

Estimación de parámetros y tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas para características de producción de leche en bovinos overos colorados

Phenotypic, environmental and genetic parameters and trend estimation for milk production traits in Overo Colorado cattle

H. A. URIBE¹, M.V., M. Sc., Ph. D., J. P. SMULDERS², M.V., Mg. Sc.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Casilla 24-0, Osorno, Chile.

²Instituto de Zootecnia, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.

SUMMARY

Chile has several cattle breeds that were brought from Europe which have developed adaptation traits some of them non-existing in more specialized breeds. The Overo Colorado (red and white) breed was introduced in Chile in the 19th century. Genetic improvement of the breed has been done via importation of frozen semen and mass selection. Although the breed is defined as dual purpose: milk and beef, selection emphasis heavily relies on the breeders' personal preference. The breeders association was formed in 1944; however, the Overo Colorado breed is not genetically evaluated for production or conformation traits. The objectives of this study were 1) to create a data set to begin genetic evaluation of the breed, 2) estimate phenotypic and genetic parameters of milk traits, 3) to estimate phenotypic, environmental, and genetic trends of milk traits. Data were obtained from 16 herds; 9.455 lactations from 3.303 cows calving between years 1986 and 2001 were analyzed. The model included the fixed effect of herd-year-season, parity number and milk recording agency. Animal genetic and permanent environmental effects were treated as random. Variance components were estimated by Restricted Maximum Likelihood (REML). Phenotypic 305 days average milk and fat yield were 5.044 and 177 kilograms, respectively. Fat and protein percentages were 3.51 and 3.25, respectively. Phenotypic and environmental trends for milk and fat yield were estimated at 82.02, 3.45, 73.97 and 3.10 kg per year, respectively. Phenotypic and environmental trends for fat and protein concentration were .087, .37, .05 and .26 grams/liter per year, respectively; the last three being non different from zero. Heritability and repeatability for milk and fat yield were estimated at .25, .50, .23 and .46, respectively. Heritability and repeatability for fat and protein percentage were estimated at .44, .56, .43 and .59, respectively. Genetic trends for milk and fat yield were 1.91 and .065 kilograms per year, respectively; the later being non different from zero. Genetic trends for fat and protein concentration were -.013 and .017 grams/liter per year, respectively.

Palabras clave: overo colorado, características lecheras, heredabilidad.

Key words: overo colorado, milk traits, heritability.

INTRODUCCION

Chile posee algunas razas de bovinos, las cuales fueron traídas desde Europa por conquistadores españoles y posteriormente por colonizadores alemanes. A través del tiempo estas razas

se han seleccionado en forma natural y artificial, llegando a desarrollar características de adaptación y rusticidad específicas, muchas ausentes en las razas más especializadas. La raza Overo Colorada es una de las razas de bovinos que se ha adaptado a los sistemas de producción pastoriles del sur de Chile (Overo Colorado, 2001).

La raza Overo Colorada se ha desarrollado en Chile desde fines del siglo 19. La Asociación Nacional de Criadores de Overo Colorado (ANACOC) inicia sus actividades en 1944 como una iniciativa de los criadores de reglamentar los estándares de la raza y definir las características morfológicas y productivas de ésta (Overo Colorado, 2001). En general, esta raza se define como de doble propósito: leche y carne. El énfasis de mejoramiento genético generalmente ha dependido de la especialidad y gusto personal de un determinado criador. Mejoramiento genético de esta raza se ha hecho principalmente por medio de importación de semen congelado de países con programas genéticos más desarrollados. La selección fenotípica individual de los reproductores y cruzamientos dirigidos también ha sido una herramienta usada por los criadores para mejorar las características de sus rebaños.

En el ámbito mundial se han desarrollado técnicas matemático-estadísticas, las cuales, usando registros productivos y genealógicos, permiten identificar y separar los componentes de un registro productivo de un animal. Estos procedimientos ayudan en la predicción del mérito genético que un animal puede transmitir a su prole. Por varios motivos, Chile no ha incorporado completamente estos avances científicos, lo que ha llevado a que los productores dependan casi exclusivamente de material genético importado. Esta marginación es todavía más dramática en criadores de razas numéricamente menos representadas en el país, como es el caso de la raza Overo Colorada. Evaluaciones genéticas realizadas fuera del país están disponibles en catálogos de reproductores, las que son ofrecidas por las diferentes empresas involucradas en la comercialización de genética congelada. En los catálogos de reproductores el mérito genético de un animal se expresa como la desviación genética promedio de sus hijas en relación a la media de la población donde fueron obtenidos los datos.

Algunos ejemplares de la raza Overo Colorada son genéticamente evaluados en Chile una vez al año con un modelo mixto padre abuelo-materno (Trejo, 1998). Otros detalles con relación a efectos fijos o grupos genéticos usados en el modelo no son oficialmente publicados por

la empresa evaluadora. Resultados de esta evaluación para reproductores machos tampoco son de uso público, por lo que la estimación no llega a los criadores para que estos las usen como herramienta en el mejoramiento genético.

El objetivo general de este trabajo fue caracterizar genética y fenotípicamente parte de la población de Overos Colorados existente en el país. Los objetivos específicos fueron: 1) formar una base de datos, 2) estimar tendencias fenotípicas y genéticas, y 3) estimar parámetros genéticos que sirvan de punto de partida para la evaluación genética rutinaria de la raza Overo Colorada en Chile.

MATERIAL Y METODOS

Datos. Los datos fenotípicos se obtuvieron de 16 rebaños de la Décima Región de Chile. Los datos crudos correspondieron a 9.455 lactancias en 3.303 vacas con partos entre 1986 y 2000. Los datos provinieron de dos agencias de control de producción de leche. Al editar los datos se eliminaron aquellas vacas cuyas primeras lactancias no fueron registradas. Se eliminaron lactancias con menos de 250 días y más de 400 días de ordeño. También se eliminaron aquellos registros en los que no fue posible identificar ninguno de los progenitores. Finalmente, los datos usados para la variable producción de leche fueron 3.837 lactancias en 1.739 vacas. De los archivos de genealogía se obtuvo información de parentesco en un total de 3.567 animales. Las características analizadas fueron producciones de leche y grasa, estandarizada a 305 días, y porcentajes de grasa y proteína.

Modelo estadístico. El modelo estadístico con el que se evaluaron los datos para cada una de las características fue:

$$y_{ijkl} = \mu + RAE_i + NOP_j + Agencia_k + a_{ijkl} + p_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Donde:

y_{ijkl} = es una observación fenotípica de la $ijklm$ -ésima vaca en el i -ésimo grupo contemporáneo, en el j -ésimo número ordinal de parto controlada por la k -ésima agencia de control lechero.

- $\mu =$ media poblacional
 $RAE_i =$ efecto de la i -ésima interacción entre el rebaño, año y estación de parto (grupo contemporáneo). Los partos se produjeron en tres estaciones de parto: 1) meses de marzo, abril, mayo y junio; 2) meses de julio, agosto, septiembre y octubre; 3) meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.
 $NOP_j =$ efecto del j -ésimo número ordinal de parto.
 $Agencia_k =$ efecto de la k -ésima agencia de control lechero.
 $a_{ijklm} =$ efecto aleatorio genético aditivo del $ijklm$ -ésimo animal $\sim N(0, \sigma_a^2)$
 $p_{ijklm} =$ efecto aleatorio del efecto ambiental permanente de la $ijklm$ -ésima vaca con registros de producción $\sim N(0, \sigma_p^2)$.
 $e_{ijklm} =$ efecto residual aleatorio $\sim N(0, \sigma_e^2)$.

La esperanza matemática de y_{ijklm} fue:

$$E(y_{ijklm}) = \mu + RAE_i + NOP_j + Agencia_k$$

La interacción Rebaño-Año-Estación usada en el modelo consideraba el efecto fijo del grupo contemporáneo de producción de la vaca; un grupo contemporáneo fue considerado como tal con un mínimo de cinco observaciones.

La estructura de (co)varianzas del modelo puede ser indicada con mayor claridad al escribir el modelo en estructura matricial:

$$y = Xb + Z_1a + Z_2p + e$$

Donde:

y = vector de observaciones, X = matriz de incidencia que relaciona los efectos fijos con las observaciones, Z_1 = matriz de incidencia que relaciona los animales con las observaciones, Z_2 = matriz de incidencia que relaciona el efecto ambiental permanente con las observaciones, b = vector desconocido de efectos fijos (grupo contemporáneo, número de parto, agencia de control lechero), a = vector de valores genéticos aditivos, p = vector de valores ambientales permanentes y e = vector de residuales. De esta forma la (co)varianza entre los efectos aleatorios del modelo fue:

$$\text{var} \begin{pmatrix} a \\ p \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I_1\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & I_2\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

Donde:

A = matriz de parentesco genético aditivo, I_1 = matriz identidad con un orden igual al número de animales con registros, I_2 = matriz identidad con un orden igual al número de observaciones, σ_a^2 = varianza genética aditiva, σ_p^2 = varianza ambiental permanente, σ_e^2 = varianza residual.

La varianza del vector de observaciones (y) fue:

$$\text{Var}(y) = Z_1AZ_1'\sigma_a^2 + Z_2Z_2'\sigma_p^2 + I_2\sigma_e^2$$

Las soluciones de los vectores desconocidos (b , a y p) se obtuvieron usando la metodología del mejor predictor lineal insesgado (BLUP) descrita por Henderson (1950, 1984).

Estimación de varianzas. Los componentes de varianza para cada característica en estudio se estimaron usando el método Máxima Verosimilitud Restringido (REML) descrito por Patterson y Thompson (1971). Con el método REML el estimador de la varianza residual es:

$$\sigma_e^2 = \frac{y'y - \hat{b}'X'y - \hat{a}'Z_1'y - \hat{p}'Z_2'y}{N - r(X)}$$

Donde: N = número de observaciones y $r(X)$ = es el rango de la matriz X . Se define una matriz C igual a la inversa generalizada de la matriz de coeficientes de las ecuaciones del modelo mixto de la siguiente manera:

$$C = \begin{pmatrix} X'X & X'Z_1 & X'Z_2 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1 + A^{-1}\alpha & Z_1'Z_2 \\ Z_2'X & Z_2'Z_1 & Z_2'Z_2 + I\lambda \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} c_{00} & c_{0a} & c_{0p} \\ c_{a0} & c_{aa} & c_{ap} \\ c_{p0} & c_{pa} & c_{pp} \end{pmatrix}$$

Donde:

$$\alpha = \sigma_e^2 / \sigma_a^2 \quad \text{y} \quad \lambda = \sigma_e^2 / \sigma_p^2$$

Los estimadores de las varianzas genéticas y ambientales permanentes son:

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{\hat{a}'A^{-1}\hat{a} + tr(A^{-1}c_{aa})\hat{\sigma}_e^2}{q_a} \text{ y}$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{\hat{p}'\hat{p} + tr(c_{pp})\hat{\sigma}_e^2}{q_p}, \text{ respectivamente.}$$

Donde: $tr(A^{-1}c_{aa})$ es la traza de la inversa de la matriz de parentesco genético multiplicada por la porción, correspondiente al sector de valores genéticos, de la inversa generalizada de la matriz de coeficientes del modelo; y $tr(c_{pp})$ es la traza, de la porción correspondiente a valores ambientales permanentes, de la inversa generalizada de la matriz de coeficientes del modelo; q_a y q_p corresponde al número de animales incluidos en el análisis y al número de animales con registros, respectivamente.

La edición de los datos fue hecha con diferentes procedimientos del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1990), mientras que la estimación de componentes de varianza se realizó usando el programa computacional VCE4.0 (Groeneveld, 1998).

Tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas. Las tendencias fenotípicas de las variables de interés se estimaron como la pendiente del promedio crudo de la regresión de kilogramos de leche sobre año de parto. La tendencia ambiental fue la pendiente de la regresión del promedio de las estimaciones de grupos contemporáneos sobre año de parto. La tendencia genética en cambio fue calculada como la pendiente de la regresión del promedio de los valores genéticos estimados sobre año de nacimiento de cada animal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros fenotípicos. El cuadro 1 muestra los valores promedios, mínimos y máximos para producción de leche, grasa y proteína. El valor promedio histórico de producción de leche, estandarizado a una lactancia de 305 días, fue de 5.044 kilogramos, registrándose al menos una lactancia con más de 9.000 kilogramos

CUADRO 1. Valores promedios, máximos y mínimos para producción de leche, grasa, y porcentajes de grasa y proteína desde el año 1986 al 2001.

Average, maximum and minimal values for milk and fat yield, and fat and protein percentage from year 1986 to 2001.

| | Promedio | Mínimo | Máximo | Lactancias |
|------------|----------|--------|--------|------------|
| Leche (kg) | 5.044 | 2.511 | 9.469 | 3.837 |
| Grasa (kg) | 177 | 77 | 349 | 3.789 |
| % Grasa | 3.51 | 2.3 | 4.76 | 3.789 |
| % Proteína | 3.25 | 1.7 | 4.86 | 1.47 |

de leche. El promedio de producción de leche en la raza Overo Colorada (cuadro 2) es mayor que aquel reportado por Visscher y Goddard (1995) para vacas Holstein australianas; en ese estudio el promedio por vaca fue de 3.845 litros. Promedios de producción más altos que los encontrados en este estudio han sido descritos para vacas Holstein estadounidenses y japonesas. Dematawewa y Berger (1998), en una muestra de más de 100.000 lactancias Holstein en Estados Unidos estimaron un promedio corregido a 305 días, considerando todos los partos, de 6.928,5 kilogramos por vaca. Suzuki y Van Vleck (1994) encontraron un promedio de producción, para Holstein japonesas, de 6.365 kilogramos. De una muestra de 10.152 lactancias Pösö y Mäntysaari (1996) estimaron el promedio de producción de vacas Ayrshire finlandesas, corregido a 305 días, en 3.334 kilogramos, lo cual es inferior a lo encontrado en la raza Overo Colorada.

La tendencia fenotípica y ambiental para producción de leche desde los años 1986 al 2001 se muestra en la figura 1 y el cuadro 3. El progreso fenotípico de producción de leche en esta muestra de la raza Overo Colorada se estimó en 82.02 kilogramos por año (P<0.01). La tendencia ambiental fue de 73.97 kilogramos por año (P<0.01).

El promedio histórico de producción de grasa en Overos Colorados se estimó en 177.39 kilogramos (cuadro 1), lo que es mayor que lo indicado para Holstein australianas por Visscher y Goddard (1995), quienes encontraron un promedio de 160 kilogramos de grasa. Fenotípi-

CUADRO 2. Varianzas genética, ambiental permanente y residual, heredabilidad y repetibilidad para producción de leche y grasa y contenido de grasa y proteína en leche.

Genetic, permanent environmental and residual variances, heritability and repeatability for milk and fat yield, and fat and protein concentration.

| | Varianza Genética | Varianza Ambiental Permanente | Varianza Residual | Heredabilidad | Repetibilidad |
|---------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|---------------|
| Leche (kg) | 162.853 | 163.266 | 323.228 | 0.25 | 0.50 |
| Grasa (kg) | 192.95 | 192.44 | 443.73 | 0.23 | 0.46 |
| Grasa (gr/lt) | 23.27 | 67.21 | 21.97 | 0.44 | 0.56 |
| Prot. (gr/lt) | 18.89 | 65.93 | 18.10 | 0.43 | 0.59 |

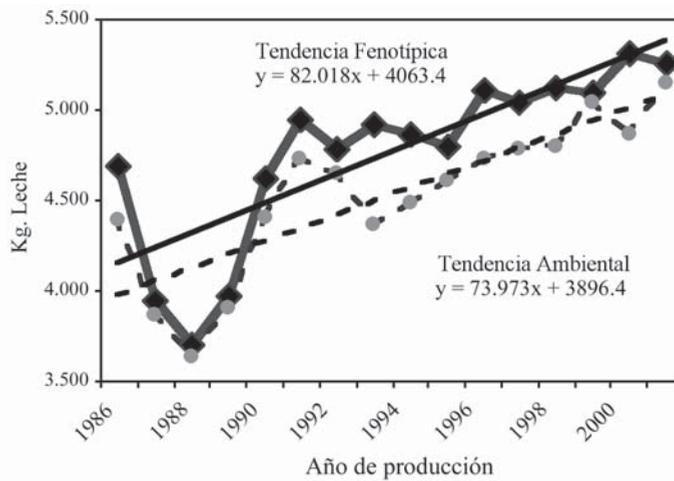


FIGURA 1. Tendencia fenotípica y ambiental para producción de leche.

Milk yield phenotypic and environmental trends.

CUADRO 3. Tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas para producción de leche y grasa y contenido de grasa y proteína en leche.

Phenotypic, environmental, and genetic trends for milk and fat production, and fat and protein milk concentration.

| | Fenotípica | Ambiental | Genética |
|------------------|------------|-----------|----------|
| Leche (kg) | 82.02* | 73.97* | 1.90* |
| Grasa (kg) | 3.45* | 3.1* | 0.065 |
| Grasa (gr/lt) | 0.087* | 0.05 | -0.013* |
| Proteína (gr/lt) | 0.37 | 0.26 | 0.017* |

* = indica valor estadísticamente diferente a cero.

amente, la producción de grasa tuvo un aumento de 3.45 kilogramos por año ($P < 0.01$), (cuadro 3), mientras que la tendencia ambiental fue de 3.10 kilogramos por año ($P < 0.01$), (figura 2).

La pendiente de la regresión fenotípica de porcentaje de grasa sobre año de producción indica un aumento de 0.087 gramos/litro por año ($P < 0.05$). El cambio ambiental a través de los años de parto para concentración de grasa en leche no fue estadísticamente diferente a cero (cuadro 3).

Porcentaje de proteína comenzó a medirse en la raza desde el año 1996; las tendencias

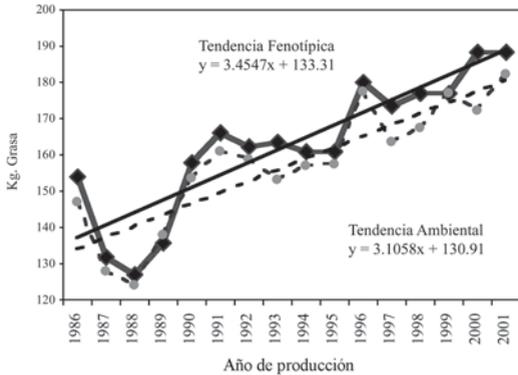


FIGURA 2. Tendencia fenotípica y ambiental para producción de grasa.

Fat yield phenotypic and environmental trends.

fenotípica y ambiental de esta característica se muestran en la figura 3. Los coeficientes de regresión, fenotípico y ambiental, de porcentaje de proteína sobre año de producción fueron estadísticamente igual a cero (figura 3, cuadro 3), (P>0.05), lo cual indicaría que desde el año 1996 al 2001 no ha habido mejoramiento fenotípico ni ambiental en la concentración de proteína en la leche.

Parámetros genéticos. Los componentes de varianza estimados en esta muestra de la raza Overo Colorada para producción de leche y gra-

sa y porcentajes de grasa y proteína se muestran en el cuadro 2. La estimación de heredabilidad para kilogramos de leche estandarizados a 305 días fue de 0.25, esto, aunque en el límite inferior, se encuentra dentro de los rangos de estimaciones de heredabilidad para producción de leche bovina (Suzuki y Van Vleck, 1994; Van Vleck y Dong, 1988; Van Vleck y col., 1988, Campos y col., 1994).

Suzuki y Van Vleck (1994) estimaron heredabilidad para leche y componentes de leche con datos provenientes de 240.000 de vacas Holstein japonesas. Las estimaciones de heredabilidad para producción de leche y grasa fueron 0.30 y 0.29, respectivamente. Las estimaciones de Suzuki y Van Vleck (1994), aunque no directamente comparables con los resultados obtenidos en este trabajo, son más altas que las obtenidas acá (cuadro 2). La varianza fenotípica de acuerdo al modelo de Suzuki y Van Vleck (1994) también fue más alta que la encontrada usando el modelo descrito en este trabajo.

La heredabilidad encontrada en Overos Colorados en este estudio es similar a lo reportado por Visscher y Goddard (1995), en vacas Holstein Friesian australianas; estos autores, usando un modelo paterno, analizaron más de 190.000 lactancias y encontraron una hereda-

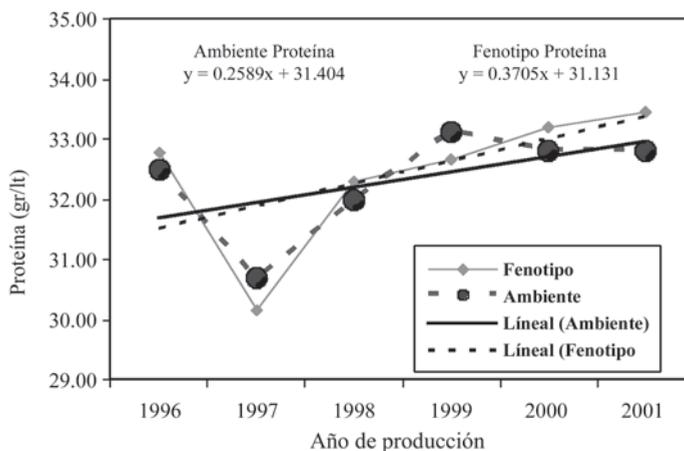


FIGURA 3. Tendencia fenotípica y ambiental de proteína en leche (gr/lit).

Milk protein phenotypic and environmental trends (gr/lit).

bilidad para producción de leche de 0.24. En el mismo estudio la heredabilidad para producción de grasa fue de 0.20, lo que es cercano a lo estimado en el presente estudio (0.23).

Pösö y Mäntysaari (1996) estudiaron registros de 23.196 vacas de la raza Ayrshire finlandesa, con un modelo padre multivariado, encontrando que la heredabilidad para producción de leche para primera, segunda y tercera lactancia fueron 0.40, 0.25 y 0.30 respectivamente. En ese caso la estimación para la segunda lactancia (0.25) es igual a lo descrito en este estudio para Overos Colorados.

Campos y col. (1994) analizaron registros de reproducción y producción de leche en vacas Holstein y Jersey de Florida, Estados Unidos; el tamaño de la muestra estudiada fue similar a la reportada en este estudio. Los registros fueron de 4.293 vacas Holstein y 2.143 vacas Jersey; sus estimaciones de heredabilidad para producción de leche fueron 0.34 y 0.32 para Holstein y Jersey, respectivamente. Heredabilidades para producción de grasa fueron 0.30 y 0.39 para Holstein y Jersey, respectivamente (Campos y col., 1994). La heredabilidad para porcentaje de grasa en Overos Colorados fue estimada en 0.44, (cuadro 2), esto se encuentra en el rango alto de estimaciones para esta característica. Las estimaciones para porcentaje de grasa de Campos y col. (1994) fueron 0.38 y 0.52 para Holstein y Jersey, respectivamente. Heredabilidad para porcentaje de proteína en Overos Colorados fue estimada en 0.43 (cuadro 2), lo cual es más bajo que la estimación de Campos y col. (1994), quienes estimaron este parámetro en 0.51 y 0.66 para vacas Holstein y Jersey, respectivamente. Lund y col. (1999) estimaron la heredabilidad para producción de proteína, en la raza Rojo Danés, en 0.26, lo que coincide con la estimación hecha por Hansen y col. (2002), quienes encontraron el mismo valor, para producción de proteína, en vacas Holstein danesas.

Kadarmideen y col., (2000) estudiaron 63.891 lactancias de Holstein británicas. Las heredabilidades obtenidas en ese estudio para producción de leche y proteína fueron 0.40 y 0.39, respectivamente, lo que en el caso de producción de leche es más alto que lo encontrado

en el presente estudio (cuadro 2). Heredabilidades más bajas que las encontradas en este estudio fueron reportadas por Dematawewa y Berger (1998), quienes analizaron 122.715 lactancias de vacas Holstein de Estados Unidos; las estimaciones fueron 0.20 y 0.18 para heredabilidad de producción de leche y grasa, respectivamente.

La tendencia genética para producción de leche estandarizada a 305 días se presenta en la figura 4 y cuadro 3. Considerando los animales nacidos entre 1978 y 1999 la tendencia genética para producción de leche ha sido positiva ($P < 0.05$), el potencial genético de producir leche ha aumentado en casi 2 kilogramos por año (figura 4). Aunque positivo el progreso genético en producción de leche de la raza Overo Colorado ha sido bajo; esto podría ser explicado por el hecho de que hacia la década de 1970 sólo estaban en el sistema de control lechero los rebaños de mayor producción y aquellos usando inseminación artificial, con lo que incorporaban mejor genética; con la masificación del control lechero se han incorporado rebaños no sobresalientes, los que han podido disminuir el nivel genético promedio de los rebaños en control de leche. De esta manera la tendencia genética observada en la figura 4 puede estar fuertemente influenciada por un sesgo de los datos disponibles.

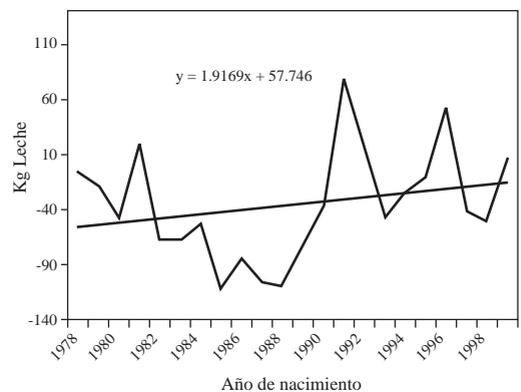


FIGURA 4. Tendencia genética de producción de leche.

Milk yield genetic trend.

La tendencia genética a través del tiempo para producción de grasa es de 0.065 kilogramos por año (cuadro 3); sin embargo, esta tendencia no es significativamente diferente de cero. Esto indica que la producción de grasa se ha mantenido en promedio genéticamente estable para los animales nacidos entre los años 1978 a 1999.

La figura 5 muestra la tendencia genética para porcentaje de grasa expresada en gramos de materia grasa por kilogramo de leche. A través del tiempo el rebaño estudiado ha disminuido su potencial genético de producir grasa en la leche, disminución que, aunque leve: 0.013 gramos por litro, es estadísticamente significativa (cuadro 3).

La tendencia genética de porcentaje de proteína en leche, también expresada en gramos de proteína por kilogramo de leche, se muestra en la figura 6; la pendiente de la curva de regresión es estadísticamente significativa ($P > 0.01$), (cuadro 3), lo que indica que el potencial genético del rebaño estudiado ha cambiado favorablemente a través del tiempo. En promedio, los animales nacidos en un determinado año tienen el potencial genético de producir 0.017 gramos por litro más de proteína comparado con los nacidos el año anterior.

Desde un punto de vista genético cuantitativo, estudios de la raza Overo Colorada no han sido científicamente publicados, por lo que com-

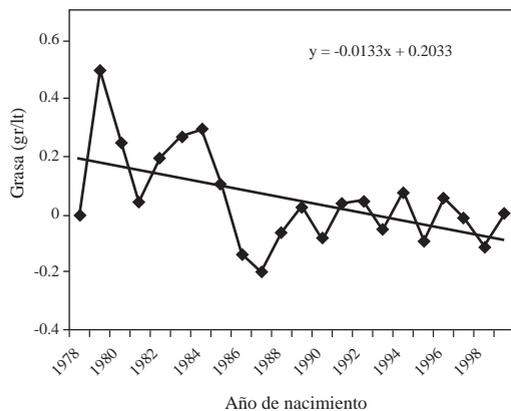


FIGURA 5. Tendencia genética de grasa en leche (gr/l).
Milk fat genetic trend (gr/l).

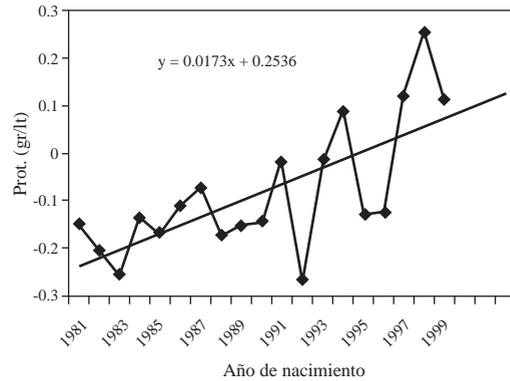


FIGURA 6. Tendencia genética de proteína en leche (gr/l).
Milk protein genetic trend (gr/l).

paraciones directas con estudios similares a éste no se pueden realizar. Estudios anteriores, en otras razas bovinas, entregan estimaciones de heredabilidad para producción de leche más altas que la encontrada acá; sin embargo, las comparaciones directas de estos resultados deben ser interpretadas con cautela ya que se trata de diferentes modelos estadísticos, diferentes tamaños de muestras y diferentes poblaciones. La literatura revisada en este estudio entrega resultados para razas especializadas en producción de leche, cuyo manejo es fundamentalmente con estabulación y concentrados, lo cual no es el caso de la raza Overo Colorada, que es de doble propósito, con bajos niveles de concentrado.

Producción de leche, en la población de Overos Colorados estudiada acá, se basa principalmente en pastoreo directo, en este caso la producción medida involucra la acción de diferentes genes a los evaluados en algunos de los otros trabajos. Producción de leche basada en pastoreo directo involucra, en forma indirecta, la capacidad para caminar del animal. Producción de leche, en algunas de las investigaciones citadas en esta investigación, se basa en animales estabulados y recibiendo una alimentación uniforme y balanceada durante toda la lactancia.

La raza Overo Colorada es de doble propósito, de esta forma el mejoramiento genético debe hacerse tanto en leche como en producción de carne. En Chile no existe un programa de eva-

luación genética nacional o regional en ninguna de las razas bovinas de carne explotadas en el país y, como resultado de esto, los criadores no conocen cuáles son los reproductores genéticamente mejores para sus rebaños. De esta manera, las comparaciones entre reproductores nacionales, si existen, se hacen sobre la base de registros fenotípicos, los cuales, además de un componente genético, están afectados en forma significativa por el ambiente (manejo). Al seleccionar reproductores sobre la base de valores genéticos estimados con una metodología probada, el avance de la población es mayor que una selección basada en valores fenotípicos. Resultados de este trabajo permitirán al criador de Overo Colorado seleccionar sus reproductores basados en parámetros genéticos propios de la población y predicciones más objetivas, aplicables a su medio productivo.

Los datos usados en este trabajo provenían de dos agencias de control lechero, las cuales, aunque bajo supervisión oficial, no usan factores comunes para estandarizar los registros; como una manera de corregir parcialmente esta falencia en este estudio se incluyó en el modelo estadístico un efecto fijo que considere el efecto de la agencia de control lechero.

CONCLUSIONES

- Fenotípicamente existen diferencias de producción en cuanto a cantidad y composición de leche.
- Existe variabilidad genética para producción de leche, grasa y proteína en la población de Overos Colorados, la cual debería ser explotada en la selección y mejoramiento de la raza.
- Los parámetros genéticos estimados en este estudio pueden servir como un punto de partida en la estimación de valores genéticos de la raza, para una más correcta identificación de reproductores de la raza.

RESUMEN

Chile posee varias razas de bovinos traídas desde Europa, las que han desarrollado características de adaptación específicas, muchas de ellas no presentes

en razas más especializadas. La raza Overo Colorado fue introducida en Chile en el siglo 19, el mejoramiento genético se ha hecho principalmente vía importación de semen congelado. Aunque la Asociación de Criadores se formó en 1944, la raza Overo Colorado no se evalúa genéticamente por producción o conformación. Los objetivos de este estudio fueron 1) crear una base de datos que sirva para evaluación genética de la raza, 2) estimar parámetros genéticos y fenotípicos de características de producción de leche, 3) estimar tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas de estas características. Los datos provinieron de 16 rebaños bajo control lechero, se analizaron 9.455 lactancias en 3.303 vacas con partos desde 1986 a 2001. El modelo incluyó los efectos fijos de rebaño-año-estación, número de parto y empresa de control lechero. Los efectos genéticos y ambientales permanentes se consideraron aleatorios. Los componentes de varianza fueron estimados con el método Máxima Verosimilitud Restringida. Los promedios fenotípicos de leche y grasa, ajustados a 305 días, fueron 5.044 y 177 kilogramos, respectivamente. Promedios para porcentaje de grasa y proteína fueron 3.51 y 3.25%, respectivamente. Las tendencias fenotípicas y ambientales para producción de leche y grasa fueron 82.02, 3.45, 73.97 y 3.10 kilogramos por año, respectivamente. Las tendencias fenotípicas y ambientales para concentración de grasa y proteína fueron 0.087, 0.37, 0.05 y 0.26 gramos/litro por año, respectivamente, siendo las tres últimas estimaciones no diferentes de cero. La heredabilidad y repetibilidad para producción de leche y grasa se estimaron en 0.25, 0.50 y 0.23 y 0.46, respectivamente. Heredabilidad y repetibilidad para porcentaje de grasa y proteína se estimaron en 0.44, 0.56; y 0.43 y 0.59, respectivamente. Las tendencias genéticas de leche y grasa fueron 1.91 y 0.065 kilogramos por año, respectivamente, siendo esta última no diferente a cero. Las tendencias genéticas para concentración de grasa y proteína fueron -0.013 y 0.017 gramos/litro por año, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a: 1) los miembros y personal del PROFO OVEROS COLORADOS por la cooperación en la recolección de datos usados en esta investigación; 2) Drs. Ignacy Misztal (<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/>) y Eildert Groeneveld (<http://www.tzv.fal.de/~eg>) por poner a disposición de la comunidad científica programas computacionales, algunos de los cuales fueron usados en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- CAMPOS, M. S., C. J. WILCOX, C. M. BECERRIL, A. DIZ. 1994. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey Cattle in Florida. *J. Dairy Sci.* 77: 867-873.
- DEMATAWEWA, C. M. B., P. J. BERGER. 1998. Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81: 2700-2709.
- GROENEVELD, E., A. GARCIA-CORTES. 1998. VCE4.0, A (Co)Variance component package for frequentists and Bayesians. Vol. XXVII, p.455-456. *In Proceedings 6th. World Congress Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Australia.*
- HANSEN, M., M. S. LUND, M. K. SØRENSEN, L. G. CHRISTENSEN. 2002. Genetic parameters of dairy character, protein yield, clinical mastitis, and other diseases in the Danish Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 445-452.
- HENDERSON, C. R. 1950. Estimation of genetic parameters. *Ann. Math. Stat.* 21: 309. (Abstr.)
- HENDERSON, C. R. 1984. Applications of Linear Models in Animal Breeding. Univ. Guelph, Guelph, Ont., Canada.
- KADARMIDEEN, H. N., R. THOMPSON, G. SIMM. 2000. Linear and threshold model genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle. *Anim. Sci.* 71: 411-419.
- LUND, M. S., J. JENSEN, P. H. PETERSEN. 1999. Estimation of genetic and phenotypic parameters for clinical mastitis, somatic cell production deviance, and protein yield in dairy cattle using Gibbs sampling. *J. Dairy Sci.* 82: 1045-1051.
- SAS® USER'S GUIDE: Statistics, Version 6.4. Edition 1990. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- OVERO COLORADO. 2001, Octubre. Publicación del Profo Overos Colorados. Eds. A. Aliaga, J. Negrón, C. Vargas y J. León. Puerto Varas, Chile.
- SUZUKI, M., L. D. VAN VLECK. 1994. Heritability and repeatability for milk production traits of Japanese holsteins from and animal model. *J. Dairy Sci.* 77: 583-588.
- PATTERSON, H. D., R. THOMPSON. 1971. Recovery of inter-block information when the block sizes are unequal. *Biometrika* 58:545-555.
- PÖSÖ, J., E. A. MÄNTYSAARI. 1996. Relationships between clinical mastitis, somatic cell score, and production for the first three lactations of Finnish Ayrshire. *J. Dairy Sci.* 79: 1284-1291.
- TREJO, C. 1998. El control lechero como herramienta en mejoramiento del ganado de leche. p. 75-79 *En: Seminario-Taller: Tipo de Animal para producción de Leche Bovina en el Sur de Chile.* Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile.
- VAN VLECK, L. D., M. C. DONG. 1988. Genetic (co)variance for milk, fat, and protein yield in Holsteins using an animal model. *J. Dairy Sci.* 71: 3040-3046.
- VAN VLECK, L. D., M. C. DONG, G. R. WIGGANS. 1988. Genetic (co)variance for milk and fat yield in California, New York, and Wisconsin for an animal model by restricted maximum likelihood. *J. Dairy Sci.* 71: 3053-3060.
- VISSCHER, P. M., M. E. GODDARD. 1995. Genetic parameters for milk yield, survival, workability, and type traits for Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 78: 205-220.