertos parámetros de producción para simular la granja -que pueden modificarse-. Se considera que las hembras tienen una media de 3.7 partos y los machos dan $3.7 \times 20 = 74$ servicios en promedio (20 machos por hembra). La vida útil asignada a cada individuo del pie de cría se simula con distribución de Poisson ($\lambda = 3.7$, para los machos el resultado se multiplica por 20). El sistema indica cuando un animal ya "se murió", es decir que ya agotó la vida útil que le fue asignada.

Una vida media de 3.7 partos, y los servicios equivalentes, se corresponden bien con un ciclo promedio de 21 semanas y un intervalo entre generaciones de año y medio (78 semanas), que son adecuados al comportamiento real de una piara.

LITERATURA CITADA.

- Becker E (1972): Manual of quantitative genetics. Washington State Univ. Press. Pullman, Washington.
- Bennet GL, Tess MW, Dickerson GE, Johnson RK. (1983): Simulation of heterosis effect on cost of pork production. J. Anim. Sci. 56: 792-800.
- Harris DL, Stewart TS. (1986): The role of computer simulation and laboratory animals in the design of breeding programs. Proc. of 3th. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska.
- Microsoft Corp. (1987): GW-BASIC, Owner's manual. Microsoft Corporation.
- Navarro R (1984): Un modelo general para la simulación del mejoramiento genético. Memorias del II Congreso Nacional ANVEC. 175-178. Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, Mazatlán.
- Navarro R, Posse C. (1984): Validación de un modelo para la simulación del mejoramiento genético. Memorias del II Congreso Nacional ANVEC. 175-178. Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Mazatlán, Sinaloa.
- Navarro R, Castro GE (1985): Tres opciones de selección. Síntesis Porcina 4 (9):17-21.
- Naylor TH, Balintfy JL, Burdick DS, Ckhu K. (1980): Técnicas de simulación en computadoras. Editorial Limusa, México, D. F.
- Tess MW, Bennet GL, Dickerson GE. (1983): Simulation of genetic changes in life cycle efficiency of pork production. II. Effects of components on efficiency. J. Anim. Sci. 56: 354-368.
- Wright S. (1922): Coefficients of inbreeding and relationship. Amer. Natur. 56: 330.

CUADRO 1.- PROMEDIOS Y COVARIANZAS GENÉTICAS

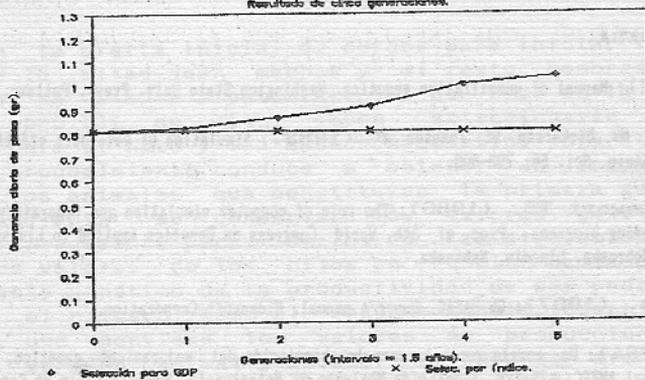
GDP	EGD	EA	AOC	PROMEDIOS
0.0025000				0.81
0.0056525	0.1043290			2.70
-0.0048675	0.0142928	0.0313290		3.50
-0.0262500	-0.2374050	-0.1115100	4.41	31.1

GDP: ganancia diaria de peso. EGD: espesor de la grasa dorsal.
EA: eficiencia alimenticia. AOC: área del ojo de la chuleta.

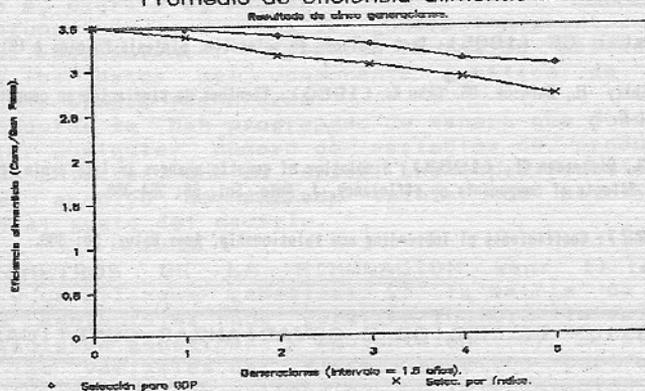
CUADRO 2.- COVARIANZAS AMBIENTALES

GDP	EGD	EA	AOC
0.0057810			
0.0062256	0.1072710		
-0.0091282	0.0121433	0.0311710	
-0.0260072	0.1867166	-0.1316920	5.20

Promedio de ganancia diaria de peso.
Resultado de cinco generaciones.



Promedio de eficiencia alimenticia.
Resultado de cinco generaciones.



Incremento en el valor económico
Resultado de cinco generaciones.

