

Estrutura de covariância para características de carcaça e tamanho corporal com medidas repetidas em ovinos de diferentes grupos genéticos

Covariance structure for carcass and body size traits with repeated measures in sheep from different genetic groups

SANTOS, Natanael Pereira da Silva^{1*}; GUIMARÃES, Fabrício Fernandes²;
SARMENTO, José Lindenberg Rocha³; SOUSA JÚNIOR, Antônio de⁴; REGO NETO,
Aurino de Araújo²; SENA, Luciano Silva²; SANTOS, Gleyson Vieira dos²

¹Universidade Federal do Piauí, Coordenação de Agronomia, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

²Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

³Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, Teresina, Piauí, Brasil. Pesquisador do CNPq.

⁴Colégio Técnico de Teresina, Setor de Biotecnologia da Reprodução, Teresina, Piauí, Brasil.

*Endereço para correspondência: natanaelpss@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência de efeitos ambientais sobre medidas corporais, peso e características de qualidade de carcaça, com estrutura de mensurações repetidas no tempo, em ovinos de diferentes grupos genéticos. Foram realizadas coletas do nascimento aos 180 dias de idade, durante os anos de 2012 e 2013, em 92 cordeiros de 3 grupos genéticos, sendo 29 da raça Santa Inês, 43 mestiços Dorper x Santa Inês e 20 mestiços Dorper x Morada Nova, pertencentes a dois rebanhos. Foram mensuradas área e profundidade de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, altura da cernelha, comprimento corporal, profundidade torácica e peso corporal. O modelo estatístico considerou os efeitos de período de coleta, tipo de nascimento, sexo, rebanho, grupo genético, idade do animal no momento da mensuração como covariável, em efeitos linear e quadrático, e as interações entre os diferentes efeitos. Foram testadas diferentes estruturas para modelar a matriz de (co) variância residual. A estrutura que melhor se ajustou aos dados foi a Simetria Composta. A interação entre grupo genético e idade como efeito linear e quadrático foi significativamente importante para modelar as características estudadas. Os efeitos ambientais de propriedade, tipo de nascimento, grupo genético e período da mensuração influenciaram as características de carcaça, medidas corporais e peso. O grupo genético oriundo do cruzamento Dorper x Morada Nova

apresentou menor tamanho corporal e melhores características de carcaça.

Palavras-chave: área de olho de lombo, cruzamento, espessura de gordura subcutânea, ovinocultura de corte, ultrassonografia

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the influence of environmental effects on body measurements, weight and carcass quality traits with structure of repeated measurements over time in sheep from different genetic groups. Collections were carried out from lamb in until 180 days of age, during the years 2012 and 2013, in 92 lambs from three genetic groups – 29 from Santa Inês breed, 43 crossbred Dorper x Santa Inês, and 20 crossbred Dorper x Morada Nova – belonging to two flocks. Loin eye area, loin depth, subcutaneous fat thickness, height at withers, body length, thoracic depth, and body weight were measured. The effects of collection period, type of birth, sex, flock, genetic group, age of the animal at the time of measurement as a covariate in linear and quadratic effects, and interactions between the different effects were considered in the statistical model. Different structures were tested for modeling the residual (co) variance matrix. The structure that best fit the data was the Composed Symmetry. The interaction between genetic group and age as linear and quadratic effect was

significantly important for modeling the traits studied. The environmental effects of the flock, type of birth, genetic group, and collection period influenced carcass traits, body measurements and weight. The genetic group originated from the Dorper x Morada Nova cross showed lower body size and better carcass traits.

Keywords: crossbreeding, loin eye area, meat sheep farming, subcutaneous fat thickness, ultrasonography

INTRODUÇÃO

A criação de ovinos para produção de carne tem sido estimulada no país pela sua valorização em decorrência do aumento da demanda para consumo como fonte de proteína animal. Isso exige a produção de animais com boa qualidade de carcaça, apresentando, entre outras características, maior rendimento de cortes nobres e boa cobertura de gordura. Entretanto, tem sido desfavorável ao desenvolvimento da ovinocultura a prevalência de animais sem uniformidade de músculo, gordura e acabamento de carcaça (CEZAR & SOUSA, 2010).

Para avaliar a qualidade da carcaça, a ultrassonografia se apresenta como tecnologia não invasiva de mensuração in vivo que não deixa resíduos na carcaça ao se obter imagem em tempo real sem abater os animais, tornando possível mensurar as principais características de qualidade da carcaça, a área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio. No que concerne à melhoria da carcaça, o cruzamento é uma estratégia de manejo genético dos rebanhos. Ambas as técnicas podem se complementar para aumentar a eficiência da produção, pois características com base genética diferente em cada raça podem ser juntas num animal por cruzamentos planejados, para aumentar a produção e atender a situações específicas de mercado.

Como estratégia recomendada para contornar os problemas de uniformidade de carcaça em raças naturalizadas, o cruzamento de matrizes dessas raças com reprodutores especializados para produção de carne, é uma forma de explorar a complementaridade funcional entre raças (conjugação das características desejáveis de cada uma), além do efeito de heterose, resultando em melhor relação quantidade x qualidade de carne produzida.

Ao aliar os resultados da ultrassonografia aos possíveis cruzamentos pode ser possível complementar a exploração da existência de relação entre tamanho corporal e eficiência produtiva em ovinos de corte, que é uma estratégia comum na maioria dos programas de produção de carne, que tem por base a inclusão de características associadas ao tamanho e dimensões dos animais em sistemas de produção e, conseqüentemente, demanda pela identificação precisa da correlação entre as características.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência de efeitos ambientais sobre medidas corporais, peso e características da carcaça, com estrutura de mensurações repetidas no tempo, em ovinos de diferentes grupos genéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada com dados do desempenho ponderal, biométrico e de características de carcaça de ovinos do Núcleo de Seleção e Conservação de Ovinos Deslanados, implantado nas dependências do Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) e da Fazenda Lagoa do Barro, ambos localizados no município de Bom Jesus, no estado do Piauí, coletados durante os anos de 2012 e 2013.

A coleta de dados foi realizada mensalmente, nos dois rebanhos (UFPI e Fazenda Lagoa do Barro) do nascimento aos 180 dias de idade (sete mensurações consecutivas), em 92 cordeiros (machos e fêmeas) de três grupos genéticos distintos, sendo 29 da raça Santa Inês (SI), 43 mestiços Dorper x Santa Inês (DSI) e 20 mestiços Dorper x Morada Nova (DMN). Os animais pertencentes ao rebanho 1 (UFPI) foram alimentados com os capins tifton (*Cynodon spp*) e andropogon (*Andropogon gayanus*). O rebanho 2 (Fazenda Lagoa do Barro) foi alimentado a pasto, composto por capim estrela (*Cynodon spp.*) e capim mandante (*Echinochloa polystachya*). Ressalta-se que os dois rebanhos receberam suplementação com concentrado no cocho, de forma coletiva, fornecido durante todo o ano.

As medidas de tamanho corporal foram realizadas com o animal mantido em estação, conforme detalhamento a seguir: Altura de cernelha (AC) - medida entre o ponto mais alto da região interescapular e o solo; Profundidade torácica (PT) - medida pela diferença entre a altura da cernelha (AC) e a altura do externo ao solo; e, Comprimento corporal (CC) - medido da parte cranial da articulação escápula-umeral até a parte caudal da

tuberosidade isquiática, além do Peso Corporal (PC).

As mensurações das características de carcaça foram realizadas utilizando-se um aparelho de ultrassom KX2000G VET, equipado com transdutor linear de 3,5 MHz. Foram medidas a área de olho de lombo (AOL), profundidade máxima do olho de lombo (POL) e espessura da gordura subcutânea (EGS). As imagens foram avaliadas em corte transversal do músculo *Longissimus dorsi* obtidas pelo posicionamento do transdutor transversalmente na porção dorsal entre a 12ª e 13ª vértebra torácica,

Os dados obtidos foram utilizados para estudo de efeitos ambientais, sendo considerados na modelagem: período da mensuração (seco: de junho a outubro; e chuvoso: de novembro a maio), tipo de nascimento (simples e múltiplo), sexo (macho e fêmea), rebanho (1 e 2), grupo genético (Santa Inês puro, mestiços Dorper x Santa Inês e mestiços Dorper x Morada Nova) e as interações possíveis entre os efeitos considerados. A idade do animal no momento da mensuração foi considerada como covariável, em efeitos linear e quadrático.

O modelo estatístico utilizado está apresentado a seguir:

$$Y_{ijklm} = \mu + M_i + T_j + S_k + R_l + GG_m + R_l * M_i + GG_m * M_i + R_l * \sum_{i=1}^2 \beta_i (Id)^i + GG_m * \sum_{i=1}^2 \beta_i (Id)^i + \varepsilon_{ijklm}$$

em que:

Y_{ijklm} = peso corporal, área de olho de lombo, profundidade de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, altura da cernelha, comprimento corporal e profundidade torácica do borrego x mensurado no período i , do tipo de nascimento j , do sexo k , pertencente ao rebanho l do grupo genético m ;

μ = Constante inerente a cada característica em estudo;

M_i = Efeito fixo período da mensuração i ($i = 1$ e 2);

T_j = Efeito fixo de tipo de nascimento j ($j = 1$ e 2);

S_k = Efeito fixo do sexo da cria x ($k = 1$ e 2);

R_l = Efeito fixo de rebanho l ($l = 1$ e 2);

GG_m = Efeito fixo de grupo genético m ($m = 1$ a 3);

$R_l * M_i$ = Interação do rebanho l com o período i ;

$GG_m * M_i$ = Interação do grupo genético m com o período i ;

Id = covariável idade;

β_i = Coeficiente de regressão ida idade;

ε_{ijklm} = Erro aleatório associado a cada observação.

Uma vez que os dados têm estrutura de medidas repetidas no tempo (características medidas em diferentes momentos, do nascimento aos 180 dias de idade), a verificação da adequação de homogeneidade da matriz de (co)variância residual foi realizada por meio do teste de esfericidade de Mauchly. Como as (co)variâncias residuais podem mudar em função do aumento da distância no tempo entre as

diferentes medidas tomadas, foram testadas as seguintes estruturas de (co)variâncias residuais: simetria composta (CS), autorregressiva de primeira ordem (AR), Huynh-Feldt (HF), Toeplitz (TOEP), Toeplitz heterogênea (TOEPH), autorregressiva heterogênea (ARH), ARMA, simetria composta heterogênea (CSH), fator analítico (FA), componentes de variância (VC) e não estruturada (UN), as quais podem ser apresentadas como segue:

$$\begin{aligned}
 CS &= \begin{bmatrix} \sigma^2 + \sigma_1 & \sigma_1 & \sigma_1 & \sigma_1 \\ \sigma_1 & \sigma^2 + \sigma_1 & \sigma_1 & \sigma_1 \\ \sigma_1 & \sigma_1 & \sigma^2 + \sigma_1 & \sigma_1 \\ \sigma_1 & \sigma_1 & \sigma_1 & \sigma^2 + \sigma_1 \end{bmatrix}, \quad AR = \sigma^2 \begin{bmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \rho^3 \\ \rho & 1 & \rho & \rho^2 \\ \rho^2 & \rho & 1 & \rho \\ \rho^3 & \rho^2 & \rho & 1 \end{bmatrix}, \\
 HF &= \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2} - \lambda & \frac{\sigma_1^2 + \sigma_3^2}{2} - \lambda \\ \frac{\sigma_2^2 + \sigma_1^2}{2} - \lambda & \sigma_2^2 & \frac{\sigma_2^2 + \sigma_3^2}{2} - \lambda \\ \frac{\sigma_3^2 + \sigma_1^2}{2} - \lambda & \frac{\sigma_3^2 + \sigma_2^2}{2} - \lambda & \sigma_3^2 \end{bmatrix}, \quad TOEP = \begin{bmatrix} \sigma^2 & \sigma_1 & \sigma_2 & \sigma_3 \\ \sigma_1 & \sigma^2 & \sigma_1 & \sigma_2 \\ \sigma_2 & \sigma_1 & \sigma^2 & \sigma_1 \\ \sigma_3 & \sigma_2 & \sigma_1 & \sigma^2 \end{bmatrix}, \\
 TOEPH &= \begin{bmatrix} \sigma^2 & \sigma_1 & 0 & 0 \\ \sigma_1 & \sigma^2 & \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_1 & \sigma^2 & \sigma_1 \\ 0 & 0 & \sigma_1 & \sigma^2 \end{bmatrix}, \quad ARH = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_1 \sigma_2 \rho & \sigma_1 \sigma_3 \rho^2 & \sigma_1 \sigma_4 \rho^3 \\ \sigma_2 \sigma_1 \rho & \sigma_2^2 & \sigma_2 \sigma_3 \rho & \sigma_2 \sigma_4 \rho^2 \\ \sigma_3 \sigma_1 \rho^2 & \sigma_3 \sigma_2 \rho & \sigma_3^2 & \sigma_3 \sigma_4 \rho \\ \sigma_4 \sigma_1 \rho^3 & \sigma_4 \sigma_2 \rho & \sigma_4 \sigma_3 \rho & \sigma_4^2 \end{bmatrix}, \\
 ARMA &= \begin{bmatrix} 1 & \gamma & \gamma \rho & \gamma \rho^2 \\ \gamma & 1 & \gamma & \gamma \rho \\ \gamma \rho & \gamma & 1 & \gamma \\ \gamma \rho^2 & \gamma \rho & \gamma & 1 \end{bmatrix}, \quad CSH = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_1 \sigma_2 \rho & \sigma_1 \sigma_3 \rho & \sigma_1 \sigma_4 \rho \\ \sigma_2 \sigma_1 \rho & \sigma_2^2 & \sigma_2 \sigma_3 \rho & \sigma_2 \sigma_4 \rho \\ \sigma_3 \sigma_1 \rho & \sigma_3 \sigma_2 \rho & \sigma_3^2 & \sigma_3 \sigma_4 \rho \\ \sigma_4 \sigma_1 \rho & \sigma_4 \sigma_2 \rho & \sigma_4 \sigma_3 \rho & \sigma_4^2 \end{bmatrix}, \\
 FA &= \begin{bmatrix} \lambda_1^2 + d & \lambda_2 \lambda_1 & \lambda_3 \lambda_1 & \lambda_4 \lambda_1 \\ \lambda_2 \lambda_1 & \lambda_2^2 + d & \lambda_3 \lambda_2 & \lambda_4 \lambda_2 \\ \lambda_3 \lambda_1 & \lambda_3 \lambda_2 & \lambda_3^2 + d & \lambda_4 \lambda_3 \\ \lambda_4 \lambda_1 & \lambda_4 \lambda_2 & \lambda_4 \lambda_3 & \lambda_4^2 + d \end{bmatrix}, \quad VC = \begin{bmatrix} \sigma_B^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_B^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{AB}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{AB}^2 \end{bmatrix} e
 \end{aligned}$$

$$UN = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{21} & \sigma_{31} & \sigma_{41} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{32} & \sigma_{42} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \sigma_{43} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \sigma_4^2 \end{bmatrix}$$

Detalhes adicionais das estruturas podem ser obtidos em Tiwari & Shukla (2011). Para comparar o ajuste proporcionado pelas diferentes estruturas, foi utilizado o critério de informação Bayesiano de Schwarz (BIC), definido como:

$$BIC = -2 \log_e L + p \log(N - r(X))$$

em que: p é o número de parâmetros estimados; N é o número de observações; $r(X)$ corresponde ao posto da matriz de incidência dos efeitos fixos do modelo; e $\log_e L$ é o logaritmo da função de máxima verossimilhança restrita.

Todas as análises foram realizadas com a utilização do programa SAS (*Statistical Analysis Systems*), versão 9.0. O modelo apresentado, considerando-se todas as matrizes de (co)variância utilizadas, foi ajustado aos dados pelo método da máxima verossimilhança restrita, com auxílio do PROC MIXED. Após a definição da estrutura de (co)variância residual que melhor se ajustou aos dados foi realizado o estudo dos efeitos ambientais incluídos no modelo estatístico. Quando o efeito foi considerado significativo, as médias foram estimadas (efeitos classificatórios) e os coeficientes de regressão foram testados (efeito contínuo). Na presença de efeito significativo para os efeitos classificatórios, as médias foram comparadas usando o *Fisher's protected Least-Significant Difference* (LSD). A significância foi declarada a $P < 0,05$.

O estudo da relação entre as características avaliadas foi realizado a partir da correlação de Pearson estimada entre as características de carcaça e as medidas corporais com auxílio do PROC CORR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a condição de esfericidade ($P > 0,0012$) na população avaliada, mesmo sendo considerada pequena (92 animais). Este fato pode ser explicado pela não violação da suposição de normalidade, o que proporcionou robusticidade ao teste. Assim, a estrutura da matriz de (co)variância residual a ser utilizada deve atender a condição de circularidade, isto é, a diferença entre quaisquer duas medidas repetidas obrigatoriamente apresentarão variâncias constantes e correlações nulas (SANTORO & BARBOSA, 2010; FREITAS et al., 2011).

Apenas a matriz de Simetria Composta (CS) convergiu e, nesse caso, assumiu-se que as variâncias residuais são homogêneas, bem como as covariâncias entre quaisquer dois tempos, ou seja, validou-se os resultados do teste de esfericidade. Vale destacar que a estrutura CS é a mais simples e depende de menor número de estimativas de parâmetros. Gilmouret al. (2004) sugere o uso de estruturas com reduzido número de parâmetros, mesmo havendo dificuldades em se considerar efetivamente medidas repetidas em vários caracteres simultaneamente, em uma única matriz de (co)variâncias.

Como as medidas no mesmo animal podem apresentar correlações entre si e pela possibilidade de haver heterogeneidade de variâncias e covariâncias entre as mensurações, acreditava-se que a matriz de (co)variância nãoestruturada (UN) se

ajustaria aos dados, por tratar as mensurações como variáveis diferentes. Mesmo atendendo a condição de esfericidade, ao considerar um número relativamente grande de mensurações (maior que três), o modelo pode ter se tornado difícil de ser ajustado, ocasionando problemas de convergência por depender da estimativa de maior número de parâmetros (FREITAS et al., 2011).

Os parâmetros associados à matriz de covariância correspondente têm importância fundamental, pois na matriz está contida a informação essencial do aspecto longitudinal dos dados, ou seja, a correlação entre as observações realizadas

na mesma unidade de investigação, embora haja maior interesse na estimação e interpretação das médias.

Ao se tratar as características como uma trajetória polinomial, obtida pelos efeitos linear e quadrático do tempo em dias, flexibilizou-se as oscilações existentes entre e no próprio animal, com a finalidade de melhorar a explicação do comportamento das observações e ajustar um modelo que reduza o número parâmetros a serem estimados. Para isso, verificou-se a significância dos coeficientes de regressão e o critério de informação Bayesiano de Schwarz (BIC) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores para o critério de informação Bayesiano de Schwarz (BIC) da estrutura da matriz de (co)variância de Simetria Composta (CS), em função do coeficiente de regressão, em características de carcaça, corporal e peso em ovinos de três diferentes grupos genéticos

β	AOL	POL	EGS	AC	CC	PT	PC
Linear	1491,2	2198,3	477,6	2347,3	2614,2	2063,5	2397,1
Quadrático	1532,8	2224,9	523,4	2273,8	2562,7	2068	2402,6

β = coeficiente de regressão; AOL = área de olho de lombo; POL = profundidade de olho de lombo; EGS = espessura da gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; PT = profundidade torácica; PC = peso corporal.

Observa-se que para as características de carcaça (AOL, POL e EGS), profundidade torácica (PT) e peso corporal (PC), o modelo que incluiu o efeito linear de idade à mensuração apresentou menor valor de BIC, sugerindo melhor ajuste do modelo aos dados. Em relação ao comportamento das características AOL, POL e EGS, observou-se que estas se apresentaram crescentes até os 180 dias nos diferentes grupos genéticos, portanto, sem atingir estabilização até a idade avaliada (Figura 1). Vale destacar que o desenvolvimento do músculo *Longissimus dorsi* está

diretamente ligado ao aumento do peso corporal, bem como a idade.

Uma vez que os animais do grupo genético Dorper x Morada Nova (DMN) apresentaram melhores médias nas características de carcaça, esse cruzamento pode proporcionar maior rendimento de cortes nobres, quando comparado aos demais grupos genéticos (SI e DSI). Porém, não corrobora com os resultados constatados por Carneiro et al. (2007) cujo desempenho superior, tanto nas características morfológicas como de carcaça e maior velocidade de crescimento, foi observado pelo grupo

genético Dorper x Santa Inês (DSI) em relação ao grupo DMN.

A EGS apresentou aumento em função da idade dos animais, proporcionado pela maturidade do animal, o que incrementa a gordura na carcaça. Associando-se a maturidade de forma diferenciada nos grupos genéticos, fica implícito que a variação no incremento de gordura na carcaça pode proporcionar diferença de qualidade comercial.

Os animais mestiços (DMN e DSI) apresentaram maior deposição de gordura subcutânea quando comparados à raça pura (SI), manifestando complementaridade em função da aptidão da raça Dorper em depositar tecido adiposo (SOUSA et al., 2008). Além disso, a maior eficiência dos cruzamentos com a raça Dorper também pode ser explicada pela heterose resultante.

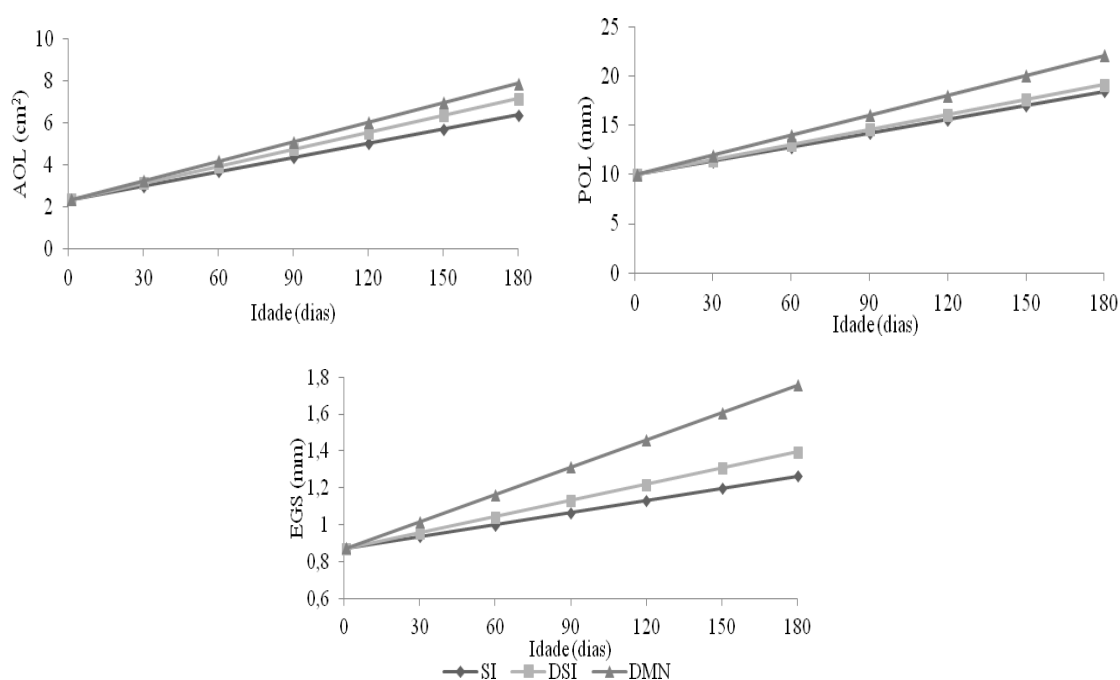


Figura 1. Comportamento linear das características de carcaça área de olho de lombo (AOL), profundidade de olho de lombo (POL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) em função da idade em ovinos da raça Santa Inês (SI), e mestiços Dorper x Santa Inês (DSI) e Dorper x Morada Nova (DMN)

Já a superioridade do grupo DMN se deve, em parte, pela seleção praticada há mais tempo da raça Morada Nova, nos dois rebanhos avaliados, pois, do ponto de vista biológico, a seleção, mesmo que de forma empírica, pode justificar o maior desempenho em cruzamento, quando comparado à raça Santa Inês criada na região, na qual a seleção praticada para características de carcaça é insignificante,

mesmo esta raça apresentando maior porte e maior peso corporal.

Os resultados indicam outro aspecto importante referente ao efeito da heterose na melhoria do desempenho dos cordeiros cruzados em relação aos puros. Como a heterose é função da distância genética entre os pais (ATASHI & IZADIFAR, 2012), o desempenho dos cordeiros DMN em relação aos DSI pode ter influência da distância genética entre os genótipos

Morada Nova e Dorper utilizados no cruzamento, do que entre os genótipos Santa Inês e Dorper.

Verificou-se aumento da deposição de tecido muscular e adiposo e, conseqüentemente o peso corporal apresentou efeito linear com a idade, no período avaliado. Como o tecido adiposo é de deposição mais tardia, pode ser maior a contribuição da deposição de músculo.

Já para as características altura da cernelha (AC) e comprimento corporal

(CC) o modelo que incluiu o efeito quadrático da idade foi o que apresentou menor valor (Tabela 1), indicando possivelmente desaceleração no aumento dessas características, ou que os animais estão próximos do tamanho adulto. Conforme se observa na Figura 2, as medidas corporais AC e CC apresentaram-se crescentes em função da idade, todavia tenderam a estabilizar à medida que os animais se aproximaram dos 180 dias.

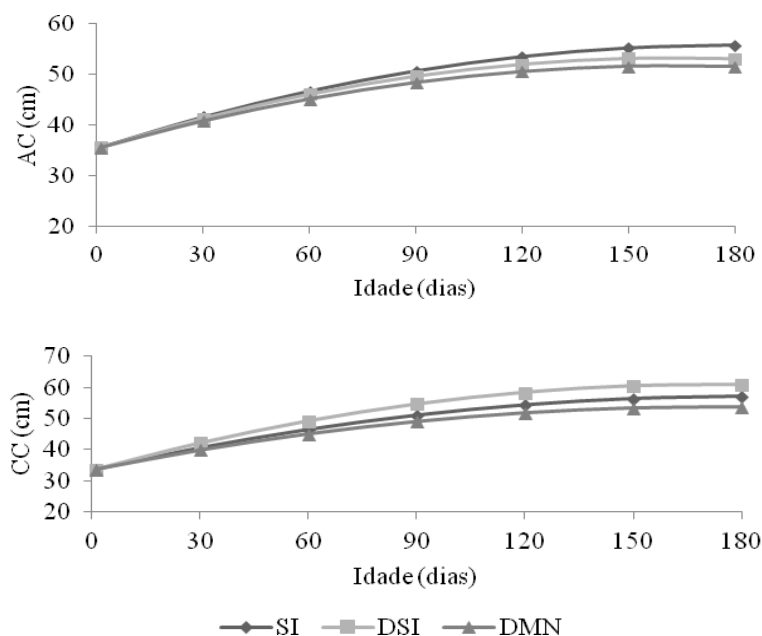


Figura 2. Comportamento quadrático da altura da cernelha (AC) e comprimento corporal (CC) em função da idade em ovinos da raça Santa Inês (SI) e mestiços Dorper x Santa Inês (DSI) e Dorper x Morada Nova (DMN)

Os animais da raça Santa Inês apresentaram maior valor para AC, logo tem potencial para contribuir com complementaridade e imprimir efeito de heterose nessa característica em cruzamentos. O porte elevado desses animais se deve a seleção praticada na sua formação que tem visado o aumento

de tamanho sem preocupação com outras características importantes para produção de carne.

Os animais mestiços DSI apresentaram maior comprimento corporal, mostrando complementaridade da raça Dorper, sem, no entanto imprimir efeito de altura, provavelmente isso se deve ao fato dela

apresentar animais de menor estatura, porém com maior comprimento corporal. Isso evidencia que há manifestação e exploração dos efeitos da complementaridade nos animais mestiços.

Como para as características PT e PC, o modelo que incluiu o efeito linear de idade à mensuração sugeriu melhor ajuste, os três grupos apresentaram valores crescentes até os 180 dias (Figura 3), sendo que o grupo genético

DSI apresentou maior valor para PT. Esta característica está relacionada com a capacidade de ganho de peso. Já para a característica peso corporal, que permaneceu crescente em função da idade, os grupos genéticos SI e DSI apresentaram maiores valores, que pode ser devido aos animais SI apresentarem maior tamanho corporal em relação aos mestiços DMN, repercutido em maior peso corporal.

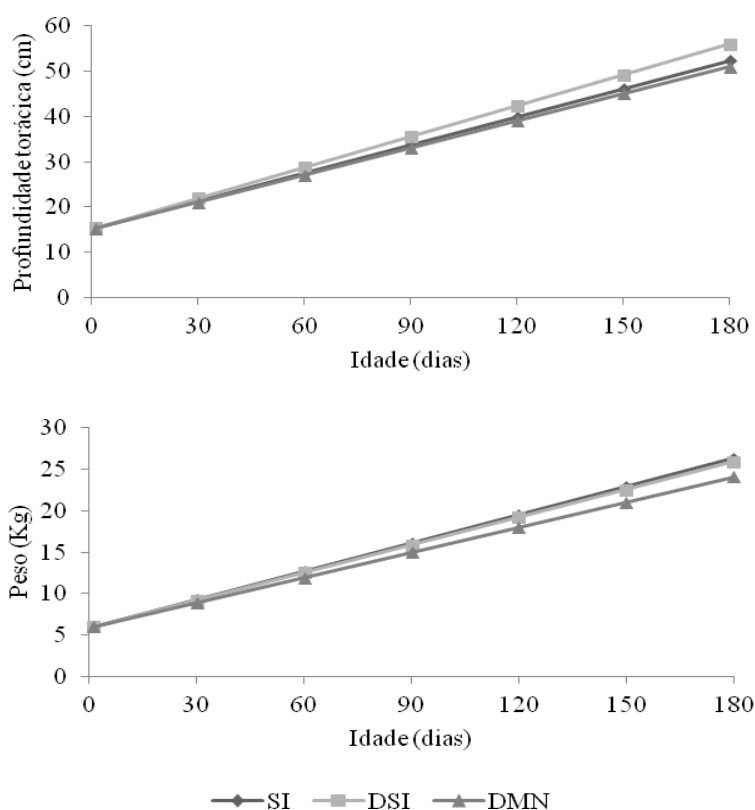


Figura 3. Comportamento linear das características profundidade torácica (PT) e peso corporal (PC) em função da idade em ovinos da raça Santa Inês (SI) e mestiços Dorper x Santa Inês (DSI) e Dorper x Morada Nova (DMN)

O tamanho e a qualidade dos animais foram diferentes nos dois rebanhos, conforme indica o efeito de rebanhos nas características AOL, POL, EGS, CC e PC, com menores valores no rebanho

1 ($P < 0,05$), embora não tenha se mostrado significativo ($P > 0,05$) para as características AC e PT. Considera-se que as duas principais causas dessa variação são as diferenças genéticas

entre os rebanhos e as diferenças de manejo alimentar. Nesse caso, a superioridade de peso corporal de 23,34% dos animais do rebanho 2 em relação ao rebanho 1 (Tabela 2), sugere a necessidade de ajuste no manejo alimentar nesse rebanho.

Em relação ao sexo do animal, não se observou diferença significativa em nenhuma característica, logo sem dimorfismo sexual até a idade de 180 dias ($P > 0,05$), ao contrário do que era esperado principalmente em características de tamanho, já que o dimorfismo sexual é consequência de

ação hormonal que influencia de forma diferenciada o crescimento dos tecidos em cada sexo. A prevalência de superioridade dos machos em relação às fêmeas (FREITAS et al. 2007), principalmente em relação à musculabilidade, é devido ao maior número de fibras que apresentam no mesmo músculo, cujo aumento é regulado pela testosterona no início do processo de diferenciação celular fetal (HAFEZ & HAFEZ, 2004), que pode conferir maior ganho de peso diário aos machos.

Tabela 2. Médias estimadas para características corporais, de carcaça e peso em ovinos de diferentes grupos genéticos

Fonte de Variação		Características						
		AOL	POL	EGS	AC	CC	PT	PC
Rebanho	1	3,52 ^b	13,68 ^b	0,89 ^b	51,64 ^a	47,86 ^b	21,47 ^a	14,46 ^b
	2	5,07 ^a	16,06 ^a	1,19 ^a	52,45 ^a	52,31 ^a	22,17 ^a	17,84 ^a
Sexo	Macho	4,47 ^a	15,23 ^a	1,03 ^a	52,73 ^a	50,36 ^a	22,18 ^a	16,58 ^a
	Fêmea	4,12 ^a	14,51 ^a	1,05 ^a	51,37 ^a	49,82 ^a	21,46 ^a	15,72 ^a
Tipo de Nascimento	Simple	4,70 ^a	15,83 ^a	1,10 ^a	53,88 ^a	51,08 ^a	22,72 ^a	17,62 ^a
	Múltiplo	3,89 ^b	13,91 ^b	0,98 ^b	50,21 ^b	48,63 ^b	20,91 ^b	14,68 ^b

AOL = área de olho de lombo; POL = profundidade de olho de lombo; EGS = espessura da gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; PT - profundidade torácica; PC = peso corporal;

^aMédias seguidas de letras distintas nas colunas, por fonte de variação, indicam diferenças significativas pelo teste t-Student ($P < 0,05$).

O tipo de nascimento influenciou significativamente ($P < 0,05$) todas as características estudadas, sendo que animais nascidos de parto simples foram superiores aos nascidos de parto múltiplo em todas as características. A influência do tipo de nascimento deve-se ao maior aporte nutricional e maior espaço para o desenvolvimento fetal que o animal de parto simples dispõe no ambiente intrauterino, o que resulta em maiores pesos, ao nascer e nos subsequentes. Além disso, no período pré desmame

(fase materno-dependente) a competição de crias por alimento proporciona, em partos múltiplos, menor desenvolvimento dos animais (SANTOS, 2013).

Essa linha de raciocínio encontra confirmação na significância do efeito de época do ano sobre as características AOL e POL que não diferiram nos três grupos genéticos ($P > 0,05$), porém diferiram ($P < 0,05$) entre os períodos de coleta com superioridade para a época chuvosa do ano (Tabela 3).

Tabela 3. Médias estimadas para características corporais, de carcaça e peso em função de diferentes grupos genéticos e períodos de ovinos

Característica	Período da coleta	Grupo genético		
		SI	DSI	DMN
AOL	Chuvosa	4,92 ^{aA}	4,85 ^{aA}	4,92 ^{aA}
	Seca	3,88 ^{bA}	3,59 ^{bA}	4,82 ^{bA}
POL	Chuvosa	15,88 ^{aA}	16,06 ^{aA}	15,95 ^{aA}
	Seca	13,87 ^{bA}	13,43 ^{bA}	15,95 ^{bA}
EGS	Chuvosa	0,93 ^{aB}	1,21 ^{aA}	1,19 ^{aA}
	Seca	0,91 ^{aB}	1,07 ^{bA}	0,92 ^{bB}
AC	Chuvosa	54,95 ^{aA}	51,28 ^{aB}	50,36 ^{aB}
	Seca	54,91 ^{aA}	51,19 ^{aB}	49,61 ^{aB}
CC	Chuvosa	53,64 ^{aA}	49,49 ^{aB}	48,86 ^{aB}
	Seca	51,39 ^{bA}	48,57 ^{aB}	48,59 ^{aB}
PT	Chuvosa	22,22 ^{aA}	22,25 ^{aA}	21,15 ^{aA}
	Seca	22,35 ^{aA}	21,53 ^{bA}	21,40 ^{aA}
PC	Chuvosa	18,38 ^{aA}	16,27 ^{aAB}	15,12 ^{aB}
	Seca	17,15 ^{bA}	15,04 ^{bB}	14,93 ^{aB}

SI = Santa Inês; DSI = mestiços Dorper x Santa Inês; DMN = mestiço Dorper x Morada Nova; AOL = área de olho de lombo; POL = profundidade de olho de lombo; EGS = espessura da gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; PT = profundidade torácica; PC = peso corporal.

Médias seguidas por letras distintas (minúscula na coluna e maiúscula na linha), para cada característica, indicam diferenças significativas pelo teste t-Student ($P < 0,05$).

Os maiores valores observados durante a estação chuvosa é repercussão de maior aporte nutricional, aumentando a musculabilidade dos animais. Isso sugere necessidade de ajustes no manejo alimentar durante o período seco do ano, com o objetivo de minimizar os efeitos do período sobre as características de carcaça.

Ao considerar que ambientes distintos interagem de forma diferente com cada genótipo, como as características avaliadas são influenciadas por fatores genéticos e ambientais, assim, o estudo da influência genética é fundamental, uma vez que o ambiente pode ser controlado em alguma extensão. Esse resultado é interessante por mostrar a resposta dos rebanhos à mudança ambiental do período (interação genótipo x ambiente). Observa-se que SI e DSI apresentam desempenhos inferiores no período seco, em relação ao grupo DMN, ou seja, na época de menor de disponibilidade de

alimentos os mestiços DMN mantêm maior AOL e POL.

No que diz respeito à EGS as médias entre os períodos diferiram apenas nos animais cruzados (Tabela 3), que diferiram superando o SI ($P < 0,05$). Esse resultado sugere que o melhor desempenho desses cruzamentos, decorrente de heterose se associa a maior exigência nutricional. Assim, os animais cruzados podem sofrer maiores influências do ambiente quando comparada com a raça Santa Inês para essa característica, indicando a necessidade de ajustes no manejo alimentar na época da seca para manter o padrão de gordura de cobertura da carcaça.

Com base nas médias de AC e CC não se observa efeito significativo de período sobre estas ($P > 0,05$). Todavia, em relação ao grupo genético, SI apresentou maiores valores (Tabela 3), provavelmente não mostrando efeito de heterose nos animais cruzados, como contribuição do grupo SI

que apresenta animais de maior porte, resultado da seleção praticada na sua formação. Para a profundidade torácica observou-se diferença significativa entre os períodos chuvoso e seco ($P < 0,05$) apenas no grupo DSI entre os períodos, mostrando ser mais sensível a modificação do ambiente que a altura e comprimento corporal, certamente com menor herdabilidade.

As médias de PC diferiram em relação ao período do ano ($P < 0,05$) para os grupos SI e DSI (Tabela 3), indicando que tendem a ganhar mais peso no período chuvoso, logo mais sensíveis a condição ambiental mais restritiva, visto que animais Santa Inês apresentam maior porte físico e maior peso corporal (GARCIA et al., 2010).

As médias dos mestiços DMN não diferiram ($P > 0,05$) em relação aos períodos. Esse resultado indica que os animais mestiços DMN apresentam maior rusticidade, se adaptando melhor ao

período seco, quando comparados com os outros grupos. Esse resultado é uma vantagem, pois o cruzamento pode proporcionar maior uniformidade de tamanho, independentemente do período do ano. Entretanto, o PC foi inferior ao peso dos demais grupos avaliados.

As correlações estimadas entre as medidas de carcaça AOL, POL e EGS foram de magnitude moderada a alta (Tabela 4). Isso indica que o aumento da musculosidade da carcaça tende a ser acompanhado pela deposição de gordura na região dorso-lombar em média magnitude. Portanto, indicando de forma indireta os animais que poderão apresentar melhor rendimento e acabamento dos cortes nobres. A área de olho de lombo está diretamente relacionada à musculosidade corporal e indica a quantidade de carne comercializável (ANDRINGHETTO et al., 2009).

Tabela 4. Coeficientes de Correlação de Pearson para características corporais, de carcaça e peso em ovinos de diferentes grupos genéticos

Características	POL	EGS	AC	CC	PT	PC
AOL	0,89*	0,55*	0,69*	0,71*	0,68*	0,75*
POL		0,48*	0,68*	0,70*	0,69*	0,72*
EGS			0,32*	0,37*	0,36*	0,40*
AC				0,90*	0,89*	0,88*
CC					0,82*	0,89*
PT						0,84*

*Significativo pelo teste t de Student ($P < 0,001$); AOL = área de olho de lombo; POL = profundidade de olho de lombo; EGS = espessura da gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; PT = profundidade torácica; PC = peso corporal.

As correlações de AOL e POL com as medidas de tamanho corporal (AC, CC e PT) foram de elevada magnitude, indicando proporcionalidade durante a fase de crescimento entre o aumento do corpo do animal e o aumento da musculosidade. Já as correlações estimadas da EGS com as características biométricas foram

positivas, porém de baixa magnitude, indicando que essa proporcionalidade será mais moderada. Assim, os animais de maior aumento corporal obrigatoriamente não apresentam aumento da espessura de gordura subcutânea, com isso seria necessário retardar o abate para não comprometer o valor econômico da carcaça, uma vez

que esta característica é indicadora do seu grau de acabamento, que determina a qualidade da carne por proteger a carcaça durante o resfriamento.

As correlações estimadas do PC com as características de carcaça (AOL e POL) foram positivas e de magnitude elevada, indicando que os animais mais pesados tendem a apresentar maior musculabilidade. Este resultado permite supor que o peso corporal se caracteriza como bom indicador do percentual de carne comercializável. Porém, a correlação entre PC e EGS foi de baixa magnitude, sendo sugestivo que o PC não indica o melhor acabamento na carcaça. Isso pode refletir a necessidade de ajustes no manejo alimentar pré-abate, com a finalidade de obter alta relação dessa característica com as demais, proporcionando a produção de carcaças qualidade superior.

As correlações do PC com as medidas de comprimento do corpo foram altas e positivas. Este resultado indica que, com aumento das medidas corporais ocorre aumento considerável do peso, sendo estes indicadores confiáveis para o peso à idade de abate dos animais até seis meses de idade.

O uso dos cruzamentos será mais efetivo quanto mais planejado for, no sentido de escolha de raças e sistemas de manejo que atendam às especificidades do ambiente de produção.

Os efeitos ambientais de rebanho, tipo de nascimento, grupo genético e período da mensuração apresentaram influência sobre as características de qualidade da carcaça, medidas de tamanho e peso corporal. O grupo genético Dorper x Morada Nova apresentou menor tamanho corporal, porém com melhor desempenho nas características de qualidade de carcaça.

REFERÊNCIAS

ANDRINGHETTO, C.; JORGE, A.M.; CERVIERI, R.C.; CUCKI, T.O.; RODRIGUES, E.; ARRIGONI, M.B. Relação entre as medidas ultrassônicas e da carcaça em bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1762-1768, 2009.

ATASHI, H.; IZADIFAR, J. Estimation of individual heterosis for lamb growth in Ghezaland Mehraban sheep. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v.2, n.2, p.127-130, 2012.

CARNEIRO, P.L.S. MALHADO, C.H.M.; SOUSA JUNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.; SANTOS, F.N.S.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.991-98, 2007.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.41-51, 2010.

FREITAS, D.C.; OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.; LEDO, C.A.S.; TORRES, P.E.L.M.V.; SANTANA, P.F.A.S.; ALMEIDA, D.C. Desempenho de cordeiros deslanados terminados em confinamento e em pastagem com suplementação em alimentador restrito no litoral da Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.709-715, 2007.

FREITAS, A.R.; FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A. Análises de dados de medidas repetidas por meio do modelo linear geral e do modelo misto. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, n.3, p.214-224, 2011.

GARCIA, I.F.F.; COSTA, T.I.R.; ALMEIDA, A.K.; PEREIRA, I.G.; ALVARENGA, F.A.P.; LIMA, N.L.L. Performance and carcass characteristics of Santa Inês pure lambs and crosses with Dorper e Texel at different management systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1313-1321, 2010.

GILMOUR, A.R.; CULLIS, B.R.; WELHAM, S.J.; GOGEL, B.J.; THOMPSON, R. An efficient computing strategy for prediction in mixed linear models. **Computational Statistics and Data Analysis**, v.44, n.4, p.571-586, 2004.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7.ed. São Paulo: Manole, 2004.

SANTORO, K.R.; BARBOSA, S.B.P. Influência da estrutura da matriz de covariâncias na classificação de reprodutores caprinos. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.345-355, 2010.

SANTOS, N.P.S.; SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHO, E.C.; CAMPELO, J.E.G.; FIGUEIREDO FILHO, L.A.S.; SOUSA JÚNIOR, S.C. Aspectos ambientais e genéticos da prolificidade em caprinos utilizando modelos bayesianos de limiar e linear. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.3, p.885-893, 2013.

SOUSA, W.H.; CARTAXO, F.Q.; CEZAR, M.F.; GONZAGA NETO, S.; CUNHA, M.G.G.; SANTOS, N.M. Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento com diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.9, n.4, p.795-803, 2008.

TIWARI, P.; SHUKLA, G. Approach of linear mixed model in longitudinal data analysis using SAS. **Journal of Reliability and Statistical Studies**, v.4, n.1, p.73-84, 2011.

Data de recebimento: 22/02/2016

Data de aprovação: 18/10/2016