

Associação entre qualidade da carne e características quantitativas de suínos por meio de correlação canônica

Association between swine meat quality and quantitative traits using canonical correlation

BARBOSA, Leandro Teixeira^{1*}; REGAZZI, Adair José²; BACKES, Alfredo Acosta¹; FAGUNDES, Jailson Lara¹; VIERA, Jodnes Sobreira¹; MORAIS, Jucileia Aparecida da Silva²

¹Universidade Federal de Sergipe, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Zootecnia, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: leandro@ufs.br,

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, identificar e quantificar a associação entre as características de qualidade da carne e as de desempenho e de carcaça de suínos. Assim, dados de 844 animais de uma população F2 de suínos foram utilizados para avaliar, por meio de correlação canônica, a associação entre grupos de características de qualidade da carne, desempenho e carcaça. Foram avaliadas 6 características de qualidade da carne, 5 de desempenho e 16 de carcaça. Para os grupos características de qualidade da carne e características de desempenho, observou-se que existe independência, pois a correlação do primeiro par canônico (r) foi de 0,2300, estatisticamente não-significativa. Observou-se que os grupos características de qualidade da carne e características de carcaça não são considerados independentes, visto que as correlações do primeiro, segundo e terceiro pares canônicos (r) foram, respectivamente, de 0,4138; 0,3481 e 0,3346 de modo que foram estatisticamente relevantes. No exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico, para as características de qualidade da carne, houve predomínio da variável luminosidade. Para as características de carcaça, a variável peso do filezinho teve predomínio absoluto. Conhecidas a natureza e a magnitude da associação entre os grupos de características será possível promover a seleção de forma mais eficiente, que possa melhor atender os objetivos do melhoramento genético de suínos.

Palavras-chave: análise multivariada, carcaça, desempenho

SUMMARY

The aim of this study was to identify and qualify the association between quality, performance and carcass traits. Records of 844 animals of a F2 swine population were used to evaluate the association among the sets of meat quality, performance and carcass traits using canonical correlation analysis. Six meat quality, 5 performance and 16 carcass traits were evaluated. It was observed independence in the sets of meat quality and performance traits, because the first canonical correlation (r) was 0.2300, being statistically no-significant. There was no independence among the sets of meat quality and carcass traits, since the first, second and third canonical correlation (r) were, respectively, 0.4138, 0.3481 e 0.3346, statistically significant. In the meat quality traits, there was a predominance of the lightness in the first canonical variable pair. For carcass traits, sirloin weight had absolute predominance. Information about association among traits groups enables selection more efficient to attend the objective of swine genetic improvement program.

Keywords: carcass, multivariate analysis, performance

INTRODUÇÃO

A busca por alimentos mais saudáveis e a maior exigência em relação à qualidade dos produtos direcionaram parte do nicho de mercado, para qualidade da carne (COSTA et al., 2008). A melhoria na qualidade da carne visa atender essa demanda. Entretanto, diversos fatores podem afetar as características de qualidade da carne, como a raça ou a linhagem, o sexo, o peso ao abate, a presença dos genes Halotano e Rendimento di Napoli, o pH *post mortem* final e o manejo pré-abate (LONERGAN et al., 2001; BREWER et al., 2002; LATORRE et al., 2003; CAROLINO et al., 2007; RÜBENSAN, 2000).

Sistemas de criação de animais para a produção de carne têm concentrado esforços no aprimoramento de características de desempenho e qualidade de carcaça, o que tem trazido resultados positivos para características como deposição de carne magra, taxa de crescimento e eficiência alimentar (RÜBENSAN, 2000). Dados de testes de desempenho relativamente simples têm sido a base para essa melhoria. No entanto, mudanças nessas características podem trazer efeitos negativos sobre a qualidade da carne suína.

Devido ao fato de as características de importância econômica, utilizadas para avaliar os indivíduos ou genótipos, serem de natureza quantitativa e, portanto, sujeitas a diferentes bases genéticas e graus de influência de ambiente, torna-se difícil interpretar o conjunto de características, por meio de análises univariadas. Além disso, essas características podem estar correlacionadas a magnitudes e sentidos variáveis, que, se não forem atendidos, podem levar a erros na avaliação dos indivíduos.

Uma situação comum em análise multivariada envolve exploração da relação entre conjuntos de variáveis por métodos, tais como componentes principais e correlação canônica (CORANDER, 2004).

Identificar e quantificar a associação entre as características de qualidade da carne e as de desempenho e de carcaça é de fundamental importância para promover seleção mais eficiente, de forma a atender os objetivos do melhoramento genético de suínos. Um método que possibilita o estudo dessa associação entre dois conjuntos de variáveis é a análise de correlação canônica.

Objetivou-se, neste trabalho, identificar e quantificar a associação entre as características de qualidade da carne e as de desempenho e de carcaça de suínos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes de uma geração F2 de suínos desenvolvida no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram formadas duas famílias, provenientes do cruzamento de dois varrões da raça nativa Brasileira (Piau) com 18 fêmeas originadas de linhagem desenvolvida na UFV, pelo acasalamento de animais das raças Landrace, Large White e Pietrain. A geração F1 foi acasalada *inter si* para a produção da geração F2. Assim, foram obtidos 844 animais F2, divididos em cinco lotes.

Foram avaliados 844 animais para características de desempenho, dos quais 550 foram abatidos. Os animais experimentais – fêmeas e machos castrados – foram abatidos com peso

médio de 64,79kg e desvio-padrão de 5,06kg.

O abate foi realizado na própria granja onde os animais foram criados. Os animais permaneciam em jejum por cerca de 18 horas antes do abate e, durante esse período, tiveram pleno acesso à água fresca. Após o período de jejum, foram conduzidos à sala de abate e submetidos à insensibilização elétrica, com posicionamento dos eletrodos do insensibilizador (Sulmaq, Modelo 7654) na porção dorsal do pescoço dos mesmos e aplicação de uma voltagem de 300 volts, por cerca de 5 segundos. A sangria foi realizada imediatamente após a insensibilização, pela punção do coração por meio de inserção sobre a axila esquerda do animal.

Preliminarmente, foi realizado o teste do número de condições citado por Montgomery & Peck (1992), para diagnóstico do efeito da multicolinearidade ou dependência linear entre as variáveis, que pode levar à formação de matrizes singulares ou mal condicionadas. Após essa análise, foram identificadas e descartadas as variáveis saturação e tonalidade, visto que provocaram forte multicolinearidade nas características de qualidade da carne. Nas características de desempenho, a variável peso aos 105 dias de idade foi descartada e nas características de carcaça, as seguintes variáveis foram descartadas, por terem provocado forte multicolinearidade: peso da banda esquerda; peso da carcaça; peso ao abate; menor espessura de toucinho na região acima da última vértebra lombar, na linha dorso-lombar; e espessura de toucinho a 6,5cm da linha dorso lombar, equivalente a P2.

Adicionalmente, as características avaliadas foram previamente submetidas à análise de componentes principais para eliminação das variáveis redundantes, de forma que foram descartadas as características com maiores coeficientes

nos componentes principais com menores autovalores, assim foram descartadas 40,00%, 54,54% e 51,51% das características de qualidade da carne, desempenho e carcaça, respectivamente (Barbosa, 2005 e 2006), uma vez que, na análise de correlações canônicas, cada conjunto de variáveis deve ser linearmente independente (KHATTREE & NAIK, 2000).

Assim, foram avaliadas as seguintes características de qualidade da carne: pH medido aos 45 minutos e 24 horas *post-mortem* (pH₄₅ e pH_u, respectivamente); gordura intramuscular; perda por cozimento; índice de vermelho; luminosidade. Avaliaram-se as seguintes características de desempenho: tamanho da leitegada ao nascimento; número de tetos; peso aos 77 dias de idade; consumo de ração; conversão alimentar dos 77 aos 105 dias. Também foram avaliadas as seguintes características de carcaça: idade ao abate; peso da banda direita; comprimento de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC); maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar; profundidade de lombo; e pesos do coração, do baço, do rim, da banda direita resfriada, do pernil, da copa, da paleta, do carré, das costelas, da papada e do filezinho. O número de observações, as médias corrigidas e os desvios padrão das características de qualidade da carne, de desempenho e de carcaça são apresentados na Tabela 1.

Os dados submetidos à análise de correlação canônica foram previamente ajustados para efeitos fixos de sexo, lote e covariáveis. Para ajuste dos dados, foram utilizadas as seguintes características e respectivas covariáveis: características de qualidade da carne – idade ao abate; características P77 – tamanho de leitegada na desmama; características CR e CA – peso aos 77 dias de idade; características idade ao abate, peso da

banda direita, comprimento de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça, SH, PROFLOMB, COR, BACO e RIM – peso da carcaça; para as

características PP, PCOPA, PPA, PC, PCOS, PAPADA e PF – peso da banda direita resfriada.

Tabela 1. Número de observações, médias corrigidas e desvios-padrão das características de qualidade da carne, de desempenho e de carcaça

Variáveis	Número de observações	Média corrigida	Desvio-padrão*
pH ₄₅	510	6,49	0,26
pH _u	514	5,71	0,14
Luminosidade	459	44,97	1,97
Índice de vermelho	449	0,69	0,59
Gordura intramuscular (%)	466	1,54	0,57
Perda por cozimento (%)	508	32,64	2,36
TLN (nº)	798	10,42	2,13
NT (nº)	804	13,12	1,28
P77 (kg)	535	21,55	3,97
CR (kg)	595	40,30	6,53
CA (kg/kg)	580	2,80	0,63
IDA (dias)	521	147,49	9,03
PBDIR (kg)	526	26,93	0,44
MBCC (cm)	527	86,13	3,30
SH (mm)	526	40,35	4,78
PROFLOMB (mm)	456	44,00	4,09
COR (kg)	526	0,24	0,03
BACO (kg)	526	0,09	0,02
PBDIRres (kg)	537	26,31	2,65
PP (kg)	531	7,30	0,38
PCOPA (kg)	537	2,34	0,23
PPA (kg)	533	4,88	0,34
PC (kg)	528	3,49	0,32
PCOS (kg)	536	1,52	0,19
PAPADA (kg)	534	0,71	0,19
PF (kg)	534	0,22	0,03
RIM (kg)	525	0,13	0,02

pH₄₅ = pH medido 45 minutos após o abate; pH_u = pH medido 24 horas após o abate; L = luminosidade; a = índice de vermelho; GORINT = gordura intramuscular; COZ = perda por cozimento; TLN = tamanho da leitegada ao nascimento; NT = número de tetos; P77 = peso aos 77 dias de idade; CR = consumo de ração; CA = conversão alimentar dos 77 aos 105 dias de idade; IDA = idade ao abate; PBDIR = peso da banda direita; MBCC = comprimento de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça; SH = maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar; PROFLOMB = profundidade de lombo; COR = peso do coração; BACO = peso de baço; PBDIRres = peso da banda direita resfriada; PP = peso do pernil; PCOPA = peso da copa; PPA = peso da paleta; PC = peso do carré; PCOS = peso das costelas; PAPADA = peso da papada; PF = peso do filezinho; e RIM = peso do rim.

*Desvio-padrão dos dados corrigidos para efeitos fixos e de covariáveis.

Por conta do grande número de variáveis mensuradas em diferentes unidades, fez-se a padronização das variáveis X_j ($j = 1, 2, \dots, p$) com média igual a zero e variância igual à unidade e, nesse caso, a estrutura de dependência de X_j é dada pela matriz de correlação R .

Foram calculadas, inicialmente, duas combinações lineares (variáveis canônicas), uma sobre cada conjunto de variáveis, de forma que os coeficientes de correlação de Pearson entre elas fossem máximos. Em seguida, foram calculadas duas outras variáveis canônicas, uma sobre cada conjunto de variáveis, com formação do segundo par canônico, com a condição de que as variáveis canônicas, dentro de cada conjunto, fossem ortogonais, e assim

sucessivamente (KHATTREE & NAIK, 2000).

A primeira correlação canônica é aquela que maximiza a relação entre $U_1 = a'X$ e $V_1 = b'Y$. As variáveis canônicas U_1 e V_1 constituem o primeiro par canônico associado àquela correlação canônica, que é expressa por:

$$r_1 = \frac{C\hat{ov}(U_1, V_1)}{\sqrt{\hat{V}(U_1)} \cdot \sqrt{\hat{V}(V_1)}}. \quad r_1 = \sqrt{\lambda_1}, \quad \text{com}$$

λ_j (autovalores) determinado pela equação

$$\begin{vmatrix} R_{22}^{-1} & R_{21} & R_{11}^{-1} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} & R_{11} & R_{12} \end{vmatrix} - \lambda I = 0.$$

Os coeficientes (autovetores) das variáveis canônicas (a e b) são determinados pela equação:

$$\begin{bmatrix} R_{22}^{-1} & R_{21} & R_{11}^{-1} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} & R_{11} & R_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = 0, \text{ e o vetor } \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \text{ é obtido de: } \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} R_{11}^{-1} R_{12} \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix}$$

Os autovetores a e b foram normalizados por

$$a' R_{11} a = 1 \quad \text{e} \quad b' R_{22} b = 1,$$

respectivamente.

A análise de correlação canônica é uma generalização de uma análise de correlação múltipla com mais de uma variável y (JOHNSON & NUGENT, 2000).

A percentagem da variância explicada pela variável canônica $U_{X_i}^2$ e $V_{Y_i}^2$ é

$$\text{dada por: } U_{X_i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^p a_{ij}^2}{p} \quad \text{e} \quad V_{Y_i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^q b_{ij}^2}{q}.$$

Em que: p e q são os números de variáveis de X e Y , respectivamente.

Para verificar a significância da correlação canônica nos pares canônicos, foi utilizado o teste da

razão de verossimilhança, cuja estatística é denominada Λ (Λ) de Wilks. O teste pode ser calculado com o auxílio do procedimento CANCELL do SAS, cujas expressões são apresentadas por Khattree & Naik (2000).

Para testar:

H_0 : A s -ésima correlação canônica e todas que se seguem são zero vs H_a : não H_0

$$\text{A estatística: } \Lambda_s = \prod_{i=s+1}^k (1 - r_i^2)$$

é transformada na estatística F , dada por:

$$F = \left(\frac{df_2}{df_1} \right) \left(\frac{1 - \Lambda_s^{1/m_s}}{\Lambda_s^{1/m_s}} \right),$$

$$m_s = \left\{ \frac{(p-s)^2 (q-s)^2 - 4}{(p-s)^2 + (q-s)^2 - 5} \right\}^{1/2}, \text{ quando } (p-s)(q-s) = 2, \text{ então } m_s = 1$$

e:

$$df_1 = (p-s)(q-s)$$

$$df_2 = m_s [n - (p+q+3)/2] - [(p-s)(q-s) - 2]/2$$

$F_{\text{tabelado}} = F_{\alpha}(df_1, df_2)$, sendo α o nível de significância.

A regra de decisão é a seguinte:

se $F_{\text{calc}} \geq F_{\text{tab}}$ rejeita-se H_0

(estatisticamente relevante, isto é, a associação existe), caso contrário, não se rejeita H_0 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A normalização (padronização) dos autovetores permite a obtenção dos coeficientes padronizados. Essa padronização faz com que a correlação seja invariante às mudanças de escalas entre as características.

Observa-se que os grupos características de qualidade da carne e características desempenho são considerados independentes (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r^2) e teste estatístico para os pares canônicos entre características de desempenho e qualidade da carne

Variáveis	Pares canônicos				
	1º	2º	3º	4º	5º
pH ₄₅	0,03	-0,16	0,93	-0,24	-0,29
pH _u	-0,32	-0,39	0,03	0,14	0,89
L	-0,22	-0,83	-0,07	0,60	-0,16
a	0,90	-0,40	-0,03	0,34	0,10
GORINT	0,16	0,31	0,42	0,29	0,21
COZ	-0,08	0,48	0,27	0,62	-0,07
TLN	-0,34	-0,22	0,65	-0,47	-0,45
NT	0,68	0,18	0,52	0,44	-0,25
P77	-0,31	0,87	-0,18	-0,19	-0,30
CR	0,23	0,31	0,31	-0,45	0,75
CA	0,56	-0,14	-0,34	-0,67	0,32
r	0,2300	0,1709	0,1377	0,0544	0,0340
F	1,07 ns	0,79 ns	0,58 ns	0,21 ns	0,17 ns
r ²	0,0529	0,0292	0,0189	0,0029	0,0011

pH₄₅ = pH medido 45 minutos após o abate; pH_u = pH medido 24 horas após o abate; L = luminosidade; a = índice de vermelho; GORINT = gordura intramuscular; COZ = perda por cozimento; TLN = tamanho da leitegada ao nascimento; NT = número de tetos; P77 = peso aos 77 dias de idade; CR = consumo de ração; e CA - conversão alimentar dos 77 aos 105 dias de idade.
ns = Não-significativo a 5% (P > 0,05).

Isso mostra que as características de qualidade da carne e desempenho avaliadas não são correlacionadas, pois

a correlação do primeiro par canônico (r) foi de 0,2300 o que é estatisticamente não-significativa

($P > 0,05$). A proporção de variância comum para as duas variáveis canônicas no primeiro par canônico, que é dada pelo coeficiente de correlação canônica ao quadrado (r^2), foi de apenas 5,29%.

Nota-se que os grupos características de qualidade da carne e características de carcaça não são considerados independentes (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r^2) e teste estatístico para os pares canônicos entre características de qualidade da carne e carcaça

Variáveis	Pares canônicos					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
pH ₄₅	0,32	0,33	0,10	0,22	0,88	-0,18
pH _u	0,40	-0,16	-0,48	0,09	-0,05	0,82
L	0,90	-0,17	-0,03	0,34	-0,46	-0,18
a	0,13	0,26	0,62	0,72	-0,25	0,28
GORINT	0,24	0,88	0,08	-0,38	-0,21	0,05
COZ	-0,27	0,37	-0,67	0,55	0,07	-0,29
IDA	0,30	-0,06	0,41	-0,18	-0,29	-0,10
PBDIR	0,16	-0,16	-0,04	-0,33	-0,40	-0,33
MBCC	0,51	0,47	0,29	0,35	0,01	-0,13
SH	0,24	-0,44	0,17	0,23	0,34	0,13
PROFLOMB	-0,03	-0,12	-0,17	0,10	0,36	-0,34
COR	-0,12	0,07	0,25	0,47	-0,11	0,044
BACO	-0,33	-0,11	0,24	0,23	-0,19	-0,11
PBDIRres	-0,10	0,41	-0,46	0,07	0,14	-0,13
PP	-0,06	0,23	0,06	-0,40	0,28	0,18
PCOPA	-0,07	-0,06	0,12	-0,10	0,11	-0,22
PPA	-0,22	-0,42	-0,08	0,18	0,19	0,21
PC	-0,39	0,51	0,40	-0,25	0,13	0,23
PCOS	0,22	0,24	-0,23	-0,05	-0,07	-0,18
PAPADA	-0,21	-0,19	0,33	0,08	0,62	-0,60
PF	-0,52	0,01	0,03	0,17	-0,22	0,23
RIM	0,15	0,16	0,02	0,04	0,34	0,43
r	0,4138	0,3481	0,3346	0,2977	0,2110	0,1752
F	1,92 **	1,69 **	1,55 **	1,30 ns	0,95 ns	0,84 ns
r ²	0,1712	0,1212	0,1120	0,0886	0,0445	0,0307

pH₄₅ = pH medido 45 minutos após o abate; pH_u = pH medido 24 horas após o abate; L = luminosidade; a = índice de vermelho; GORINT = gordura intramuscular; COZ = perda por cozimento; IDA = idade ao abate; PBDIR = peso da banda direita; MBCC = comprimento de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça; SH = maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar; PROFLOMB = profundidade de lombo; COR - peso do coração; BACO - peso de baço; PBDIRres - peso da banda direita resfriada; PP = peso do pernil; PCOPA = peso da copa; PPA = peso da paleta; PC = peso do carré; PCOS = peso das costelas; PAPADA = peso da papada; PF = peso do filezinho; e RIM = peso do rim.

**Significativo a 1% ($P < 0,01$); ns – Não-significativo a 5% ($P > 0,05$).

Os três primeiros pares canônicos são estatisticamente significativos ($P < 0,01$). Isso mostra que as características de qualidade da carne e carcaça são correlacionadas, visto que as correlações do primeiro, segundo e terceiro pares canônicos (r) foram, respectivamente, de 0,4138, 0,3481 e 0,3346.

Resultado semelhante ao do presente trabalho foi obtido por Johnson & Nugent (2000), que avaliaram a relação de dois conjuntos de características em suínos. Os autores também obtiveram significância ($P < 0,01$) nos três pares canônicos ($r = 0,96; 0,41$ e $0,15$).

Em razão de existir mais de um par canônico estatisticamente significativo, a discussão será feita para cada par canônico separadamente.

Quando considerado o primeiro par canônico, a proporção de variância comum para as duas variáveis canônicas, que é dada pelo coeficiente de correlação canônica ao quadrado (r^2), foi de 17,12% (Tabela. 3).

O exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, ao lado das características de qualidade da carne, a variável luminosidade (L) com predomínio absoluto, por apresentar o maior coeficiente padronizado. Do lado das características de carcaça, houve maior predomínio para a variável peso do filezinho (PF), seguida, principalmente, pela variável comprimento de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC).

Com o objetivo de auxiliar no procedimento de interpretação, alguns artifícios têm sido desenvolvidos, a fim de ajudar o pesquisador a identificar quais tipos de relações são representados por um coeficiente de

correlação canônica. Um desses artifícios é explicado pela correlação entre as variáveis originais e as variáveis canônicas.

No exame de correlação entre a variável original e sua correlação canônica, confirma-se que L é a mais importante na variável canônica U_1 , e PF, BACO e MBCC são as mais importantes na variável canônica V_1 , pois apresentaram a maiores correlações (Tabela. 4). É importante ressaltar que, em muitos casos, as interpretações com base nos coeficientes padronizados e nas correlações entre as variáveis originais e as canônicas podem ser muito diferentes.

Maiores comprimentos de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça e maiores pesos do filezinho proporcionam menores índices de luminosidade, ou seja, maiores rendimentos de carne tendem a fornecer carne de pior qualidade (Tabela 4). Apesar de a cor da carne não afetar sua palatabilidade ou seu valor organoléptico, é um aspecto importante na comercialização, visto que carnes com coloração mais escura sofrem maior rejeição por parte dos consumidores (BRONDANI et al, 2006).

Dos aspectos relacionados com a qualidade da carne, os que têm recebido maior atenção por parte dos pesquisadores são os índices de cor, pelos reflexos que têm sobre a aceitação do produto por parte dos consumidores. A inclusão da cor da carne nos programas de seleção tem sido recomendada como medida capaz de melhorar a qualidade do produto (BREWER et al. 2002).

Com base na Tabela. 4, tem-se que:

$$U_{x_1}^2 = \frac{(0,4224)^2 + (0,2177)^2 + (0,7529)^2 + \dots + (0,2004)^2 + (-0,2811)^2}{6} = 0,1581 \text{ e}$$

$$V_{x_1}^2 = \frac{(0,2166)^2 + (0,0964)^2 + (0,3625)^2 + \dots + (-0,5946)^2 + (0,2818)^2}{16} = 0,0674$$

Tabela 4. Correlação entre as características de qualidade da carne e suas variáveis canônicas (U) e entre as características de carcaça e suas variáveis canônicas (V)

Variáveis	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆
pH ₄₅	0,42	0,14	0,12	0,11	0,88	-0,06
pH _u	0,22	-0,02	-0,43	0,04	0,14	0,86
L	0,75	-0,19	-0,12	0,12	-0,33	-0,50
a	-0,19	0,23	0,56	0,66	-0,16	0,38
GORINT	0,20	0,84	-0,03	0,43	-0,26	0,07
COZ	-0,28	0,35	-0,65	0,54	-0,14	-0,25
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
IDA	0,22	-0,14	0,44	-0,14	-0,29	-0,04
PBDIR	0,10	0,02	-0,05	-0,41	-0,40	-0,31
MBCC	0,36	0,50	0,17	0,49	-0,08	-0,10
SH	0,19	-0,38	0,27	0,17	0,29	0,23
PROFLOMB	-0,24	-0,04	-0,08	0,12	0,26	-0,19
COR	-0,04	0,15	0,29	0,56	-0,21	0,06
BACO	-0,44	0,02	0,25	0,32	-0,23	-0,02
PBDIRres	-0,12	0,39	-0,50	0,02	0,03	-0,18
PP	-0,25	0,20	0,14	-0,34	0,18	0,31
PCOPA	-0,04	-0,06	0,10	-0,11	-0,17	-0,15
PPA	0,02	-0,19	-0,30	0,35	-0,13	0,30
PC	-0,24	0,39	0,43	-0,43	0,13	0,13
PCOS	0,16	0,26	-0,27	0,18	-0,13	-0,20
PAPADA	-0,11	-0,02	0,21	0,04	0,48	-0,65
PF	-0,59	0,06	-0,03	0,18	-0,27	-0,02
RIM	0,28	0,14	-0,04	0,15	0,29	0,35

pH₄₅ = pH medido 45 minutos após o abate; pH_u = pH medido 24 horas após o abate; L = luminosidade; a = índice de vermelho; GORINT = gordura intramuscular; COZ = perda por cozimento; IDA = idade ao abate; PBDIR = peso da banda direita; MBCC = comprimento de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça; SH = maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar; PROFLOMB = profundidade de lombo; COR - peso do coração; BACO - peso de baço; PBDIRres - peso da banda direita resfriada; PP = peso do pernil; PCOPA = peso da copa; PPA = peso da paleta; PC = peso do carré; PCOS = peso das costelas; PAPADA = peso da papada; PF = peso do filezinho; e RIM = peso do rim.

Assim, 15,81% da variância das características de qualidade da carne são explicados pela variável canônica U₁, e 6,74% da variância das características

de carcaça são explicados pela variável canônica V₁.

A partir do segundo par canônico, a proporção de variância comum para as

duas variáveis canônicas, que é dada pelo coeficiente de correlação canônica ao quadrado (r^2), foi de 12,12%.

O exame das variáveis que compõem o segundo par canônico apresenta, do lado das características de qualidade da carne, a variável gordura intramuscular (GORINT), que teve predomínio absoluto, por apresentar o maior coeficiente padronizado. Do lado das características de carcaça, houve maior predomínio da variável peso do carré (PC), seguida, principalmente, das variáveis comprimento da carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC); maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar (SH); peso da paleta (PPA); e peso da banda direita resfriada (PBDIRres)

No exame de correlação entre a variável original e sua correlação canônica, confirma-se que a variável gordura intramuscular é a mais importante na variável canônica U_2 . Entretanto, diferentemente dos resultados obtidos nos coeficientes padronizados, para a variável canônica V_2 , a variável MBCC teve maior predomínio (maior correlação), seguida das variáveis peso do carré, peso da banda direita resfriada e maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar (Tabela. 4). Contudo, apesar de existirem algumas diferenças na ordem de importância das variáveis, os resultados são semelhantes.

A análise de correlação canônica fornece uma maneira mais simples de reduzir as complexidades envolvidas em

relacionar dois conjuntos de variáveis. Um problema associado com a técnica se refere à interpretação das soluções canônicas. Isso se deve ao fato de que a análise pode identificar várias correlações que, embora estatisticamente significativas, associam as variáveis utilizadas de forma bastante heterogênea e, conseqüentemente, difícil de ser interpretada.

O maior comprimento da carcaça proporcionou maior quantidade de gordura intramuscular (Tabela 4). O conteúdo de gordura intramuscular é característica muito importante para a satisfação do consumidor da carne suína por ter influência positiva na suculência, maciez e sabor. Normalmente, as melhores pontuações em painéis sensoriais para suculência de lombos são obtidas naqueles lombos que apresentam maior quantidade de gordura intramuscular, e valores extremamente baixos indicam características de qualidade mais pobre (BENEVENUTO JÚNIOR, 2001).

Segundo Madruga et al. (2005), o valor comercial da carne varia de acordo com seu grau de aceitabilidade pelos consumidores, o qual depende diretamente da palatabilidade do produto e dos aspectos organolépticos de sabor e suculência, que influenciam a qualidade e a quantidade de gordura. De acordo com Crawford et al. (2010), a seleção genética para maior quantidade de carne magra tem apresentado impacto negativo na palatabilidade, particularmente na maciez da carne.

Com base na Tabela. 4, tem-se:

$$U_{y_2}^2 = \frac{(0,1396)^2 + (-0,0172)^2 + (-0,1940)^2 + \dots + (0,8378)^2 + (0,3461)^2}{6} = 0,1550 \quad e$$

$$V_{x_1}^2 = \frac{(-0,1437)^2 + (0,0241)^2 + (0,4979)^2 + \dots + (0,0581)^2 + (0,1427)^2}{16} = 0,0570$$

Dessa forma, 15,50% da variância das características de qualidade da carne são explicados pela variável canônica U_2 , e 5,70% da variância das características de carcaça são informados pela variável canônica V_2 .

Se considerado o terceiro par canônico, a proporção de variância comum para as duas variáveis canônicas, que é dada pelo coeficiente de correlação canônica ao quadrado (r^2), foi de 11,20%.

O exame das variáveis que compõem o terceiro par canônico apresenta, do lado das características de qualidade da carne, a variável perda por cozimento (COZ), que teve maior predomínio (maior coeficiente padronizado), seguida, principalmente, da variável índice de vermelho (a). Quanto às características de carcaça, houve maior predomínio da variável peso da banda direita resfriada (PBDIRres).

No exame de correlação entre a variável original e sua correlação canônica, a variável COZ confirmou a maior

importância, para a variável canônica U_3 , no terceiro par canônico, para a variável canônica V_3 , e a variável PBDIRres confirmou a maior importância (Tabela. 4). Observa-se que, quanto maior o peso da banda direita resfriada (maior rendimento de carcaça), maiores serão as perdas por cozimento (pior a qualidade da carne), o que é uma característica importante para processamento industrial.

Uma tendência das indústrias é implementar o pagamento baseado não só nos índices de rendimento de carcaça, mas também nas características de qualidade da carne. Portanto é necessário que os programas de melhoramento de suínos trabalhem com linhas especializadas para rendimento de carcaça e linhas especializadas para qualidade da carne, haja vista a dificuldade de se fazer seleção a partir das duas características ao mesmo tempo.

Com base na Tabela. 4, tem-se que:

$$U_3^2 = \frac{(0,1163)^2 + (-0,4284)^2 + (-0,1208)^2 + \dots + (-0,0318)^2 + (-0,6552)^2}{6} = 0,1586 \text{ e}$$

$$V_3^2 = \frac{(0,4366)^2 + (-0,0546)^2 + (0,1665)^2 + \dots + (-0,0284)^2 + (-0,0444)^2}{16} = 0,0702$$

Assim, 15,87% da variância das características de qualidade da carne são explicados pela variável canônica U_3 , e 7,02% da variância das características de carcaça são informados pela variável canônica V_3 .

Quando se conhece a natureza e a magnitude da associação entre os grupos de características de qualidade da carne, com as características de desempenho e de carcaça avaliadas, é possível promover a seleção de forma mais eficiente para melhor atender aos

objetivos do melhoramento genético de suínos.

O desenvolvimento de linhas especializadas para qualidade de carne que tenham bom desempenho produtivo deve ser objetivo dos programas de melhoramento genético de suínos. Devido ao grande número de variáveis, procedimentos multivariados devem ser utilizados para que essas linhas especializadas em qualidade da carne também tenham ótimos atributos de carcaça.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T.W. Canonical correlation analysis and reduced rank regression in autoregressive models. **The Annal of Statistics**, v.30, p.1134-1154, 2002.
- BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Avaliação de característica de carcaça de suínos utilizando-se análise de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2209-2217, 2005. Supl.
- BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Avaliação de característica de qualidade da carne de suínos utilizando-se análise de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1639-1645, 2006. Supl.
- BENEVENUTO JÚNIOR, A.A. **Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, de raça nativa e cruzados**. 2001. 93f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BREWER, M.S.; JENSEN, J.; SOSNICKI, A.A.; FIELDS, B.; WILSON, E.; McKEITH, F.K. The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. **Meat Science**, v.61, p.249-256, 2002.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J.; FILHO, D.C.A.; FREITAS, L.S.; AMARAL, G.A.; SILVEIRA, M.F.; CEZIMBRA, I.M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.
- CAROLINO, I.; VICENTE, A.; SOUSA, C.O.; GAMA, L.T. SNaPshot based genotyping of the RYR1 mutation in Portuguese breeds of pigs. **Livestock Science**, v.111, p.264-269, 2007.
- CORANDER, J. Bayesian assessment of dimensionality in reduced rank regression. **Statistica Neerlandica**, v.58, p.255-270, 2004.
- COSTA, R.G.; CARTAXO, F.Q.; SANTOS, N.M.; QUEIROGA, R.C.R.E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.3, p.497-506, 2008.
- CRAWFORD, S.M.; MOELLER, S.J.; ZERBY, H.N.; IRVIN, K.M.; KUBER, P.S.; VELLEMAN, S.G.; LEEDS, T.D. Effects of cooked temperature on pork tenderness and relationships among muscle physiology and pork quality traits in loins from Landrace and Berkshire swine. **Meat Science**, v.84, p.607-612, 2010.
- JOHNSON, Z.; NUGENT, R. **A canonical correlation analysis of production traits of large white swine**. Arkansas: AAES Research, 2000. p.31-34. (Series 478).
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. NC, USA: SAS Institute Inc., Cary, 2000. 558p.
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; GRACIA, M.L.; NIETO, M.; MATEOS, G.G. Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117kg body weight. **Meat Science**, v.65, p.1369-1377, 2003.

LONERGAN, S. M.; HUFF-
LONERGAN, E.; ROWE, L. J.;
KUHLLERS, D. L.; JUNGST, S. B.
Selection for lean growth efficiency in
Duroc pigs influences pork quality.
Journal of Animal Science, v.79,
p.2075-2085, 2001.

MADRUGA, M.S.; NARAIN, N.;
DUARTE, T.F. SOUZA, W.H.;
GALVÃO, M.S.; CUNHA, M.G.G.;
RAMOS, J.L.F. Características
químicas e sensoriais de cortes
comerciais de caprinos SRD e mestiços
de Bôer. **Ciência e Tecnologia de
Alimentos**, v.25, n.3, p.713-719, 2005.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A.
**Introduction to linear regression
analysis**. 2.ed. USA: John Wiley Sons
Inc., 1992. 527p.

RÜBENSAN, J.M. Transformações
“post mortem” e qualidade da carne
suína. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL
SOBRE QUALIDADE DA CARNE
SUÍNA, 2000, Concórdia, SC.
Disponível em:
[www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publica
coes/anais01cv2_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf)peck. Acesso
em: 20 fev 2010.

Data de recebimento: 04/02/2010
Data de aprovação: 20/07/2010