

EL MODELO ANIMAL Y SU COMPARACION CON OTRAS AYUDAS DE SELECCIÓN, PARA PRODUCCION DE LECHE

Jorge H. Quijano Bernal¹; Camilo Montoya Serna¹

RESUMEN

Se estimó el valor genético aditivo para producción por lactancia a través de un modelo lineal mixto con repetibilidad (Modelo Animal), y usando las ayudas de selección (pedigree, registros repetidos y prueba de progenie.), en vacas, novillas y toros nacionales y extranjeros de un hato "élite" propiedad de la Universidad Nacional, localizado en zona ecológica de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) y situado a 2600 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 12,5°C, en el corregimiento de Santa Elena, departamento de Antioquia Colombia.

Para estimar el valor genético por el modelo animal se uso el programa MTDFREML (Multiple trait derivate-free restricted Maximum Likelihood), (Meyer 1991). Para las ayudas de selección se usaron las fórmulas de acuerdo con Vanvleck (1993):

No existe una marcada discrepancia en la selección, ya que ambos métodos señalan los mejores y peores individuos.

Para las novillas, los promedios de los valores genéticos en el caso del modelo animal son un poco mayores con respecto al de la otra ayuda. Sin embargo, la gran diferencia se observa en la precisión, pues ésta es mayor en el modelo animal (MA) que en la ayuda de selección (AS), (42% versus 29 %), lo cual constituye la superioridad de un método sobre el otro.

La misma tendencia se observó al analizar la vacas, y de nuevo, la diferencia se encuentra en las precisiones de los estimados (56% ayuda de selección y 75%

¹ Profesores Asociados. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
Facultad de Ciencias Agropecuarias. Apartado 1779.

modelo animal). El promedio del valor por modelo animal fue mayor que para la ayuda de selección (148 y -32 respectivamente).

Para los toros, las precisiones en el modelo animal fueron superiores a la ayuda de selección (48 y 30% respectivamente). Al comparar los promedios de los valores genéticos usando el modelo animal entre los toros nacionales y extranjeros se encontró que estos son respectivamente 218 y 78 kg,

Palabras clave: Valor genético, modelo animal, repetibilidad, producción de leche., ayuda de selección, pedigree, progenie, registros repetidos.

ABSTRACT

ANIMAL MODEL AND COMPARATION WITH OTHER SELECTION AIDS FOR MILK YIELD

It was considered the genetic additive value for milk yield through a mixed lineal model with repetibility (Animal Model), and using the selection aid (pedigree, repeated registrations and offspring test), in cows, heifers and national bulls and foreigners of a cluster " elite " property of the National University, located in ecological area of forest very humid low montano and located 2600 m.s.n.m. with a temperature average of 12,5°C, in Santa Elena's locality, department of Antioquia, Colombia.

To estimate the genetic value for the animal model the program MTDFREML (Multiple trait derivate-free restricted Maximum likellhood) was used (Meyer, 1991). For the selection aid the agreement formulas were used in acordance with Vanvieck (1993).

A marked discrepancy doesn't exist in the selection, since both methods point out the best and worse individuals.

For the heifers, the averages of the genetic values in the case of the animal model are a little bigger with regard to that of the other aid. However, the great diference is observed in the precision, because this is bigger in the animal model (MA) that in the selection help (ACE), (42% versus 29%), that which constitutes the superiority of a method on the other one.

The same tendency was observed when analyzing the cows, and again, the difference is in the precisions of the estimated ones (56% selection help and 75% animal

model). The average of the value for animal model was bigger than for the selection aid (148 and -32 respectively).

For the bulls, the precisions in the animal model were superior to the selection aid (48 and 30% respectively). When comparing the averages of the genetic values using the animal model between the national bulls and foreigners it was found that these are respectively 218 and 78 kg.

Key words: Genetic value, animal model, repeatability, milk production, selection aid, pedigree, offspring, repeated registrations.

INTRODUCCION

El proceso de selección en el mejoramiento animal implica la escogencia de los mejores genotipos para la característica a seleccionar. Lo anterior involucra necesariamente el uso de las ayudas de selección más apropiadas teniendo en cuenta además la precisión del estimado el cual es de suma importancia en el momento de entrar a decidir entre una y otra. En nuestro medio la práctica de la selección, entendida en los términos en los cuales la define el mejoramiento animal, no ha sido muy usual ya que esta se ha basado fundamentalmente en la apreciación visual de las características fenotípicas del individuo como lo son el tipo y la conformación. Esto se debe en gran parte a que en nuestras ganaderías no es frecuente registrar la información productiva de los animales. Lo anterior ha conducido

a que el progreso genético sea muy lento y costoso debido a la imprecisión de la estimación de los potenciales genéticos de los reproductores.

A propósito de lo anterior, la Sección de Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional, Sede Medellín, ha venido trabajando durante varios años en la estimación de valores genéticos a través de las ayudas de selección tradicionalmente ofrecidas por el mejoramiento animal. A partir del presente año se ha establecido una nueva técnica de mayor uso en el mundo como es el modelo animal. La presente investigación tiene como objetivo el de mostrar algunos resultados obtenidos por este método y la comparación con otras ayudas de selección usadas anteriormente.

Según Henderson (1973), citado por Simianer (1994) el modelo animal es

una forma general de modelar los componentes poligénicos aditivos en el contexto del mejor predictor lineal insesgado **BLUP** (Best linear unbiased prediction) del valor de cría. Este último autor sostiene que el término "Modelo Animal" fue introducido por Quass y Pollak (1980) quienes lo definieron simplemente como un modelo en el cual "la ecuación de un registro contiene un término para el valor de cría del animal que realiza el registro".

La aplicación del modelo animal puede ser atribuida a tres factores fundamentales:

- el desarrollo de eficientes algoritmos para resolver la matriz de parentesco,
- el enorme incremento en la capacidad de computación desarrollada en las últimas décadas,
- el desarrollo de eficientes estrategias de solución de sistemas complejos de ecuaciones,

El Modelo Animal se basa en el método del mejor predictor lineal insesgado Blup (Best linear unbiased prediction), el cual consiste en un modelo mixto que combina las mejores características de las

técnicas del índice de selección y mínimos cuadrados, para predecir el valor de cría de un individuo.

Las ecuaciones del modelo lineal mixto son presentadas por Henderson (1973) y (1974).

EL Modelo Animal con Repetibilidad. Una hembra lechera puede realizar varias lactancias consecutivas, lo cual da origen a varios registros repetidos a través de los cuales es posible estimar su valor de cría. Sin embargo, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones con respecto al modelo a utilizar ya que hipótesis como la independencia de los errores no es respetada específicamente en este caso. En efecto, los rendimientos de un mismo animal tienden a parecerse y a ser mucho más parecidos que lo que supuestamente indica la heredabilidad. La repetibilidad, r , es decir la correlación entre rendimientos de un mismo animal es superior a la heredabilidad (h^2). Esto, según Biochard *et al* (1992) se explica por la presencia de un efecto propio del animal, no transmisible a sus descendientes pero que afecta todos sus registros durante el resto de su vida. Este efecto llamado "Efecto del ambiente permanente" debe ser integrado en el modelo.

A propósito Henderson (1975) propuso un método que permite usar todos los registros y los parientes de los individuos dentro del hato para evaluar cada animal. Entre las ventajas a obtener se citan las de incrementar la precisión de la selección, además de que al usar todos los parientes se puede tener en cuenta las tendencias genéticas en forma más eficiente.

Ventajas del Modelo Animal.

Según Jurado (1991), las principales ventajas del modelo animal son:

- la evaluación genética de un animal se hace utilizando los rendimientos propios y los de todos sus parientes en cualquier grado con tal de que estén incluidos en la genealogía,
- es de anotar que se puede estimar el valor de cría de un individuo sin registros propios o de sus descendientes a partir de una función lineal del BLUP (mejor predictor lineal insesgado) de parientes con registros (Henderson, 1977).
- se obtiene una evaluación simultánea para padres, madres y descendencia, lo que significa que sus predicciones genéticas se refieren a la misma base y por lo tanto son comparables entre sí.

El modelo animal tiene en cuenta los cambios en la varianza genética debido a consanguinidad y/o selección.

En resumen el modelo animal tiene en cuenta el cambio en la varianza genética producida como consecuencia de la selección y/o consanguinidad, y los valores fenotípicos son corregidos por los verdaderos valores de los efectos medio ambientales.

El modelo animal actúa de tal forma que considera que los animales sin padre ni madre pertenecen a la generación base. En consecuencia, los animales de la población base se supone están extraídos al azar de una población de media cero y de varianza genética la que tenían los animales fundadores de la población. Si en la genealogía hay animales a los cuales les falta el padre y/o la madre, el modelo animal los asigna automáticamente a la generación base y las evaluaciones de sus descendientes son referidas a la misma generación base.

MATERIALES Y METODOS

Materiales.

Localización. Los datos que se utilizaron en esta investigación

proviene de los registros productivos de las vacas Holstein del Centro Paysandú, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Este se localiza en el corregimiento de Santa Elena perteneciente al Municipio de Medellín. La región corresponde, según Espinal (1985), a una zona ecológica de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), situado a 2.600 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 12,5°C y una precipitación promedio anual de 2.500 m.m.

Descripción de los datos usados para estimar los valores de cría.

Para la estimación de los valores de cría se tomaron 140 lactancias correspondientes a 57 vacas. También se estimaron los valores de cría de 38 novillas, 3 toretes, 14 toros nacionales y 36 extranjeros. Se registró además la siguiente información: Número de la vaca, época, año de parto y producción corregida a 305 días, dos ordeños y equivalente maduro.

El hato mencionado está constituido por 50 vacas Holstein y 10 cruzadas BON por Holstein de alta calidad, en el cual se usa la inseminación artificial con semen importado de toros probados. Este es considerado en la región como un hato "élite".

Las vacas pastorean básicamente en praderas de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y son suplementadas con balanceados de acuerdo con la producción y estado fisiológico.

En la tabla 1 se presenta la descripción de la información utilizada.

Tabla 1. Descripción de las observaciones usadas para estimar los valores de cría de acuerdo al año y la época.

Factores	Número de lactancias
1. Año de parto	
1988	1
1989	4
1990	4
1991	11
1992	14
1993	26
1994	26
1995	35
1996	18
1997	1
2. Época	
1 (seca)	81
2 (lluviosa)	59
Total	140

Métodos. Inicialmente se utilizó un modelo para la producción de leche, el cual incluyó como efectos fijos, el año y la época de parto. Este fue resuelto a través del programa de mínimos cuadrados de Harvey (1988).

- **Estimación de los valores de cría a través de ayudas de selección.** Para estimar el valor genético de las novillas y de las vacas se usaron las siguientes fórmulas de acuerdo con Vanvleck (1993):

1. Novillas

$$nh^2/1 + (n-1)r[(X_i - X_h)]$$

Donde :

n= número de registros de la madre,

h^2 = heredabilidad de la característica (0.23),

cp= coeficiente de parentesco (0.5),

r= repetibilidad de la característica (0.45),

X_i = promedio de lactancias ajustadas de la madre,

X_h = promedio ajustado del hato.

2. Vacas

$$MPVC = nh^2/1 + (n-1)r[(X_i - X_h)]$$

Donde:

MPVC= más probable valor de Cría,

n= número de registros de la madre,

h^2 = heredabilidad de la característica (0.23),

r= repetibilidad de la característica (0.45),

X_i = promedio de lactancias ajustadas de la vaca,

X_h = promedio ajustado del hato,

$$\text{Exactitud} = \sqrt{nh^2/1 + (n-1)r}$$

3. Toros

$$nh^2/2[1 + (n-1)r][(X_i - X_h)]$$

Donde:

n= número de hijas del toro,

h^2 = heredabilidad de la característica,

X_i = promedio de lactancias ajustadas de las hijas de los toros,

X_h = promedio ajustado del hato

$$\text{Exactitud} = 0.71\sqrt{nh^2/1 + (n-1)r}$$

Estimación de los valores de cría usando el Modelo Animal. Para estimar los valores de cría se utilizó un modelo mixto en el cual los valores genéticos son tomados como aleatorios y como efectos fijos el

año y la época. Este fue resuelto a través del programa MTDFREML (Multiple trait derivate-free restricted Maximum Likelihood), (Meyer 1991).

De acuerdo con Henderson (1975) la descripción matricial del modelo animal incluyendo la repetibilidad es:

$$Y = X\beta + Za + Wp + e$$

Donde:

Y = producción de leche corregida a 305 días 2 ordeños y equivalente maduro,

X = matriz conocida de efectos fijos,

β = vector de incógnitas de efectos fijos (época y año de parto),

Z = matriz conocida de efectos aleatorios,

a = vector de estimados del valor genético de los individuos a evaluar,

W = matriz de incidencia de los efectos de ambiente permanente conocidos,

p = vector de ambiente permanente,

e = vector de ambiente temporal.

Los elementos a, p, y e tienen medias cero;

La varianza de (a) = $Ah^2\sigma_y^2$. Donde A es la matriz de parentescos de los animales en el hato y σ_y^2 es la varianza de los registros en una población no consanguínea.

$$\text{Varianza (p)} = I(1-r) \sigma_y^2$$

Donde:

r = repetibilidad de la característica,

h^2 = heredabilidad de la característica,

$$\text{Varianza (e)} = I(1-r) \sigma_y^2$$

Los elementos a, p, e son mutuamente incorrelacionados.

Este modelo asume que la causa de la correlación entre los registros de los diferentes individuos es debida a la varianza genética aditiva. Continuando con el mismo autor, la varianza de los registros de vacas con coeficiente de endocría f es $(1+h^2f)\sigma_y^2$. La covarianza entre registros de individuos i y j es $h^2g_{ij}\sigma_y^2$ donde g_{ij} es el elemento ij de la matriz de parentesco A.

Para el programa MTDFML se usaron los siguientes parámetros genéticos:

$$\sigma_A^2 = 511.225$$

$$\sigma_{GM}^2 = 400.000$$

$$\sigma_{DM} = 410927$$

$$\sigma_c^2 = 497085$$

$$\sigma_{cp}^2 = 410927$$

$$\text{Exactitud} = 1 - \sqrt{\text{pev} / \sigma_a^2}$$

Donde:

pev = error estándar de la
varianza,

σ_a^2 = varianza aditiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para la estimación de los valores de cría se utilizaron diferentes ayudas de selección Vanvleck (1993), dependiendo de la información de los parientes de los individuos a seleccionar. Así para las novillas se usó el promedio de varios registros repetidos de sus madres. En la tabla 2 se presentan los valores genéticos estimados por pedigrí y por el modelo animal.

Tabla 2. Valores genéticos de novillas calculados por pedigrí (A.S) y modelo animal (M.A).

Novilla No.	V.G.E	Precisión	V.G.E.	Precisión
	Pedigrí (kg)	(%)	Modelo Animal (kg)	
9603	274	29	515	40
9527	216	29	239	38
9510	158	33	72	51
9622	21	25	-89	37
9509	-35	31	50	53
9518	-57	25	-47	38
9609	-97	33	-303	43
9515	-120	29	-31	36
Promedio	45	29	51	42

Como se puede observar, no la selección, ya que por ambos existe una marcada discrepancia en métodos la mejor novilla es la 9603

y las peores son la 9609 y la 9515. Además, si miramos los promedios de los valores genéticos para ambos métodos, encontramos que en caso del modelo animal es un poco mayor con respecto al de la otra ayuda. Sin embargo, la gran diferencia se observa en la precisión, pues ésta es mayor en el modelo animal (MA) que en la ayuda de selección (AS), (42% versus 29 %), lo cual constituye la superioridad de un método sobre el otro. Estas ventajas han sido ya reportadas por diversos

autores (Henderson, 1975, Jurado, 1991 y VanVleck, 1993). Lo anterior se debe a que en el modelo animal se toman en cuenta todos los individuos emparentados con las novillas mientras que en la ayuda de selección solo se toma en cuenta la madre de la novilla.

Para las vacas en producción se estimó el valor de cría con base en la selección masal o individual con registros repetidos (promedio de varios registros repetidos) (Tabla 3).

Tabla 3. Valores genéticos estimados (V.G.E.) de las vacas en producción por ayudas de selección (A.S.) (registros repetidos) y Modelo Animal (M.A.).

Vaca No.	V.G.E. A.S.	PRECISION V.G.E.		PRECISION %
		%	M.A.	
9201	629	60	1030	80
9018	322	63	400	79
9329	194	48	339	71
9206	-49	63	-24	80
9417	-300	48	-124	66
9219	-670	56	-934	76
Promedio	21	56	-40	75

Podemos notar como al comparar los valores de cría de las vacas, obtenidos por ambas ayudas de

selección y las tendencias en cuanto a señalar las mejores y peores vacas se mantienen y solamente la

diferencia se encuentra en las precisiones de los estimados (56% ayuda de selección y 75% modelo animal). En éste caso la precisión es mayor que en el de las novillas ya que para las vacas en producción se incluyen los registros repetidos,

además de los registros de los parientes.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los estimados de algunos reproductores tanto nacionales como extranjeros.

Tabla 4. Valores genéticos esperados (V.G.E.) de algunos reproductores nacionales y extranjeros usando la ayuda de selección (A.S.) y el modelo animal (M.A.).

Toro	Origen	V.G.E. A.S.	Precisión	V.G.E. M.A.	Precisión
	N			450	46
Agr. J. Mensajero	N				
Agr. C. Brigadier	N			326	45
Agr. M. Barrabas	N			258	46
Agr. M. Centauro	N			209	62
Agr. G. Goliat	N			169	43
Agr. B. Reflejo	N			168	73
Agr. F. Marinero	N			135	41
Agr. G. Zafiro	N			28	43
Millr. N. Trailblazer	E	11	24	462	37
W.K. Duster	E	171	33	384	55
P. Bootmaker	E	-381	44	202	51
R.D.S. Jack	E	101	24	141	26
A. Sucesor	E	-12	24	80	47
C.G. Nugget	E	-35	24	-301	40
C.M.I. Bell	E	-60	33	-149	59
M.I. Prince	E	-55	33	-197	51
Promedio		-32	30	148	48

*N. Nacional E: Extranjero

Observando la Tabla 4, se nota como el promedio del valor por modelo animal fue mayor que usando la ayuda de selección (148 y -32 respectivamente). Esto puede ser debido al mayor número de parientes incluidos dentro del modelo animal, que en este caso serían positivos para valor genético. En cambio para la ayuda de selección, únicamente se tuvieron en cuenta las hijas de los toros.

En cuanto a las precisiones, el modelo animal fue superior a la ayuda de selección (48 y 30% respectivamente). Esto se explica también por el mayor número de parientes tenidos en cuenta por el modelo animal.

Al comparar los promedios de los valores genéticos usando el modelo animal entre los toros nacionales y extranjeros, se encuentra que estos son respectivamente 218 y 78 kg. Esto puede ser un indicativo del alto potencial genético que es posible obtener en los toros nacionales cuando se hace una selección adecuada y rigurosa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A través del modelo animal se puede lograr una alta precisión en la escogencia de los mejores

genotipos para una característica, debido a sus grandes ventajas tales como la eliminación de los efectos de la selección, la toma en cuenta de los posibles cambios en la varianza genética aditiva, y el uso de una misma base de comparación entre otros.

- Las ayudas de selección tradicionales tales como los registros repetidos, el pedigree y la prueba de progenie siguen siendo métodos válidos para estimar el valor de cría, sobretudo en circunstancias como las nuestras donde existen tantas dificultades para la toma de información y el uso de computadores.

- Las precisiones son mayores en vacas que en novillas independiente de los métodos usados, ya que en aquellas se tiene en cuenta el promedio de sus registros repetidos, lo que no es posible en las novillas.

- Con respecto a los toros nacionales y extranjeros, podemos concluir que por el simple hecho de un reproductor ser extranjero no se garantiza un mejoramiento en la producción de leche. Así por ejemplo en el presente estudio se puede observar como algunos de ellos fueron negativos en el centro Paysandú habiendo sido

seleccionados con base en su valor genético positivo en Estados Unidos. Muchos de los toros nacionales tuvieron inclusive un mejor comportamiento presentando un promedio mayor que los extranjeros.

BIBLIOGRAFIA

BIOCHARD, D. *et al.* L'évaluation des Reproducteurs: Le modèle sous-jacent á L'évaluation des valeurs génétiques. p. 185-195. *En:* INRA. Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales. Versailles: INRA, 1992. 302 p.

ESPINAL T., Luis. Geografía ecológica del departamento de Antioquia: zonas de vida, formaciones vegetales del departamento de Antioquia. *En:* Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol 38, No.1 (1985); 80 p.

HARVEY, W. R. Users guide for LSMLMW PC-1 versión; mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, s.l.: s.n., 1988; 59 p.

HENDERSON, C.R. Best linear unbiased prediction of breeding values not in the model for records. *En:* Journal of Dairy Science. — Vol. 60 No. 5 (1977); p.783.

_____. Use of all relatives in intraherd prediction of breeding values and producing abilities. *En:* Journal of

Dairy Science. Vol. 58 No.12 (1975); p. 1910.

_____. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *En:* Biometrics. Vol.31 (1975); p.423.

_____. General flexibility of linear model techniques for sire evaluation. *En:* Journal of Dairy Science. Vol 57 (1974); p.963-972.

_____. Sire evaluation and genetic trends. *En:* Proceedings of the Animal Breeding and Genetic Symposium in Honor of Dr. Jay L. Lush. Champaign, Il.: ASAS and ADSAS, 1973. p.10-41. Citado por SIMIANER, H. Current and future developments in applications on animal models. *En:* Proceedings of the 5th World Congress on Genetics applied to livestock production. 1994; Guelp.

JURADO GARCIA J.J. El modelo animal. *En:* Curso de actualización sobre mejora genética animal. (1991: Madrid). Madrid: INIA, 1991. p.1-20

MEYER, K. Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood. *Genet. Sel. Evol.* Vol. 23 (1991); p.67.

SIMIANER, H. Current and future developments in applications on animal models. *En:* Proceedings of the 5th World Congress on Genetics applied to livestock production. 1994; Guelp.

VAN VLECK, L.D., POLLAK, E. J. and OLTENACU, E, A. B. Genetics for the animal sciences. New York: W.H. Freeman, 1987. 391 p.

VAN VLECK, L.D., Selection index and introduction to mixed model methods. Boca Raton, Florida: CRC, 1993. 481p.

Modelos de selección para la cría de animales. Presentación de las técnicas de selección. Ed. de los autores. 1987. 391 p. (Revista de Genética y Mejoramiento Animal, Vol. 15, No. 1)

Modelos de selección para la cría de animales. Presentación de las técnicas de selección. Ed. de los autores. 1987. 391 p. (Revista de Genética y Mejoramiento Animal, Vol. 15, No. 1)

Modelos de selección para la cría de animales. Presentación de las técnicas de selección. Ed. de los autores. 1987. 391 p. (Revista de Genética y Mejoramiento Animal, Vol. 15, No. 1)

Modelos de selección para la cría de animales. Presentación de las técnicas de selección. Ed. de los autores. 1987. 391 p. (Revista de Genética y Mejoramiento Animal, Vol. 15, No. 1)

Modelos de selección para la cría de animales. Presentación de las técnicas de selección. Ed. de los autores. 1987. 391 p. (Revista de Genética y Mejoramiento Animal, Vol. 15, No. 1)

Modelos de selección para la cría de animales. Presentación de las técnicas de selección. Ed. de los autores. 1987. 391 p. (Revista de Genética y Mejoramiento Animal, Vol. 15, No. 1)