



Uso del análisis de componentes principales para construir un índice tipo producción en ganado Romosinuano (*Bos taurus*)

*Use of Principal Component Analysis for building up a production-type index for Romosinuano (*Bos taurus*) cattle*

Fredy R Ruales-España^{1*}, Zoot, Esp, MS; Carlos Manrique Perdomo², Zoot, MS, PhD.

¹ Profesor Asociado, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia; ² Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

E-mail: fruales@uniamazonia.edu.co

(Recibido: 13 julio, 2006; aceptado: 24 mayo, 2007)

Resumen

En este trabajo se presente la metodología de Análisis de Componentes Principales (ACP) y su aplicación en la construcción de un Índice de Selección (IS) en ganado criollo Romosinuano. Para ello, se utilizó la base de datos de la Asociación de Criadores de ganado Romosinuano de Colombia (Asoromo) correspondiente a 5825 registros de peso en báscula a 30 meses de edad y 31 características bovinométricas de 184 toros y sus progenies nacidos entre 1981 y 1993, en 17 fincas. Se editó la base de datos para que todos los animales tuviesen información en todas las variables para obtener las correlaciones entre ellas, obteniendo una base completa de 1562 registros y 20 características correspondientes a las progenies de 121 toros. Se realizó un ACP sobre el peso y las medidas bovinométricas en estudio para seleccionar aquellas variables que aportaron los mayores componentes principales de variación y se asociaron a estos resultados los valores de los parámetros genéticos, obteniendo ocho medidas bovinométricas asociadas con el peso. Se construyó un IS con estas características, con lo cual se obtuvo mayor progreso genético que la selección por peso, lo que justifica la utilización del ACP para generar un índice basado en medidas bovinométricas correlacionadas con el peso de los animales.

Palabras clave: bovinos, genética, progreso, selección.

Summary

In this work the Principal Components Analysis (PCA) and its application in constructing a Selection Index (SI) for Romosinuano cattle is shown. The database of the Colombian Romosinuano Breeders Association was used, corresponding to 5825 records of body weight at 30 months and 31 bovinometric traits of a progeny of 184 sires, born between 1981 and 1993 in 17 herds. The data base was edited for including only animals that fit all variables needed to get correlations, which resulted in a data base of 1562 records from progenies belonging to 121 sires. A PCA was applied to body weight and bovinometric traits with the aim to select those that gave the maximum principal component variation and that were associated with genetic parameters, which results in 8 bovinometric traits associated to body weight. A SI was constructed with these traits, resulting in a greater genetic progress than that obtained for selection according to body weight alone, justifying the use of PCA to generate a SI based on morphometric traits associated to body weight.

Key words: bovines, genetic, progress, selection.

* Autor para el envío de la correspondencia y la solicitud de separatas: Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia
E-mail: fruales@uniamazonia.edu.co

Introducción

En trabajos realizados con plantas (23), se desarrolló una teoría encaminada a obtener un índice de selección basado en el concepto de valor genético y más tarde fue aplicado en animales (11). El Índice de Selección (IS) se define como una función lineal del valor genético de dos o más características, cada una con un peso acorde con un valor económico preasignado (2). La superioridad de la selección efectuada por IS aumenta conforme lo hace el número de caracteres que se desea mejorar (8, 12, 19, 24, 26).

La selección de individuos con base en dos o más atributos simultáneos beneficia a los criadores de la raza y aumenta la posibilidad de sobrevivencia de la misma, porque mejora el tipo y por ende, la aceptación y multiplicación en los hatos ganaderos. Para establecer un IS se consideran la heredabilidad de las características involucradas, la importancia económica de estos caracteres y sus correlaciones genéticas y fenotípicas (7, 15, 20).

En la mayoría de las razas bovinas se ha venido utilizando la selección de los animales basados en las predicciones genéticas de las características de interés en cada una de ellas (3, 6). Para ganado de carne, las predicciones de los valores genéticos obtenidos en las evaluaciones son reportadas por las asociaciones de razas puras en sus informes de evaluación de toros (4, 5), en términos de Diferencias Esperadas de Progenie (DEP). Basados en estas DEP, los ganaderos escogen aquellos toros mejoradores de las características de interés.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica multivariada que permite examinar la relación existente entre diversas variables cuantitativas y puede ser usada para reducir el número de variables en regresión, agrupamiento y así sucesivamente (9, 14). Tiene una elevada correlación tanto positiva como negativa con el IS constituyéndose en un método potencial para los propósitos de selección (10); además, permite al criador reducir los costos en tiempo, trabajo, equipos, etc., requeridos para obtener la estimación de los parámetros genéticos necesarios para la construcción del IS.

Con el propósito de utilizar la técnica de ACP para la construcción de un IS, se presenta el siguiente estudio de caso sobre medidas bovinométricas correlacionadas con la variable peso en ganado Romosinuano en Colombia.

Materiales y métodos

En este trabajo se utilizaron los registros de producción (peso en báscula a 30 meses) y las mediciones de características morfológicas (véase Tabla 1) de animales registrados en la Asociación de Criadores Romosinuano (ASOROMO) de Colombia nacidos entre 1981 y 1993. La información almacenada en la base de datos corresponde a 5825 registros iniciados entre los años 1981 y 1993 de 184 toros y sus descendencias, en 17 fincas. Luego de eliminar los valores extremos en cada característica, de evitar la ambigüedad en los datos y de buscar que todos los animales tuviesen información en todas las variables para poder obtener las correlaciones, se obtuvo una base completa de 1562 registros y 20 características correspondientes a las progenies de 121 toros. Esta base de datos originalmente fue creada en Dbase III, se transformó a Dbase IV y luego a Excel para su posterior análisis con el paquete SAS (22).

Análisis estadístico

Para estimar las heredabilidades y las correlaciones genéticas (COR-GEN) y fenotípicas (COR-FEN) de todas las variables se estimaron los componentes de varianza genotípicos, aditivos y ambientales. Para ello se utilizó un modelo bivariado de padre, teniendo como referencial en todos ellos el peso en báscula (PBASC). En este modelo se tuvo como efecto genético el efecto del padre y como efectos de entorno los factores finca, año de nacimiento y sexo. Con el método BLUP (13), se obtuvieron los componentes de varianza (padre y residual) con los cuales se realizó un ACP sobre todas las variables para conocer el aporte de éstas a la estructura de varianzas – covarianzas. Para ello se utilizó el procedimiento PRINCOMP del paquete estadístico SAS (22), en el cual las variables fueron estandarizadas.

Tabla 1. Características morfológicas en ganado Romosinuano.

Variable	unidad de medida	código
Peso en báscula	kg	PBASC
Altura a la cruz	cm	ALTCRUZ
Altura al anca	cm	ALTANCA
Altura al tórax	cm	ALTORAX
Ancho del tórax	cm	ANCTORAX
Ancho de la grupa	cm	ANCGRUPA
Ancho del dorso	cm	ANCDORSO
Ancho del corvejón	cm	ANCCORVE
Ancho del lomo	cm	ANCLOMO
Ancho del pecho	cm	ANCPECHO
Perímetro caña craneal	cm	PERCANAN
Perímetro caña caudal	cm	PERCANPO
Perímetro del jamón	cm	PERJAMON
Perímetro del tórax	cm	PERTORAX
Largo del cuerpo	cm	LARCUERP
Largo de la grupa	cm	LARGRUPA
Largo del Jamón	cm	LARJAMON
Separación entre isquiones	cm	SEPIQUI
Aplomos pelvianos	ángulo	APLPOSN
Aplomos torácicos	ángulo	APLANTN
Longitud tren pelviano	cm	TRENPOST
Longitud línea dorsal	cm	LINEADOR
Desprendimiento tren pelviano	ángulo	DESOSTPO
Desprendimiento tren torácico	ángulo	DESOSTAN
Desprendimiento genitales	ángulo	DESGENIT
Desprendimiento región dorsal craneal	ángulo	DESPORED

Los resultados obtenidos en este análisis se relacionaron con las estimaciones de parámetros genéticos (heredabilidades y correlaciones genéticas) para determinar el conjunto de variables óptimas para la construcción del IS.

Resultados

En la tabla 2 se presentan los parámetros genéticos (heredabilidades y correlaciones genéticas) de las variables analizadas, en donde se notan heredabilidades bajas (0.01) a altas (0.89) y correlaciones bajas (0.02) a altas (0.80), lo que sugiere que se puede hacer una selección de variables con los mayores parámetros genéticos para la construcción del IS.

El ACP se realizó utilizando las 20 variables y se obtuvo un 88% de la variación expresada con el primer Componente Principal (CP), un 6% con el segundo CP, un 3% con el tercer CP y un 1% con el cuarto CP.

Tabla 2. Heredabilidades (h^2) y correlaciones para peso y medidas bovinométricas en ganado Romosinuano.

Variable	h^2	COR-GEN	COR-FEN
PBASC	0.20		
ALTCRUZ	0.56	0.22	0.58
ALTANCA	0.17	0.08	0.53
ALTORAX	0.82	0.47	0.73
ANCTORAX	0.18	0.20	0.40
ANCGRUPA	0.40	0.48	0.69
ANCDORSO	0.89	0.72	0.45
ANCCORVE	0.72	0.04	0.31
ANCLOMO	0.53	0.69	0.54
ANCPECHO	0.65	0.43	0.64
PERCANANT	0.11	0.02	0.58
PERCANPOS	0.64	0.12	0.45
PERJAMON	0.01	0.09	0.18
PERTORAX	0.27	0.13	0.88
LARCUERPO	0.23	0.19	0.70
LARGRUPA	0.65	0.80	0.64
LARJAMON	0.24	0.20	0.40
SEPIQUION	0.49	0.13	0.41
TRENPOSTN	0.82	0.15	0.20
LINEADORSN	0.09	0.10	0.16

Analizando los ponderantes (valores característicos) de cada variable en los dos primeros CP, que expresan el 94% de la variación, y teniendo en cuenta los valores estimados de las heredabilidades de las medidas bovinométricas y su correlación con el peso, se seleccionaron ocho medidas bovinométricas (ALTCRUZ, ALTORAX, ANCGRUPA, ANCDORSO, ANCLOMO, ANCPECHO, LARGRUPA y LARJAMON).

El primer CP del ACP realizado con estas ocho variables explica el 98% de la variación y 1% con el segundo CP. Todos los coeficientes fueron positivos para todas las mediciones en el primer CP (véase Tabla 3).

Tabla 3. Ponderantes para el Índice de Selección.

Variable	Ponderante
PBASC	0.31
ALTCRUZ	0.29
ALTORAX	0.37
ANCGRUPA	0.36
ANCDORSO	0.32
ANCLOMO	0.36
ANCPECHO	0.34
LARGRUPA	0.37
LARJAMON	0.26

Con el ACP de todas las veinte variables se requieren cuatro CP para expresar la misma variación que con el primer CP de las nueve variables seleccionadas incluyendo el peso.

Utilizando estas nueve variables se generó un IS para la selección de los mejores reproductores romosinuanos a 30 meses, aplicando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{IS} = & .31(\text{PBASC}/10.06) + .29(\text{ALTCRUZ}/1.96) + \\ & .37(\text{ALTORAX}/1.45) + .32(\text{ANCDORSO}/1.74) + \\ & .36(\text{ANCGRUPA}/1.64) + .36(\text{ANCLOMO}/1.6) + \\ & .34(\text{ANCPECHO}/1.49) + .37(\text{LARGRUPA}/1.71) + \\ & .26(\text{LARJAMON}/1.4) \end{aligned}$$

Discusión

De acuerdo con estos resultados, el uso de sólo ocho medidas bovinométricas y el peso, expresaron mejor la variación. Además, para el ganadero y el mejorador, el manejo de un menor número de variables es más práctico que involucrar un mayor número (20 en este caso).

Los coeficientes para el primer CP se presentan en la tabla 3, en donde se observaron coeficientes positivos para todas las mediciones; esto concuerda con los índices reportados por las asociaciones en la construcción de sus Índices Tipo Producción (6). Este primer componente es una medida de la ponderación general de las características ya que dichos coeficientes muestran iguales ponderaciones en todas las variables.

Estos resultados favorecen la utilización de un IS basado en el ACP, como lo reportan Manrique y Ruales (16), aunque la correlación de rango del ordenamiento de los toros por selección sólo por peso y por el IS basado en el ACP fue positiva y alta, alcanzando un valor de 0.81 ± 0.05 , se encontró un ordenamiento de los toros por PBASC diferente al encontrado por IS. Sin embargo, el método de Selección por Índice propuesto muestra un mayor progreso genético en un 56% comparado con el método de selección individual o por peso.

Esto sugiere que las medidas bovinométricas que generalmente tienen en cuenta los ganaderos para la selección de sus animales son factibles de utilizar para la creación de un índice de selección para peso, y se justifica por el mayor progreso genético que se puede alcanzar con este índice. Trabajos con la raza Carora de Venezuela (20) midieron la alzada, la profundidad corporal, el ancho de la grupa, el ancho del pecho y el ancho caudal de la ubre y las relaciones con la producción de leche, encontrando que el ancho caudal de la ubre y la alzada presentaron un efecto positivo significativo sobre la producción de leche. El análisis multivariado evidenció que los tres primeros componentes explicaron el 70% de la variabilidad de la ubre. El ACP detectó una clara proximidad del criollo argentino con las razas autóctonas españolas, basado en los tres primeros componentes principales que explicaron

más del 98% de la variación genética obtenida de la variación genética del análisis de nueve sistemas polimórficos proteicos (1). Así mismo, se estudió la conformación corporal en bovinos criollos argentinos cuantificando y correlacionando las variables (seis) zoométricas entre sí para encontrar dimorfismos sexuales (17). El ACP mostró que los dos primeros ejes factoriales (CP) absorben el 90% de la variación total. El ACP también ha sido utilizado en plantas (p.e, *Panicum virgatum*) y tiene una alta correlación con el IS (10), demostrando una alta potencialidad para usarlo en propósitos de selección.

Al realizar el ACP de las 20 variables utilizadas en este estudio, se encontró que los cuatro primeros CP explican el 98% de la variación. Por lo tanto, la información de estos CP, principalmente la ponderación de cada variable, permite seleccionar aquellas que tengan el mayor peso, de tal manera que para la selección de los animales solamente se tenga en cuenta estas características, que para este caso resultó en ocho medidas bovinométricas. Estos resultados favorecen la utilización de un IS basado en el ACP.

Referencias

1. Arranz JJ, Poli MA, Bayon Y, Sanprimitivo F, Holgado F. Estudio de las relaciones genéticas mediante el análisis de componentes principales entre las razas bovinas españolas avileña negra ibérica, morucha y sagueya y el bovino criollo argentino. 1998; (Consulta: marzo 25 de 2004). <http://www.biotech.bioética.org/docta12.htm>.
2. Becker WA. Manual of quantitative genetics. 4th Edition. Academic Enterprises. Pullman, Washington. 1985; 170 p.
3. Benysek LL, Johnson MH, Little DE, Bertrand JK, Kriese LA. Applications of an animal model in the United States beef cattle industry. J Dairy Sci 1988; 71:35-49.
4. BIF. Guidelines for uniform beef improvement programs. North Carolina State University. Raleigh, USA. 1990; 89 p.
5. Chase CC, Hammond AC, Olson TA, Murphy CN, Assefaw T, et al. Evaluation of romosinuano in the subtropics. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture. Brooksville, FL. 1998; 34 p.
6. Cura EE. Progreso de las evaluaciones genéticas en los bovinos. Trabajo de grado. Universidad nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá 2003; 61 p.
7. Falconer DS, Mackay TFC. Introduction to quantitative genetics. 4th edition. Longman. 1996; 464 p.
8. Finney DJ. Genetic gains under three methods of selection. Genet Res 1962; 3:417-423.
9. Gill J. Curso de análisis multivariado. Embrapa – CNPSA – Concordia – Brasil. 1996.
10. Godshalk EB, Timothy DH. Factor and principal component analyses as alternatives to index selection. Theoretical Applied Gen 1998; 76:352–360.
11. Hazel LN. The genetic basis for constructing selection index. Genetics 1943; 28:476-490.
12. Hazel LN, Lush JL. The efficiency of three methods of selection. J Herd 1942; 33:393-399.
13. Henderson CR. Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. In: Proceedings of the Animal Model Workshop. J Dairy Sci 71(Suppl.) 1988; 2:1-16.
14. Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. U. Wisconsin, Madison. Prencite Inc., 1982; 594 p.
15. Legates JE, Warwick EJ. Cría y mejora del Ganado. 8^a Ed., Mc Graw-Hill. 1992; 344 p.
16. Manrique C, Ruales F. Cambios en el ordenamiento de toros para selección. Rev Med Vet U Salle 2004; 8:77-84.
17. Martínez RD, Fernández EN, Rumiano FJ, Pereyra AM. Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos criollos argentinos. 1998; (Consulta: marzo 23 de 2004). <http://www.ceniap.fonaiap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt1602/texto/notatecnica2.htm>.
18. Montgomery DC, Peck EA. Introduction to linear regression analysis. 2^a Edition, J. Wiley and Sons, New York 1986; 73-85.
19. Ossa GA. Mejoramiento genético aplicado a los sistemas de producción de carne. Produmedios. 2003; 140 p.
20. Pedron O, Costa A, Rizzi R, Hahn M, López E, et al. Estudio de las medidas biométricas en la raza carora y su relación con la producción de leche. 1997; (Consulta: marzo 25 de 2004). <http://www.razacarora.com/trabajos.htm>.
21. SAS. SAS/STAT Users's Guide. Ver. 6. 4th Ed. 1996; 1461 p.
22. Smith HF. A discriminate function for plant selection. Ann Eugen 1936; 7:240-250.
23. Terrádez GM. Análisis de componentes principales. U.O.C. 2001; (Consulta: abril 10 de 2004). http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_Principales.pdf
24. Young SSY. A Further examination of the relative efficiency of three methods of selection for genetic gains under less-restricted conditions. Genet Res 1961; 2:106-121.