



## **Desempenhos Produtivos de Cruzamentos de Ovinos das Raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset no Brasil**

Raimundo Nonato Braga Lôbo<sup>1</sup>, Adriano Caminha Barbosa Neto<sup>2</sup>, Olivardo Facó<sup>3</sup>, Sônia Maria Pinheiro de Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Caprinos; Professor do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFC ([lobo@cnpce.embrapa.br](mailto:lobo@cnpce.embrapa.br))

<sup>2</sup>Mestrando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia – PDIZ/UFC. Bolsista da FUNCAP. E-mail: ([adriano\\_nt@yahoo.com.br](mailto:adriano_nt@yahoo.com.br))

<sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Caprinos – Sobral - CE ([faco@cnpce.embrapa.br](mailto:faco@cnpce.embrapa.br)).

<sup>4</sup>Professora do Departamento de Zootecnia - CCA – UFC ([sonia.ce@ufc.br](mailto:sonia.ce@ufc.br))

**Resumo:** A partir de registros de peso ao nascer (PN), peso ao desmame (PD) e ganho de peso entre nascimento e desmame (GP), foram estimados os efeitos de diferença genética aditiva entre as raças Santa Inês (SI), Somalis Brasileira (So), Dorper (Do) e Poll Dorset (Po), de dominância e de recombinação. Foram utilizados 3.573 registros de PN e 2.797 registros de PD e GP. Análises com modelo animal foram realizadas considerando os efeitos de diferença genética aditiva entre as raças, de dominância e de recombinação como covariáveis. Observou-se diferença significativa para a genética individual das raças Poll Dorset e Somalis Brasileira para PN, PD e GP. Para PD, também foi encontrada significância para a heterose direta Do x So e SI x So e para a heterose materna Do x SI, Do x So, Po x SI, Po x So e SI x So. Para GP, também foi encontrada significância para a recombinação e para as heteroses maternas Do x Po, Do x SI, Do x So, Po x SI, Po x So e SI x So. A manutenção de elevados níveis de heterozigose individual e materna tem grande importância, proporcionando animais com melhores desempenhos.

**Palavras-chave:** cruzamentos, desempenho produtivo, efeitos epistáticos, efeitos genéticos aditivos, heterose

### **Productive Performance of Crossbreeding of Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper and Poll Dorset breeds sheep in Brazil**

**Abstract:** From records of birth weight (PN), weaning weight (PD) and pre-weaning weight gain (GP), effects of additive genetic difference among Santa Inês (SI), Somalis Brasileira (So), Dorper (Do) and Poll Dorset (Po) breeds, effects of dominance and recombination were estimated. 3,573 records of PN and 2,797 records of PD and GP were utilized. Animal models analyses were performed considering the effects of additive genetic difference between the breeds and the effects of dominance and of recombination as covariates. There was a significant individual genetic difference for Poll Dorset and Somalis Brasileira breeds for PN, PD and GP. For PD, the direct heterosis of Do x So and SI x So and the maternal heterosis for Do x SI, Do x So, Po x SI, Po x So and SI x So were significant. For GP, the recombination and the maternal heterosis for Do x Po, Do x SI, Do x So, Po x SI, Po x So and SI x So were significant. The maintenance of high levels of individual and maternal heterozygosity has great importance, providing animals with better performance.

**Keywords:** additive genetic effects, crossbreeding, epistatic effects, heterosis, productive performance

#### **Introdução**

Para melhorar o desenvolvimento da ovinocultura, o melhoramento genético animal dispõe de duas ferramentas básicas: a seleção e o cruzamento (Facó & Villela, 2005). O cruzamento pode ser definido como o acasalamento de indivíduos pertencentes a diferentes raças ou espécies ou o método de acasalamento de indivíduos de linhagens diferentes com menor grau de parentesco em relação à média da população. Os fatores primordiais que motivam a utilização do cruzamento na produção animal são: aproveitar as vantagens da heterose; utilizar a “complementaridade” ou melhoramento em produção associada à combinação de características desejáveis de duas ou mais raças ou linhagens; possibilitar a incorporação de material genético desejável de forma rápida; e, também, para formação de raças sintéticas.

No Brasil, são poucos os registros de estimação de efeitos de cruzamentos utilizando a metodologia dos modelos mistos sob modelo animal em ovinos. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar os desempenhos produtivos de vários grupos genéticos compostos pelas raças Santa Inês,

Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset, por meio da análise dos fatores genéticos e não genéticos. Assim, a partir dos resultados obtidos, espera-se contribuir para o conhecimento acerca das potencialidades dos diversos tipos de cruzamentos com essas raças, visando o melhor desenvolvimento da ovinocultura.

### Material e Métodos

Foram obtidos registros de desempenho produtivo junto à Gaasa e Alimentos LTDA. Esta propriedade localiza-se no Município de Inhumas – GO e é associada do Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (GENECOC) da Embrapa Caprinos. Foram considerados nas análises apenas os animais com pai e mãe conhecidos.

A matriz de parentesco continha 5.325 animais, sendo que 3.573, 2.797 e 2.797 destes apresentavam registros para peso ao nascimento (PN), peso ao desmame (PD) e ganho de peso médio diário do nascimento ao desmame (GP), respectivamente. Na definição dos modelos estatísticos para as estimativas dos efeitos genéticos aditivos e não-aditivos, utilizou-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc., 1996). Para cada uma das características estudadas, estimativas dos componentes de (co)variância, de parâmetros genéticos e de efeitos genéticos aditivos e não aditivos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), sob modelo animal unicaracterística, utilizando o sistema computacional MTDFREML (Boldman et al. 1995). O modelo de análise continha os efeitos genéticos aditivos diretos, maternos e de ambiente permanente da mãe como aleatórios e os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, tipo de nascimento (simples, duplo ou triplo) e classe de idade da mãe. O grupo de contemporâneos (GC) foi formado por animais nascidos no mesmo mês e ano, e pertencentes ao mesmo sexo. Foram utilizados 161 GC.

Com o objetivo de investigar o efeito geral das heteroses individual e materna sobre as características estudadas, foram utilizados modelos alternativos que, ao invés de incluir as heterozigoses individual e materna fracionadas, de acordo com as raças envolvidas, incluía o somatório  $H_i = H_{i\text{dopo}} + H_{i\text{dosi}} + H_{i\text{doso}} + H_{i\text{posi}} + H_{i\text{poso}} + H_{i\text{siso}}$  e  $H_m = H_{m\text{dopo}} + H_{m\text{dosi}} + H_{m\text{doso}} + H_{m\text{posi}} + H_{m\text{poso}} + H_{m\text{siso}}$ , respectivamente. Em que,  $H_{i\text{dopo}}$ ,  $H_{i\text{dosi}}$ ,  $H_{i\text{doso}}$ ,  $H_{i\text{posi}}$ ,  $H_{i\text{poso}}$  e  $H_{i\text{siso}}$  são as proporções esperadas no indivíduo de locos em heterozigose específica entre as raças indicadas (do = Dorper; po = Poll Dorset; si = Santa Inês; so = Somalis Brasileira); e  $H_{m\text{dopo}}$ ,  $H_{m\text{dosi}}$ ,  $H_{m\text{doso}}$ ,  $H_{m\text{posi}}$ ,  $H_{m\text{poso}}$  e  $H_{m\text{siso}}$  são as proporções esperadas na mãe do indivíduo de locos em heterozigose específica entre as raças indicadas. Matricialmente, os modelos alternativos são descritos da seguinte forma:

#### Modelo 1a

$$y = Xb + b_1G_i\text{do} + b_2G_i\text{po} + b_3G_i\text{so} + b_4H_i\text{dopo} + b_5H_i\text{dosi} + b_6H_i\text{doso} + b_7H_i\text{posi} + b_8H_i\text{poso} + b_9H_i\text{siso} + b_{10}R + b_{11}H_m\text{dopo} + b_{12}H_m\text{dosi} + b_{13}H_m\text{doso} + b_{14}H_m\text{posi} + b_{15}H_m\text{poso} + b_{16}H_m\text{siso} + Za + Km + Wp + e$$

#### Modelo 1b

$$y = Xb + b_1G_i\text{do} + b_2G_i\text{po} + b_3G_i\text{so} + b_4H_i + b_{10}R + b_{11}H_m + Za + Km + Wp + e$$

Em que  $y$  é o vetor de observações para as características estudadas (PN, PD e GP);  $b$  é o vetor dos efeitos fixos;  $G_i\text{do}$ ,  $G_i\text{po}$  e  $G_i\text{so}$  são as proporções esperadas no indivíduo de genes das raças Dorper (do), Poll Dorset (po) e Somalis Brasileira (so), respectivamente;  $R$  é a recombinação média esperada de pares de locos originados das diferentes raças;  $a$  é o vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos diretos;  $m$  é o vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos maternos;  $p$  é o vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente materno;  $c$  é o vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente direto;  $e$  é o vetor de efeitos residuais aleatórios;  $X$ ,  $Z$ ,  $K$  e  $W$  são matrizes de incidência relacionando os registros aos efeitos fixos, aleatórios genéticos aditivos diretos, genéticos aditivos maternos e de ambiente permanente materno, respectivamente;  $b_1$  a  $b_{16}$  são coeficientes de regressão; demais símbolos já definidos anteriormente.

É importante destacar que a proporção de genes da raça Santa Inês ( $G_i\text{si}$ ) não foi incluída nos modelos em função de estar na dependência das proporções das demais raças. Assim, os efeitos genéticos aditivos de cada raça (Dorper, Poll Dorset e Somalis Brasileira) foram estimados como um desvio em relação ao desempenho da raça Santa Inês.

As proporções esperadas no indivíduo de locos em heterozigose específica entre duas raças ( $H_{i,xy}$ ) foram calculadas como a proporção esperada de genes do pai e da mãe que diferiram a respeito das duas raças em questão. Por exemplo, a proporção esperada no indivíduo de locos em heterozigose com respeito às raças Dorper e Santa Inês,  $H_{i\text{dosi}}$ , foi calculada como  $(G_i\text{do}^p \times G_i\text{si}^m) + (G_i\text{si}^p \times G_i\text{do}^m)$ , em que os sobrescritos,  $p$  e  $m$ , denotam que os genes vieram do pai e da mãe, respectivamente. De forma semelhante, foram calculadas as proporções esperadas na mãe do indivíduo de locos em heterozigose específica entre duas raças. Entretanto, neste caso, os sobrescritos,  $p$  e  $m$ , denotam que os genes vieram do avô materno e da avó materna, respectivamente. Já a recombinação foi calculada como  $R = [(G_i\text{do}^p \times G_i\text{po}^p) + (G_i\text{do}^m \times G_i\text{po}^m) + (G_i\text{do}^p \times G_i\text{si}^p) + (G_i\text{do}^m \times G_i\text{si}^m) + (G_i\text{do}^p \times G_i\text{so}^p) + (G_i\text{do}^m \times G_i\text{so}^m) + (G_i\text{po}^p \times G_i\text{si}^p) + (G_i\text{po}^m \times G_i\text{si}^m) + (G_i\text{po}^p \times G_i\text{so}^p) + (G_i\text{po}^m \times G_i\text{so}^m) + (G_i\text{si}^p \times G_i\text{so}^p) + (G_i\text{si}^m \times G_i\text{so}^m)]$ .

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentadas as estimativas dos efeitos genéticos aditivos das raças Poll Dorset, Dorper e Somalis Brasileira como um desvio dos efeitos genéticos aditivos da raça Santa Inês e estimativas dos efeitos genéticos não aditivos de recombinação e de heterose (individual e materna), considerando as heteroses específicas entre as raças envolvidas nos cruzamentos (Modelo 1a) ou as heteroses totais (Modelo 1b), sobre as características de crescimento estudadas.

Tabela 1. Estimativas dos efeitos genéticos aditivos das raças Poll Dorset, Dorper e Somalis Brasileira como um desvio dos efeitos genéticos aditivos da raça Santa Inês e estimativas dos efeitos genéticos não aditivos de recombinação e de heterose (individual e materna), considerando as heteroses específicas entre as raças envolvidas nos cruzamentos (Modelo 1a) ou as heteroses totais (Modelo 1b), sobre as características de crescimento de ovinos mestiços.

| Efeito              | Peso ao Nascimento         |                            | Peso ao Desmame            |                           | Ganho do Nasc-Desmame        |                             |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                     | Modelo 1a                  | Modelo 1b                  | Modelo 1a                  | Modelo 1b                 | Modelo 1a                    | Modelo 1b                   |
| G <sub>po</sub>     | -0,47 ± 0,13 ***           | -0,44 ± 0,13 ***           | 1,02 ± 0,47*               | 0,84 ± 0,47 <sup>ns</sup> | 0,025 ± 0,007***             | 0,021 ± 0,008**             |
| G <sub>do</sub>     | -0,53 ± 0,41 <sup>ns</sup> | -0,37 ± 0,25 <sup>ns</sup> | -0,97 ± 1,93 <sup>ns</sup> | 1,00 ± 0,80 <sup>ns</sup> | -0,011 ± 0,034 <sup>ns</sup> | 0,025 ± 0,013*              |
| G <sub>so</sub>     | -1,47 ± 0,16***            | -1,58 ± 0,12***            | -5,46 ± 0,54***            | -5,00 ± 0,48***           | -0,057 ± 0,009***            | -0,057 ± 0,008***           |
| H <sub>i</sub>      |                            | 0,07 ± 0,06 <sup>ns</sup>  |                            | 0,53 ± 0,25*              |                              | 0,005 ± 0,004 <sup>ns</sup> |
| H <sub>i</sub> dopo | 0,22 ± 0,20 <sup>ns</sup>  |                            | 1,06 ± 1,05 <sup>ns</sup>  |                           | 0,016 ± 0,018 <sup>ns</sup>  |                             |
| H <sub>i</sub> dosi | 0,30 ± 0,19 <sup>ns</sup>  |                            | 1,53 ± 1,00 <sup>ns</sup>  |                           | 0,025 ± 0,018 <sup>ns</sup>  |                             |
| H <sub>i</sub> doso | 0,15 ± 0,20 <sup>ns</sup>  |                            | 2,02 ± 1,01*               |                           | 0,025 ± 0,018 <sup>ns</sup>  |                             |
| H <sub>i</sub> posi | 0,13 ± 0,08 <sup>ns</sup>  |                            | 0,31 ± 0,39 <sup>ns</sup>  |                           | 0,002 ± 0,007 <sup>ns</sup>  |                             |
| H <sub>i</sub> poso | -0,02 ± 0,13 <sup>ns</sup> |                            | -0,13 ± 0,49 <sup>ns</sup> |                           | -0,015 ± 0,008 <sup>ns</sup> |                             |
| H <sub>i</sub> siso | -0,11 ± 0,10 <sup>ns</sup> |                            | 0,92 ± 0,38*               |                           | 0,010 ± 0,006 <sup>ns</sup>  |                             |
| R                   | 0,02 ± 1,70 <sup>ns</sup>  | -2,46 ± 1,42 <sup>ns</sup> | -17,36 ± 7,57*             | -16,55 ± 6,55**           | -0,323 ± 0,131*              | -0,256 ± 0,115*             |
| H <sub>m</sub>      |                            | 0,78 ± 0,34*               |                            | 5,00 ± 1,63**             |                              | 0,082 ± 0,029**             |
| H <sub>m</sub> dopo | -0,53 ± 0,70 <sup>ns</sup> |                            | 5,35 ± 3,31 <sup>ns</sup>  |                           | 0,129 ± 0,058*               |                             |
| H <sub>m</sub> dosi | 0,01 ± 0,51 <sup>ns</sup>  |                            | 6,04 ± 2,40**              |                           | 0,110 ± 0,042**              |                             |
| H <sub>m</sub> doso | 0,17 ± 0,47 <sup>ns</sup>  |                            | 5,40 ± 2,06**              |                           | 0,102 ± 0,036**              |                             |
| H <sub>m</sub> posi | 0,15 ± 0,41 <sup>ns</sup>  |                            | 5,19 ± 1,88**              |                           | 0,098 ± 0,033**              |                             |
| H <sub>m</sub> poso | 0,35 ± 0,42 <sup>ns</sup>  |                            | 5,95 ± 1,91**              |                           | 0,108 ± 0,033***             |                             |
| H <sub>m</sub> siso | 0,09 ± 0,44 <sup>ns</sup>  |                            | 5,61 ± 1,96**              |                           | 0,105 ± 0,034**              |                             |

\*\*\*P<0,001; \*\*P<0,01; \*P<0,05; <sup>ns</sup> não significativo.

G<sub>po</sub>, G<sub>do</sub>, e G<sub>so</sub> representam o efeito médio dos genes das raças Poll Dorset, Dorper e Somalis Brasileira, respectivamente; H<sub>i</sub> é o efeito da heterozigose individual total; H<sub>i</sub>dopo, H<sub>i</sub>dosi, H<sub>i</sub>doso, H<sub>i</sub>posi, H<sub>i</sub>poso e H<sub>i</sub>siso representam o efeito da heterozigose individual entre as raças indicadas (po = Poll Dorset, do = Dorper, si = Santa Inês e so = Somalis Brasileira); R representa o efeito médio da recombinação; H<sub>m</sub> é o efeito da heterozigose materna total; H<sub>m</sub>dopo, H<sub>m</sub>dosi, H<sub>m</sub>doso, H<sub>m</sub>posi, H<sub>m</sub>poso e H<sub>m</sub>siso representam o efeito da heterozigose materna entre as raças indicadas (po = Poll Dorset, do = Dorper, si = Santa Inês e so = Somalis Brasileira).

Enquanto o efeito médio dos genes da raça Dorper (G<sub>do</sub>) não diferiu significativamente do efeito médio dos genes da raça Santa Inês (G<sub>si</sub>), o efeito médio dos genes das raças Poll Dorset (G<sub>po</sub>) e Somalis Brasileira (G<sub>so</sub>) apresentaram desvio significativo de -0,47 e -1,47 kg, respectivamente, para PN. Estes resultados indicam que o efeito médio dos genes da raça Santa Inês leva a maiores pesos ao nascer em relação às raças Poll Dorset e Somalis Brasileira. Todavia, é importante observar que o erro padrão da estimativa (G<sub>do</sub>) foi elevado. Isto se deveu ao menor número de registros de animais com genes da raça Dorper, causando uma redução na sensibilidade da amostra para essa característica. Utilizando o modelo com as estimativas dos efeitos das heterozigoses individual e materna fracionadas de acordo com as raças envolvidas nos cruzamentos (modelo 1a), nenhum dos efeitos genéticos não aditivos se mostraram significativos para PN. Porém, quando as heterozigoses individual e materna foram consideradas a partir das heterozigosidades totais esperadas (modelo 1b), observou-se efeito significativo e positivo da heterozigose materna sobre o peso ao nascer. Estes resultados indicam que, geneticamente, o peso ao nascer foi determinado basicamente pelos efeitos genéticos aditivos, podendo a heterose materna apresentar algum efeito positivo, enquanto que nenhum efeito de heterose individual ou epistasia foi detectado.

A exemplo do que foi observado para o PN, a estimativa do efeito médio dos genes da raça Dorper sobre PD apresentou elevado erro padrão e não se desviou significativamente da raça Santa Inês. Já os genes das raças Poll Dorset e Somalis Brasileira induziram desvios significativos das médias de peso ao desmame de 1,02 kg e -5,46 kg, respectivamente, em relação aos genes da raça Santa Inês. Estes resultados indicam que, nas condições de estudo, quanto maior a percentagem de genes da raça Poll Dorset no cordeiro, maior o PD, enquanto que a elevação da participação dos genes da raça Somalis Brasileira levariam a um menor PD. Analisando as estimativas dos efeitos de heterozigose individual específica

(modelo 1a), verificou-se que apenas os efeitos da heterozigose individual entre Dorper e Somalis Brasileira ( $H_i$ doso) e entre Santa Inês e Somalis Brasileira ( $H_i$ siso) foram significativos, indicando que o cruzamento de reprodutores Dorper ou Santa Inês com matrizes Somalis Brasileira poderiam produzir uma heterose individual positiva para o peso ao desmame. O efeito da recombinação (R) foi significativo e negativo, indicando que a bimestiagem pode gerar produtos com menor desempenho quanto ao PD. Já os efeitos das heterozigoses maternas específicas foram todos significativos e positivos ( $P < 0,01$ ), exceto para heterozigose materna entre Dorper e Poll Dorset ( $H_m$ dopo). Os resultados apresentados indicam que, para as condições de estudo, o peso ao desmame tende a ser tanto menor quanto maior for a proporção de genes da raça Somalis Brasileira e quanto maior for a recombinação gênica proveniente da bimestiagem. Por outro lado, crias com maior proporção de genes Poll Dorset e criadas por uma matriz com elevada heterozigose tenderiam a apresentar maiores pesos ao desmame.

Para o ganho em peso no período pré-desmame (GP), as estimativas dos efeitos genéticos aditivos ( $G_{i$ po,  $G_{i$ do e  $G_{i$ so) apresentaram padrão semelhante ao observado para o PD. Todavia, quando as heteroses ( $H_i$  e  $H_m$ ) foram analisadas de forma agregada (modelo 1b), o efeito médio dos genes da raça Dorper desviou-se positiva e significativamente da raça Santa Inês. Os efeitos da heterozigose individual não foram significativos. Por outro lado, os efeitos significativos e positivos das heterozigoses maternas, evidenciaram a grande importância da heterose materna para o ganho em peso pré-desmame. O efeito da recombinação foi negativo e significativo ( $P < 0,05$ ) e, da mesma forma que para o PD, induziu uma perda de desempenho nos indivíduos produtos de bimestiagem.

De forma geral, os resultados deste estudo foram superiores aos encontrados por Mugambi et al. (2006) para a heterose individual, materna e para a recombinação. El Fadili & Leroy (2001) também relataram estimativas inferiores de heterose e recombinação para PN e PD, em cruzamentos entre duas raças de ovinos marroquinos.

### Conclusões

Nas condições do estudo, os efeitos aditivos diretos da raça Poll Dorset, em relação à raça Santa Inês, determinam melhores desempenhos para PD e GP. O importante efeito negativo da recombinação sobre as características estudadas, contra-indica a bimestiagem. A utilização de matrizes com elevada heterozigose contribui para o melhor desenvolvimento ponderal na fase do nascimento ao desmame.

### Literatura citada

BOLDMAN, K.G. et al. **A manual for use of MTDFREML**: a set of programs to obtain estimates of variance and covariance. Lincoln: Agricultural Research Service, 1995. 120p. [DRAFT].

EL FADILI, M., LEROY, P.L. Estimation of additive and non-additive genetic parameters for reproduction, growth, and survival traits in crosses between the Moroccan D'Man and Timahdite breeds. **Journal Animal Breeding and Genetics**, v. 118, p. 341-353. 2001.

FACÓ, O.; VILLELA, L. C. V. **Conceitos fundamentais do melhoramento genético animal**. In: Campos ACN. (Org.). Do campus para o campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos, Fortaleza: [s.n.], 2005. P.197-204.

MUGAMBI, J.N., WAKHUNGU, J.W., INYANGALA, B.O. Evaluation of the performance of the Kenya dual purpose goat composites: additive and non-additive genetic parameters. **Small Ruminant Research**. V.72 p. 149-156. 2006.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. **User's Guide, version 6.11**. 4<sup>th</sup> Ed., v.2., Cary: SAS Institute Inc.. 1996. 842p.