

Estudo de Populações de Ovinos Santa Inês Utilizando Técnicas de Análise Multivariada

Paulo Luiz Souza Carneiro¹, Carlos Henrique Mendes Malhado¹, Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo², Luiz Gustavo Rodrigues Souza³, Daniel Cezar da Silva⁴, Arnaud Azevedo Alves⁵, José Elivalto Guimarães Campelo⁵, Gregório da Silva Costa Júnior⁶

RESUMO - A divergência entre ovinos Santa Inês do estado do Piauí criados em três diferentes microrregiões foi estudada utilizando métodos de análise multivariada. Foram avaliadas três populações: P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) e P3 (Exposição), para sete características de crescimento, nas idades 1 (dente-de-leite), 2 (1ª e 2ª mudas) e 3 (acima da 3ª muda). O estudo da divergência genética entre os animais das três populações foi realizado por meio de variáveis canônicas e análise de agrupamento usando a distância generalizada de Mahalanobis e o método de otimização de Tocher. A análise de agrupamento nas idades 1, 2 e 3 agrupou as três populações em dois grupos (grupo 1 - P1 e P2 e grupo 2 - P3). Na análise por meio de variáveis canônicas verificou-se que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram mais de 81% da variação total nas três idades, o que possibilitou representar o comportamento dos genótipos em um gráfico de dispersão bidimensional. Ficou evidenciada a disparidade entre os animais de exposição e os animais criados nos rebanhos com finalidade de produção de carne.

Palavras-chave: análise de agrupamento, cordeiros, variáveis canônicas

Population study in Santa Inês sheep using multivariate analysis

ABSTRACT - The divergence between Santa Inês breed sheep from the state of Piauí raised in three different micro regions was studied using methods of multivariate analysis. Three populations were evaluated, P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) and P3 (Exposition) considering seven growth traits at three ages. The study was evaluated using canonical variable analysis and cluster analysis by Tocher method. The cluster analysis considering the three ages grouped the populations into two groups (group I - P1 and P2 and group II - P3). The analysis of canonical variables showed that the two first canonical variables were able to explain more than 81% of the total variation at the three ages and represent the genotypes behavior in a bidimensional dispersion graph. It was evidenced the difference between the animals from exposition and the animals raised on the farms for meat production.

Key Words: canonical variables, cluster analysis, lambs

¹ Doutor, Professor do DCB/UESB (plscarneiro@gmail.com).

² Doutora, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Bolsista DCR CNPq/FAPEPI (azevedo@cpamn.embrapa.br)

³ Graduando em Biologia da UESB.

⁴ Graduando em Medicina Veterinária da UFPI.

⁵ Doutor, Professor do DZO/CCA/UFPI.

⁶ Mestre em Ciência Animal.

Introdução

Segundo Araújo e Simplicio (2002) nas duas últimas décadas, a Santa Inês, uma raça brasileira de ovinos formada no Nordeste a partir de gerações sucessivas de cruzamento entre a raça deslanada Morada Nova e raças semilanas, em especial, a Bergamácia, tem contribuído fortemente para impulsionar o desenvolvimento da ovinocultura de corte em diferentes regiões do Brasil.

Embora a raça Santa Inês tenha despertado o interesse dos criadores, principalmente, em função do porte e velocidade de crescimento, do ponto de vista biológico é um material genético novo e, de certa forma, ainda pouco conhecido, necessitando de melhoria genética.

Inicialmente, a principal preocupação era padronizar a raça durante o seu processo de formação e, considerando que em sua quase totalidade apenas o exterior (fenótipo) era pontuado, bons animais no tocante aos aspectos produtivos foram descartados. Atualmente, já existem alguns programas, com atividades iniciadas, visando a avaliação genética de ovinos da raça Santa Inês. Entretanto, os animais comercializados em feiras e exposições não são avaliados geneticamente e o seu valor é baseado primordialmente nas características morfológicas, em detrimento das características de produção.

No estado do Piauí, terceiro maior produtor de ovinos do Nordeste (IBGE, 2003), onde a raça Santa Inês destaca-se, não existe um programa mais intenso de melhoramento genético para esta espécie, estando o melhoramento genético nos ovinos associado à tenacidade de poucos pesquisadores e criadores.

Estudos utilizando técnicas de análises multivariadas em animais domésticos para avaliação de características reprodutivas e de desempenho têm sido freqüentes. Como exemplos podem ser citados os trabalhos de Sakaguti (1994) com coelhos, Fonseca et al. (2000) com suínos, Piassi (1995), Araújo (1995), Viana et al. (2000), Pires et al. (2002), Carneiro et al.

(2002) e Fonseca et al. (2003) com aves.

Segundo Cruz e Regazzi (2001), o estudo de divergência (populações, tratamento, entre outros) pode ser feito utilizando-se a técnica de variáveis canônicas, que consiste na transformação de um conjunto original de variáveis em variáveis padronizadas e não correlacionadas, com a característica de manter o princípio do processo de conglomeração com base na distância D2 de Mahalanobis. Esse novo conjunto de variáveis, em ordem de estimação, retém o máximo de informação em termos de variação total.

Ao determinar o número de variáveis canônicas que acumulam um mínimo de 80% da variância total disponível, estimam-se os escores de cada variável canônica que podem ser plotados em gráficos bi ou tridimensionais, sendo as variáveis canônicas usadas como eixos de referência, em que podem ser visualizadas as distâncias gráficas que representam as similaridades e dissimilaridades entre o objeto de estudo (Piassi, 1995).

A análise de agrupamento tem por finalidade reunir objetos semelhantes segundo suas características (variáveis), de acordo com algum critério de similaridade ou dissimilaridade, de tal forma que existam homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. O segundo passo, o processo de agrupamento, consiste na escolha do método de agrupamento.

No método de otimização de Tocher adota-se o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos. O método requer a obtenção da matriz de dissimilaridade, sobre a qual é identificado o par de indivíduos (genótipo, populações, tratamento) mais similares. Estes formarão o grupo inicial e a partir daí é avaliada a possibilidade de inclusão de novos indivíduos, adotando-se o critério citado (Rao, 1952).

Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar a divergência entre animais da raça Santa Inês criados em três microrregiões do

estado do Piauí, utilizando técnicas de análise multivariada.

Material e Métodos

Foram utilizados 1.189 dados de ovinos da raça Santa Inês de ambos os sexos, criados à campo nas microrregiões de Teresina (População 1 - P1) e Campo Maior (População 2 - P2), no estado do Piauí e 823 dados coletados em Exposições Agropecuárias realizadas anualmente no estado (População 3 - P3). Os dados de pesos e medidas corporais dos animais criados a campo foram obtidos de 17 diferentes propriedades, das quais 11 na microrregião de Teresina e seis na microrregião de Campo Maior.

Os animais da P1 foram alimentados com pastagem nativa e cultivada e também, suplementação alimentar na época de escassez de pasto, este sistema foi caracterizado como nível médio de tecnologia; os animais da P2 foram alimentados apenas com pasto nativo e este sistema foi caracterizado com nível baixo de tecnologia e os dados de animais de exposição, P3, foram classificados como nível alto de tecnologia.

Os dados foram ajustados para sexo e avaliadas as características peso (PE), altura anterior (AA), altura posterior (AP), comprimento total (CT), perímetro torácico (PT), relação entre peso e comprimento total (CC1) e relação entre peso e perímetro torácico (CC2), definidas em três classes de idade: um (dente-de-leite), dois (1ª e 2ª mudas) e três (acima da 3ª muda).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (1999). O modelo estatístico foi definido considerando o delineamento inteiramente casualizado com i populações e r animais, em que foram medidas t características:

$$y_{itr} = \mu + P_{ir} \text{ em que}$$

$$\sum_{i=1}^3 P_{it} = 0, \forall t, = 1, 2, 3; r = 1, 2, \dots, j; t = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7;$$

$J = 830$ para Idade 1 ($P1 = 294, P2 = 114$ e $P3 = 422$), 560 para Idade 2 ($P1 = 258, P2 = 66$ e $P3 = 236$) e 546 para Idade 3 ($P1 = 150, P2 = 231$ e $P3 = 165$);

y_{itr} = valor observado da característica t , da população i , no animal r ;

μ_t = média da característica t ;

P_{it} = efeito da população i na característica t ; e e_{itr} = erro aleatório atribuído à observação y_{itr} , em que os $e'_{it} = (e_{i1r}, \dots, e_{i3r})$ têm distribuição multinormal de dimensão três, igual ao número de características, com vetor nulo de médias e matriz de variâncias e covariâncias Σ , comum a todas as combinações i e r .

A função discriminante linear de Fisher (FDF) foi aplicada aos dados de observações, o que permitiu a redução do espaço p dimensional a um espaço unidimensional. A partir deste ponto, realizou-se ANOVA para o teste de hipótese de igualdade das populações.

Para avaliar o grau de similaridade entre os animais das populações foram utilizadas variáveis canônicas que possibilitam a identificação de grupos similares em gráficos de dispersão bi ou tridimensionais de fácil interpretação geométrica.

$$\text{A solução do sistema } \left(F - \lambda_t \hat{\Sigma} \right) \alpha = \phi$$

estima as variâncias de cada variável canônica e os coeficientes de ponderação das características.

$$\text{A solução de } \left| F - \lambda_t \hat{\Sigma} \right| = 0 \text{ estima a}$$

variância t , pela raiz característica (autovalor) de ordem correspondente, em que:

F = a matriz de covariâncias entre médias de genótipos (matriz de covariâncias fenotípicas);

$\hat{\Sigma}$ = a matriz de covariâncias residuais;

λ_i = raízes características (autovalores);

α_{-i} = vetor característico (autovetor) associado a cada estimativa das raízes características, e os elementos deste vetor são os coeficientes de ponderação.

A importância relativa das variáveis canônicas foi medida pela percentagem de seus autovalores (variâncias) em relação ao total dos autovalores, ou seja, a percentagem da variância total que elas explicam.

Nas análises de agrupamentos adotou-se a distância generalizada D2 de Mahalanobis, sobre a qual se empregou o método de otimização de Tocher como método de agrupamento para a formação dos grupos similares (Cruz e Regazzi, 1997). A distância generalizada D2 de Mahalanobis foi a medida utilizada para estabelecer o grau de divergência nos três grupos estudados, obtendo-se matrizes de dissimilaridade entre os animais criados nas populações P1, P2 e P3 nas três idades avaliadas.

A partir da matriz de dissimilaridade identifica-se o par de populações ii' que apresenta o menor valor de distância, formando assim o primeiro grupo. Em seguida, avalia-se a possibili-

dade de se incluir mais uma população no grupo ou avalia-se a necessidade de formação de outros grupos, obedecendo ao mesmo critério anteriormente citado.

A distância média intragrupo é dada por

$$\sum_{i,i'=1}^4 \frac{D_{ii'}^2}{C_n^2}, \text{ em que:}$$

$\sum_{i,i'=1}^4 D_{ii'}^2$ = soma de todas as possíveis combinações dos n genótipos incluídos no grupo;

C_n^2 = número máximo de combinações dois a dois dos n genótipos incluídos no grupo.

As distâncias médias intergrupos são calculadas somando-se as distâncias de todos os possíveis pares de populações entre dois grupos, esse valor é então dividido pelo número de pares formados.

Resultados e Discussão

A função discriminante linear de Fisher (FDF) obtida para cada idade encontra-se na Tabela 1. Encontrou-se diferença significativa ($P < 0,01$) pelo teste F para os escores obtidos pela FDF em todas as idades avaliadas.

Tabela 1 - Função discriminante linear de Fisher (FDF) obtida para cada idade
Table 1 - Linear discriminant function (FDF) obtained at each age

Idade	FDF*
Idade 1	FDF = -0,0187xPE + 0,1990xAA - 0,0918xAP - 0,0572xPT + 0,0811xCT - 5,9262xCC1 + 0,0022xCC2
Idade 2	FDF = -0,2282xPE - 0,1397xAA + 0,078xAP + 0,0569xPT + 0,0789xCT + 19,4421xCC1 + 5,8686xCC2
Idade 3	FDF = 0,0514xPE - 0,1205xAA + 0,0504xAP + 0,1558xPT - 0,2360xCT - 11,1215xCC1 + 15,0367xCC2

*Peso (PE), altura anterior (AA), altura posterior (AP), comprimento total (CT), perímetro torácico (PT), relação entre peso e comprimento total (CC1) e relação entre peso e perímetro torácico (CC2).

Weight (PE), posterior height (AP), total length (TL), thoracic perimeter (PT), relationship between weigh and total length (CC1) and relationship between weight and thoracic perimeter (CC2).

Na Tabela 2 são apresentadas as médias estimadas pelos mínimos quadrados para as

idades um, dois e três das características avaliadas.

Tabela 2 - Médias estimadas pelos mínimos quadrados para peso (PE), altura anterior (AA), altura posterior (AP), comprimento total (CT), perímetro torácico (PT), PE/CT (CC1) e PE/PT (CC2) de cordeiros Santa Inês nas idades um, dois e três

Table 2 - Minimum square-estimated means for weight (PE), posterior height (AP), total length (CT), thoracic perimeter (PT), PE/CT (cc1) and PE/PT (CC2) in Santa Inês sheep at one, two and three years-old

Idade 1							
População	PE	AA	AP	CT	PT	CC1	CC2
P1	39,07	72,25	71,70	74,40	80,17	0,51	0,43
P2	29,77	65,71	66,21	64,59	72,61	0,46	0,77
P3	51,58	71,57	72,66	70,74	89,11	0,72	0,50
Idade 2							
População	PE	AA	AP	CT	PT	CC1	CC2
P1	40,10	73,03	72,29	74,88	80,87	0,52	0,48
P2	31,45	67,26	66,90	70,25	75,25	0,44	0,41
P3	62,82	74,40	75,21	75,94	95,06	0,82	0,65
Idade 3							
População	PE	AA	AP	CT	PT	CC1	CC2
P1	47,40	76,02	74,71	78,61	86,73	0,60	0,53
P2	43,30	72,88	72,24	75,70	84,23	0,56	0,51
P3	67,73	74,52	74,96	76,67	99,63	0,88	0,66

* Idades: um = dente-de-leite; dois = 1ª e 2ª mudas e três = acima da 3ª muda.

* Ages: one = temporary teeth, two = first and second changes, and three = above three changes.

Na análise das matrizes de medidas de dissimilaridade (Tabela 3), verifica-se em geral, que as populações P1 (Teresina) e P2 (Campo Maior) apresentaram-se mais distantes da população P3 (Exposição). O maior valor de dissimilaridade foi observado entre as populações P2 e P3 na idade dois. Já as populações mais próximas foram as P1 e P2, na idade três, com menor valor de dissimilaridade.

O padrão de agrupamento das três populações de ovinos Santa Inês, nas três idades estudadas, pode ser observado na Tabela 4. Nas três idades, o método de otimização de Tocher agrupou as três populações em dois grupos; o primeiro formado pelas populações P1 (Teresina) e P2 (Campo Maior) e o segundo, pela população P3 (Exposição).

Pela análise de variáveis canônicas na idade um observou-se que a primeira variável

transformada foi suficiente para explicar 81,61% da variação total nos dados originais. Nas idades dois e três, as duas primeiras variáveis transformadas explicaram 90,20 e 88,07% da variação total nos dados originais, respectivamente (Tabela 5). Essas observações permitem o estudo do comportamento das três populações por intermédio das duas primeiras variáveis canônicas, com segurança nas informações, pois explicam a maior parte da variação total. Segundo Regazzi (1998), quando as primeiras variáveis explicam mais de 80% da variação total, é viável o estudo da divergência por meio das distâncias entre linhagens em gráficos de dispersão, cujas coordenadas são escores relativos às primeiras variáveis canônicas.

Tabela 3 - Distância generalizada de Mahalanobis (D2) entre pares de populações P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) e P3 (Exposição), nas idades um, dois e três

Table 3 - Generalized Mahalanobis distance (D2) between pairwise populations P1 (teresina), P2 (Campo Maior) and P3 (Exposição) at one, two and three years-old

População	Idade 1		
	P1	P2	P3
P1	0	3,49770	6,35041
P2		0	5,51328
P3			0
População	Idade 2		
	P1	P2	P3
P1	0	2,09597	6,39754
P2		0	9,69777
P3			0
População	Idade 3		
	P1	P2	P3
P1	0	1,07298	6,90709
P2		0	5,50609
P3			0

Tabela 4 - Análise de agrupamento (Tocher) para os cordeiros criados na três populações P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) e P3 (Exposição), nas idades, um (dente-de-leite), dois (1ª e 2ª mudas) e três (acima da 3ª muda)

Table 4 - Grouping analysis (Tocher) of lambs raised in three populations P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) and P3 (Exposição) at one (temporary teeth), two (first and second changes) and three years (above three changes)

Idade	Grupo	População
Idade 1	I	P1 e P2
	II	P3
Idade 2	I	P1 e P2
	II	P3
Idade 2	I	P1 e P2
	II	P3

Tabela 5 - Variáveis canônicas (VC), autovalores (λ_i) e percentagens da variância ($\% \sigma^2$) e percentagens da variância acumulada ($\% \sigma_{ac}^2$) obtidas das análises das características para as idades um, dois e três

Table 5 - Canonic variables (VC), eigenvalues (λ_i), variance percentage ($\% \sigma^2$) and accumulated variance percentages ($\% \sigma_{ac}^2$) obtained after analyses of traits at one, two and three years-old

Variável Canônica	Idade 1		
	λ_i	$\% \sigma^2$	$\% \sigma_{ac}^2$ (acumulada)
VC1	1,3914	81,61	81,61
VC2	0,3136	18,39	100,00
Variável Canônica	Idade 2		
	λ_i	$\% \sigma^2$	$\% \sigma_{ac}^2$ (acumulada)
VC1	1,6664	90,20	90,20
VC2	0,1811	9,80	100,00
Variável Canônica	Idade 3		
	λ_i	$\% \sigma^2$	$\% \sigma_{ac}^2$ (acumulada)
VC1	1,2417	88,07	88,07
VC2	0,1682	11,93	100,00

Os escores das variáveis canônicas (médias canônicas) para as três populações nas três idades estudadas encontram-se na Tabela 6. A distância dos pontos é proporcional ao grau de dissimilaridade entre as populações e próxima dos resultados obtidos pelas técnicas de agrupamento de Tocher, baseado na distância generalizada de Mahalanobis (D2).

Fez-se uma representação bidimensional (Figura 1) utilizando os escores da Tabela 6, obtidos a partir das duas primeiras variáveis

canônicas, e o agrupamento das populações foi obtido pelo método de Tocher, sendo as populações P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) e P3 (Exposição) alocadas em dois grupos, um formado pelas populações P1 e P2 e outro apenas pela população P3. Estes resultados evidenciam a baixa divergência entre as populações P1 e P2. Já a população P3 divergiu das populações P1 e P2 nas idades avaliadas, e a maior divergência entre as populações foi observada na idade 2.

Tabela 6 - Médias canônicas (MCi) para os ovinos criados nas populações P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) e P3 (Exposição), nas idades, um (dente-de-leite), dois (1a e 2a. mudas) e três (acima da 3a. muda)

Table 6 - Canonic means (MCi) for sheep raised in populations P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) and P3 (Exposição) at one (temporary teeth), two (first and second changes) and three (above three changes) years

	Idade 1		
	P1	P2	P3
MC1	1,36374	0,7009	-1,1394
MC2	0,3879	-1,3608	0,0973
	Idade 2		
	P1	P2	P3
MC1	-1,0018	-1,447	1,4999
MC2	0,3189	-1,0585	-0,0526
	Idade 3		
	P1	P2	P3
MC1	-0,8982	-0,6163	1,6795
MC2	0,5764	-0,4202	0,0643

Observou-se uma tendência de aumento da divergência entre as populações P1 e P2 com P3 a partir da idade dois, provavelmente pelo

fato dos animais de exposição (P3) serem separados e passarem a receber tratamento diferenciado a partir desta idade (Figura 1).

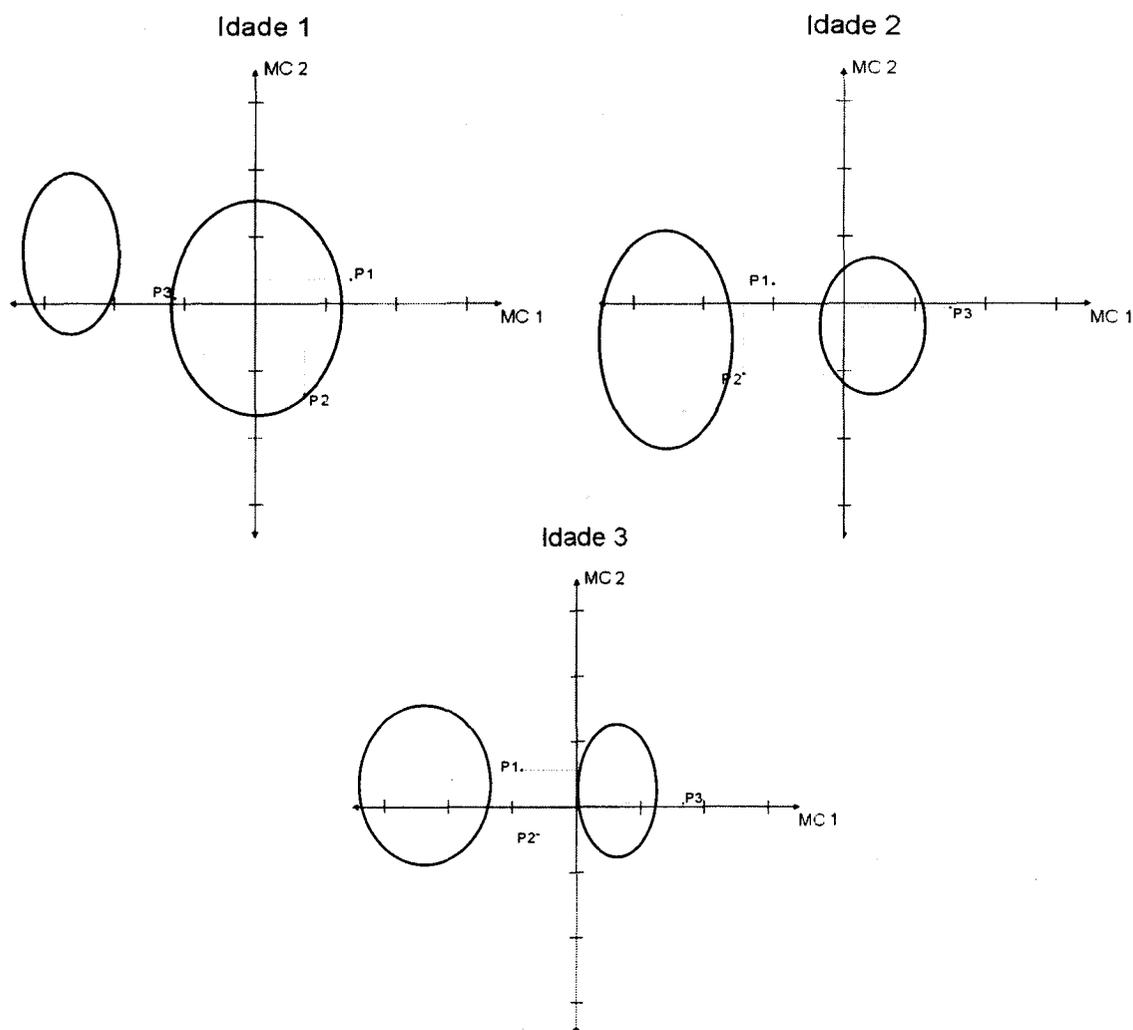


Figura 1 - Dispersão gráfica dos ovinos Santa Inês criados nas P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) e P3 (Exposição), nas idades, um (dente-de-leite), dois (1ª e 2ª mudas) e três (acima da 3ª muda), e agrupamento pelo método de otimização Tocher.

Figure 1 - Graph dispersion of Santa Inês sheep raised in P1 (Teresina), P2 (Campo Maior) and P3 (Exposição) at ages of one (temporary teeth), two (first and second changes) and three (above three changes), and grouping by Tocher's optimization method.

Os resultados indicam que os animais das populações P1 e P2 são menos divergentes. O nível tecnológico, pastagem cultivada com suplementação na seca (P1) e apenas pasto nativo (P2), e as diferenças genéticas entre os animais destas duas populações não foram su-

ficientes para que estas populações fossem incluídas em grupos diferentes. Um fator que pode ter contribuído para este fato é o intercambio de reprodutores entre os produtores das duas regiões.

Os animais de exposição (P3), ficaram alocados em um grupo a parte, apresentando desempenho muito superior aos animais criados nos rebanhos, com finalidade de produção de carne (Tabela 2). Dois pontos devem ser abordados para explicação deste fato, primeiro, os animais P3 por serem animais que foram apresentados em exposição, têm geralmente um tratamento diferenciado com fornecimento de grandes quantidades de rações concentradas e às vezes até exercícios físicos, para aumento de peso e musculatura. Outro fato, é que estes animais, mesmo sem serem avaliados em um programa de avaliação genética, podem apresentar superioridade genética por serem produto de uma seleção, ainda que empírica.

Esse resultado evidencia a importância de um abrangente programa de avaliação genética, com o objetivo de conhecer os méritos genéticos para a produção de carne dos diferentes animais.

Conclusões

As análises multivariadas foram de grande importância no estudo das populações de cordeiros nas diferentes idades e possibilitaram descrever com precisão as distâncias entre as populações.

Os animais de exposição apresentam grande divergência dos criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior e esta divergência tendeu a aumentar nas idades dois e três.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, A.M.; SIMPLÍCIO, A.A. Melhoria genética em caprinos e ovinos no Brasil: importância do padrão racial. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2002. **Anais...** Uberaba: SBMA, p. 194-197, 2002. CD ROM.
- ARAÚJO, C.F. **Avaliação do desempenho de linhas de frango de corte em desenvolvimento na UFV e de seus cruzamentos em relação a duas marcas comerciais.** 1995. 108p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CARNEIRO, P.L.S. et al. Estudo da divergência genética entre linhagens de matrizes de frangos de corte por meio de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.1, p. 75-83, 2002.
- CRUZ, C.D; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético.** Viçosa: UFV, 2001. 390 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, 1997. 475p.
- FONSECA, R. et al. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n. 4, p.403-409, 2000.
- FONSECA, R. et al. Avaliação de frangos de corte utilizando técnicas de análise multivariada: I - Características de carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.5, p. 525-529, 2003.
- PIASSI, M. et al. Estudo da divergência entre oito grupos de aves de postura, por meio de técnicas de análise multivariada. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.715-727, 1995.
- PIRES, A.V. et al.. Estudo de divergência genética entre seis linhagens de aves Legorne, utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.3, p. 309-319, 2002.
- RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research.** New York, John Wiley & Sons, 1952. 390p.
- REGAZZI, A.J. **Análise multivariada,** Viçosa: UFV, DPI, 1998. (Notas de aula), 405p.
- SAKAGUTI, E.S. **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruza-**

mentos dialélicos em coelhos. 1994. 170p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa.

SAS. SAS/STAT User's Guide. Cary, NC: SAS Institute, 1999.

VIANA, C.F.A. et al. Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.4, p.1096-1074, 2000.