

INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE SOBRE EL CRECIMIENTO POSDESTETE EN VACUNO CRIOLLO DE GUADALUPE

GENOTYPE BY ENVIRONMENT INTERACTIONS ON POST WEANING LIVE WEIGHTS IN
CREOLE CATTLE OF GUADELOUPE

Naves, M. y A. Menéndez Buxadera

INRA-URZ. Domaine Duclos. 97170 Petit-Bourg. Guadeloupe. France. E-mail: naves@antilles.inra.fr

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Pastos. Ceba intensiva. Peso vivo. Correlación genética.

ADDITIONAL KEYWORDS

Pastures. Intensive fattening. Liveweight. Genetic correlation.

RESUMEN

El crecimiento posdestete del ganado Criollo de Guadalupe fue estudiado en un rebaño experimental de 947 animales de ambos sexos. Los terneros destetados fueron mantenidos según tres tipos principales de manejo: sistema de pastoreo (SP), en pastos de *Digitaria decumbens* con riego y pienso, sistema intensivo (SI), en una ceba, con forraje de corte y alto nivel de concentrado y sistema intermedio (SM), en *feed-lot*, con forraje y un nivel de complementación más bajo. Estos sistemas fueron usados como prueba de comportamiento para el peso a 15 meses (P15). Los valores promedios de P15 fueron respectivamente, en SP, SM y SI: 266 kg, 276 kg, 326 kg por los machos y 213 kg, 211 kg y 266 kg por las hembras. Cuatro modelos animal multirrasgo fueron estudiados según un procedimiento REML usando el programa ASREML, en los cuales P15 fue considerado un rasgo diferente según el sistema de manejo. Los cuatro modelos difieren por el uso o no como covariable de la edad y/o el peso al inicio de la prueba. Con este procedimiento, la matriz de parentesco entre los animales permite estimar la relación entre los caracteres separados, medidos en diferentes animales. Las correlaciones

genéticas entre rasgos nos indica la presencia de una interacción entre genotipo y ambiente, mientras las variaciones entre modelos nos informan sobre la influencia de las condiciones predestete sobre los resultados en la prueba. De acuerdo a estos resultados varios elementos de importancia deben resaltarse:

- Cualquiera que sea el modelo de análisis, los efectos de *ambiente predestete* constituyen una fuente de variación adicional de gran magnitud, que no puede obviarse en la evaluación.
- Resulta evidente que el P15 medido en un sistema de manejo y alimentación intensivo no representa el mismo carácter registrado en pastoreo o en sistema intermedio.
- Los resultados de la evaluación en un sistema de pastoreo e intermedio, manifestaron una alta relación entre ellos, pudiéndose considerar como el mismo rasgo cuando los efectos de *ambiente predestete* son incluidos en el modelo de análisis.

SUMMARY

The post weaning growth rate of Creole

Arch. Zootec. 54: 377-384. 2005.

cattle was studied in an experimental flock, on 947 calves of both sexes. After weaning, the beef calves were maintained in three different management systems: pasture system (SP), on *Digitaria decumbens* pastures, irrigated and fertilized, fattening system (SI) in a stable, with cropped grass and a high level of concentrate, and intermediate system, in feedlot, with cropped grass and lower level of concentrate. These systems were used as performance test on liveweight at 15 month (P15). The P15 means were respectively, in SP, SM and SI: 266 kg, 276 kg and 326 kg for males, and 213 kg, 211 kg and 266 kg for the females. Four multitrait animal models were studied by REML procedure, using ASREML software, in which the P15 was considered a different trait according to the management system. The models differed by the inclusion, or not, of the age and/or the weight at the beginning of the test period as covariable. The parentage matrix allows to estimate the relation between separate traits, measured on different animals. The genetic correlations between traits tell us about the presence of an interaction genotype and environment; in the same time, the difference between model give us some informations on the influence of the initial conditions on the test results. According to these results, the following conclusions could be pointed out:

- Whatever the model, the preweaning conditions represent a high source of variation, that should be taken into account in the evaluation;
- It seems evident that P15 measured in pasture conditions and in intensive fattening does not represent the same trait
- The growths measured on pasture or in an intermediate systems are highly correlated, suggesting that they represent the same trait, when adjusted for pre weaning conditions.

INTRODUCCIÓN

Este estudio se realizó en la estación experimental del INRA en Gardel,

en Guadalupe, situada en un zona seca de esta isla del Caribe, con precipitaciones de alrededor de 1250 mm por año, muy concentrada entre los meses de julio y de noviembre. El rebaño fue constituido en 1975 a partir de vientres y de sementales representativos de la población Criolla, procedentes de varias fincas de la isla. Una atención particular se ha dado a la incidencia del sistema de engorde, pues en el ambiente tropical se pueden encontrar diferentes formas de cría, las cuales pueden tener influencia sobre la evaluación genética de los animales. Diferentes resultados sugieren tal interacción genotipo ambiente, que no es generalmente tomada en cuenta, pero puede tener consecuencias negativas sobre los resultados. El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad genética del crecimiento posdestete en esta raza.

MATERIAL Y MÉTODOS

En total se utilizaron los registros de pesos vivos ajustados a edad fija (P_i) donde $i = 6, \dots, 18$ meses de edad de 947 animales de ambos sexos sometidos a un sistema de prueba de comportamiento con una duración de alrededor de 12 meses entre los años 1981 y 2000. Los animales estaban en grupos contemporáneos (de no menos de 5 en cada uno) y se condujeron y alimentaron de tres maneras diferentes:

- Sistema pastoreo (SP): Los animales se alimentan a base de pastos solamente durante todo el periodo de prueba, en praderas de *Digitaria decumbens* con un manejo intensivo, con riego y pienso.

Archivos de zootecnia vol. 54, núm. 206-207, p. 378.

INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN GANADO CREOLE

- Sistema intensivo (SI): Los animales están en un cebadero con una alimentación a base de concentrado a voluntad, con cantidades variables de 3,5 a 5,5 kg según el peso, distribuido en una base individual.

- Sistema intermedio (SM): Los animales están en cebadero abierto, pero se alimentan a base de pastos cosechados en la misma estación de Gardel, y menos concentrado (2 a 3 kg día).

El peso vivo se registró mensualmente y con esos datos se estimaron los P_i según un procedimiento de interpolación. Generalmente los animales comenzaban la prueba después del destete, aunque la edad y el peso inicial manifestaron una importante variación. Estas covariables fueron evaluadas mediante diferentes modelos lineales según SAS, en los que se estudió la importancia de cada uno mediante la incorporación o no de los mismos. La magnitud del coeficiente de variación residual y el coeficiente de determinación del modelo fueron los criterios para estimar la importancia de estas variables iniciales sobre los P_i .

La variabilidad de P_i fue estudiada aplicando la metodología de modelos lineales mixtos utilizando el paquete estadístico ASREML (Gilmour *et al.*, 2002). Los datos fueron analizados según modelo animal univariado y multivariado; los efectos fijos fueron sexo y las combinaciones año-época-sistema de engorde. Finalmente, se decidió crear un nuevo conjunto de datos tomando en cuenta el peso a 15 meses sólo (P15), pero considerando que este rasgo medido en cada uno de los 3 sistemas de alimentación y manejo corresponde a 3 caracteres diferentes, los cuales fueron estudiados por un

modelo animal multicausal con vistas a estimar la interacción genotipo ambiente (I_{GA}). Los parámetros genéticos fueron estimados aplicando diferentes funciones lineales según los componentes de varianza correspondientes de acuerdo al procedimiento disponible en ASREML. En todos los casos, excepto en los modelos univariados, los componentes de (co)varianza fueron estimados con o sin ajustes de la edad inicial, el peso vivo inicial o ambos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento del Criollo sigue un patrón muy similar al encontrado en animales locales que manifiestan una adaptación inobjetable en diferentes países de la región (**figura 1**). A los 18 meses de edad el Criollo alcanza 310 kg, valor intermedio entre lo publicado para el Nelore de Brasil (NEL) (Nobre *et al.*, 2003) y el Cebú de Cuba (CCU) (Menéndez Buxadera *et al.*, 2003) o de Venezuela (Plasse *et al.*, 1995); es interesante destacar que a los 7 meses de edad no se manifiestan grandes diferencias entre los animales cebuínos y el Criollo, como indicativo de una misma habilidad maternal. Los resultados de Brahman (BRA) (Menchaca *et al.*, 1996), Romosinuano (ROM) o Senepol (SEN) (Chase *et al.*, 1997) se refieren a estudios conducidos en EEUU (Florida), aunque debe destacarse que en este caso se utilizó suplemento de concentrado, mientras que en el resto sólo se empleó alimentación a base de pastos. Lamentablemente no se han encontrado referencias similares para otros tipos de animales deno-

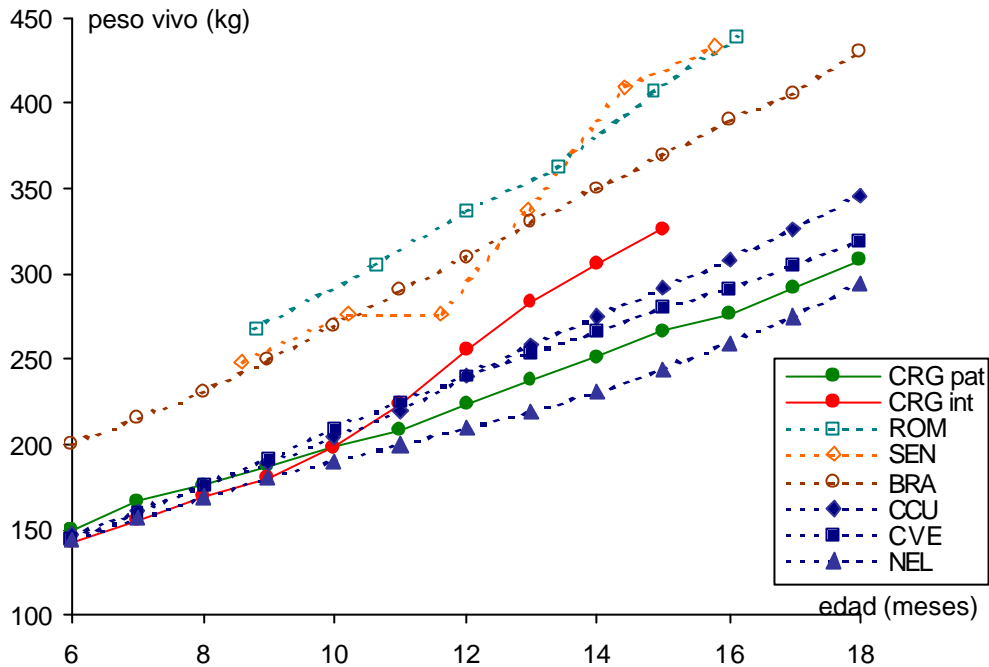


Figura 1. Comparación de crecimiento entre el ganado Criollo de Guadalupe y otras razas de la región. (Comparison of the growth curves of Creole cattle of Guadeloupe and other breeds from the region).

minados Criollos que se explotan en muchos países de América Latina.

Los resultados del estudio genético muestran la existencia de una importante heterogeneidad de las varianzas residuales y genéticas, así como de las relaciones entre éstas y la varianza fenotípica total, es decir en el valor de la heredabilidad para P15 medido en cada sistema. A los efectos de la evaluación genética este efecto puede ser tomado en cuenta en el modelo de análisis, sin embargo, el problema se presenta cuando se comparan las correlaciones genéticas, cuyos resultados se muestran en la **tabla I**.

Ninguna de las correlaciones entre

P15 en SI y SP o SM fueron significativas, excepto entre SP y SI cuando se utiliza la edad inicial como covariable. Por el contrario SP y SM muestran correlaciones positivas, cualquiera sea el modelo de análisis, pero particularmente mayores de $0,933 \pm 0,23$ cuando se utilizan el peso inicial y la edad inicial como covariables.

De acuerdo a estos resultados varios elementos de importancia deben resaltarse:

- Cualquiera que sea el modelo de análisis, los efectos de *ambiente predestete* constituyen una fuente de variación adicional de gran magnitud, que no puede obviarse en la evaluación.

INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN GANADO CREOLE

- Resulta evidente que el P15 medido en un sistema de manejo y alimentación intensivo no representa el mismo carácter registrado en pastoreo o en sistema intermedio, es decir la I_{GA} es importante.

- Los resultados de la evaluación en un sistema de pastoreo e intermedio, manifestaron una alta relación entre ellos, pudiéndose considerar como el mismo rasgo cuando los efectos de *ambiente predestete* son incluidos en el modelo de análisis.

Independientemente de la originalidad de este tipo de resultado y de su gran repercusión para todo el trabajo de mejoramiento animal en países de las mismas condiciones ambientales de la región tropical, no se pretende presentar una discusión exhaustiva de este tema. Se estima que esta problemática de I_{GA} requiere de estudios más profundos, los cuales deben ser abordados a la mayor brevedad posible, debido a la envergadura económica de la misma. No obstante, en el contexto de este trabajo, una mínima generalización es necesaria.

Se ha planteado que existe una vie-

ja controversia Hammond-Lush. Para el primero, los animales deben evaluarse en condiciones donde expresen el máximo de su potencial, mientras que para el segundo, en las condiciones donde se exploten las futuras progenies. Diversos puntos de vista se han estudiado para brindar una adecuada interpretación a este asunto de I_{GA} , no obstante en la actualidad existe una viva discusión sobre el tema (Calus *et al.*, 2002; Kolmodin *et al.*, 2003).

La definición del ambiente es una de las primeras cuestiones donde las coincidencias no son del todo uniformes. Un reciente artículo publicado por Fikse *et al.* (2003) presenta una amplia perspectiva sobre el tema, particularmente adaptado a ganado de leche. Para animales de carne se plantea evaluar la I_{GA} mediante la correlación genética del mismo rasgo controlado en varios países como equivalente de ambiente (Meyer, 1995; de Mattos *et al.*, 2000; Quintanilla *et al.*, 2002). En estos tres estudios existe coincidencia sobre la inexistencia (o muy poca importancia) de I_{GA} , de manera que es factible una evaluación conjun-

Tabla I. Correlación genética^a entre peso vivo a 15 meses de edad (P15) estimado en diferentes sistemas de alimentación en ganado Criollo de Guadalupe. (Genetic correlations between liveweight at 15 month of age (P15) estimated in different management systems in Creole cattle from Guadeloupe).

Modelo de análisis	SP y SI	SM y SI	SP y SM
Sin covariable inicial	0,446 ± 0,32	- 0,150 ± 0,37	0,601 ± 0,19**
Edad inicial constante	0,597 ± 0,33*	- 0,110 ± 0,39	0,592 ± 0,19*
Peso inicial constante	0,041 ± 0,30	- 0,347 ± 0,43	0,962 ± 0,24***
Peso y edad inicial constante	0,203 ± 0,33	- 0,285 ± 0,42	0,933 ± 0,23***

a) *significativa; **altamente significativa. El resto fueron no significativas.

Tabla II. Parámetros genéticos (multicaracteres) para peso vivo postdestete (animales de SI y SM), modelo ajustado por edad y peso inicial de la prueba. (Genetic parameters (multitraits) of liveweights after weaning (animals from SI and SM), model adjusted for initial age and weight).

	Peso vivo a 12 meses	Peso vivo a 15 meses	Peso vivo a 18 meses
Varianza genética	57,5	124,7	174,9
Varianza residual	136,1	272,0	485,7
Varianza total	193,6	296,7	660,6
Heredabilidad	0,297 ± 0,08	0,314 ± 0,08	0,265 ± 0,08
CV genético p.100.	3,8	4,8	4,9

ta del valor genético (VG) de los animales a escala internacional, algo semejante a lo que se lleva a cabo con animales lecheros mediante Interbull. Independientemente debe señalarse que las sugerencias de Quintanilla *et al.* (2002) son más cautelosas en el sentido de que plantean la necesidad de más evidencias sobre las correlaciones entre los VG entre países.

En cierta medida los resultados previos pueden ser los esperados, ya que los sistemas de producción entre los países representados no difieren grandemente. En tal sentido, vale la pena tomar en cuenta los trabajos desarrollados por Charagu y Peterson (1998), que muestran evidencias de significativos efectos de I_{GA} cuando los animales se comparan en condiciones tan diferentes como Canadá (alimentación con altos niveles de concentrado) y Nueva Zelanda (alimentación fundamentalmente a pasto). Sin embargo para ganado de carne en condiciones de ambiente tropical húmedo no se han encontrado hasta el presente publicaciones disponibles. La única referencia que trata un problema similar se debe a Schoeman y Jordan (1998),

quienes reportan la existencia de una significativa I_{GA} para ganancia diaria de animales en condiciones de pastoreo y cebadero de Australia. Todos los resultados del presente estudio son coherentes en el sentido que en la población estudiada, la I_{GA} es real y como tal debe aceptarse. De acuerdo a ello, cualquier programa de mejora genética debe evaluar y seleccionar a los candidatos a padres de la próxima generación en las mismas condiciones ambientales (manejo y alimentación) donde se explotaran sus progenies.

Para obtener parámetros más adecuados a un posible programa de selección adaptado a un sistema de producción de carne a base de pastos, se eliminaron los datos de aquellos animales evaluados en SI y se procesaron, mediante un modelo animal multicarácter para P12 P15 y P18. Se asumió que los datos de SP y SM pueden ser estudiados de conjunto, en base a los resultados de las correlaciones genéticas (**tabla I**) y se incorporaron la edad y peso inicial como covariables, según los resultados discutidos previamente. Los resultados de este nuevo análisis se muestran en la **tabla II**.

INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN GANADO CREOLE

Los estimados del presente análisis están dentro del contexto de lo esperado para la magnitud de los parámetros genéticos del crecimiento en condiciones de pastoreo según las revisiones bibliográficas publicadas por Mercadante *et al.* (1995) y Lobo *et al.* (2000). Las correlaciones genéticas fueron $0,910 \pm 0,06$ para P12 y P15; $0,871 \pm$

$0,09$ para P12 y P18 y $0,917 \pm 0,05$ entre P15 y P18, lo cual indica una base genética común entre estos pesos vivos. Según los resultados de este último análisis, se concluye que estos son los parámetros que caracterizan a la población de ganado Criollo representada en este estudio bajo condiciones de pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Calus, M.P.L., A.F.D. Groen and G. de Jong. 2002. Genotype x environment interaction for protein yield in Dutch dairy cattle as quantified by different models. *J. Anim. Sci.*, 85: 3115-3123.
- Charagu, P. and R. Petersen. 1998. Estimates of G x E effects for economic efficiency among daughters of Canadian and New Zealand sires in Canadian and New Zealand dairy herds. *Interbull Bulletin*, 18: 105-110.
- Chase C., J.C. Hammond, T.A. Olson, C.N. Murphy, A. Tewolde and J.L. Griffin. 1997. Introduction and evaluation of Romosinuano in Central Florida. XV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Simposium: Utilización de razas y tipos bovinos creados y desarrollados en Latinoamérica y el Caribe. Maracaibo, Venezuela, noviembre 24-28, 1997: 56-70.
- De Mattos, D., J.K. Bertrand and I. Misztal. 2000. Investigation of genotype x environment interactions for weaning weight for Hereford in three countries. *J. Anim. Sci.*, 78: 2121-2126.
- Fikse, W.F., R. Rekaya and K.A. Weigel. 2003. Assesment of environmental descriptors for studying genotype by environmental interaction. *Liv. Prod. Sci.*, 82: 223-231.
- Gilmour, A.G., B.R. Cullis, S.J. Welham and R. Thompson. 2002. ASReml Reference Manual. 2nd edition. Release 1.0, NSW Agriculture Biometrical Bulletin 3, NSW Agriculture, Locked Bag, Orange, NSW 2800, Australia. 186 pp.
- Kolmodin, R., E. Stranberg, H. Jorjani and B. Danell. 2003. Selection in the presence of a genotype by environment interaction: response in environmental sensitivity. *Anim. Sci.*, 76: 375-386.
- Lobo, R.N.B., F.E. Madalena and A.R. Vieira. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. *Anim. Breed. Abst.*, 68: 433-462.
- Menchaca, M.A., C.C. Chase, T.A. Olson and A.C. Hammond. 1996. Evaluation of growth curves of Brahman cattle of various frame sizes. *J. Anim. Sci.*, 74: 2140-2151.
- Menéndez Buxadera, A., D. Guerra, T. Planas y F. Ramos. 2003. Factores que afectan el crecimiento de machos jóvenes de la raza Cebú en prueba de comportamiento en condiciones de pastoreo de Cuba. (comunicaciones personales).
- Mercadante, M.E.Z., R.B. Lobo y A. de los Reyes. 1995. Parámetros genéticos para características de crecimiento en cebuinos de carne. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 3: 45-89.
- Meyer, K. 1995. Estimates of genetic parameters and breeding values for New Zealand and Australian Angus cattle. *Australian J. Agric. Res.*, 46: 1219-1229.
- Nobre, P.R.C., I. Misztal, S. Tsuruta, J.K. Bertrand, L.O.C. Silva and P.S. Lopes. 2003. Analysis of growth curves of Nellore cattle by multiple-trait and random regression models. *J. Animal Sci.*, 81: 918-926.

Archivos de zootecnia vol. 54, núm. 206-207, p. 383.

NAVES Y MENÉNDEZ BUXADERA

- Plasse, D., O. Verde, J. Beltrán, N. Márquez, N. Braschi y A. Benavides. 1995. Tendencias anuales de producción e influencias genéticas y ambientales en un rebaño Brahman genéticamente cerrado. *Arch. Latinoam. Prod Anim.*, 3: 99-112.
- Quintanilla, R., D. Laloë and G. Renand. 2002. Heterogeneity of variances across regions for weaning weight in Charolais breed. 7th World Congress on Genet. App. Liv. Prod. Ses 18, paper 10, 19-23 August 2002, Montpellier, France.
- Schoeman, S.J. and G.G. Jordan. 1998. Animal x testing environment interaction on post-weaning liveweight gains of young bulls. *Australian J. Agric. Res.*, 49: 607-612.

Archivos de zootecnia vol. 54, núm. 206-207, p. 384.

