

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



ANÁLISE MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DE
CRESCIMENTO DE LINHAGENS COMERCIAIS DE SUÍNOS

CURITIBA

2013

EDERSON GOMES CAMARGO



ANÁLISE MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DE
CRESCIMENTO DE LINHAGENS COMERCIAIS DE SUÍNOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Teixeira

CURITIBA

2013

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS




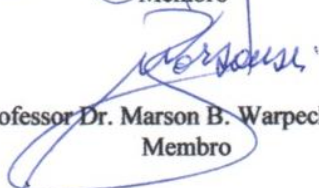
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “ANÁLISE MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DE CRESCIMENTO DE LINHAGENS COMERCIAIS DE SUÍNOS” apresentada pelo Mestrando EDERSON GOMES DE CAMARGO declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato apto para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 15 de março de 2013.


Professor Dr. Rodrigo de Almeida Teixeira
Presidente/Orientador


Professor Dr. Renato Irgang
Membro


Professor Dr. Marson B. Warpechowski
Membro

RESUMO

Na suinocultura moderna o elevado número de animais e variáveis envolvidas torna o volume de dados muito grande, sendo que sua interpretação conjunta é dificultada pelas correlações existentes entre si. O progresso no melhoramento genético de suínos em características reprodutivas não foi proporcional aos avanços nas variáveis relacionadas ao crescimento dos suínos pós-desmame, peso e qualidade da carcaça. Desta forma, um dos desafios atuais é usar o máximo de variáveis disponíveis para relacionar favoravelmente características de crescimento e reprodução, o que pode ser realizado com o uso de análises multivariadas tais como análise de componentes principais, variáveis e correlações canônicas. Os objetivos desse estudo foram estudar a variabilidade de variáveis por meio da análise de componentes principais e relacioná-las por meio da análise de correlação canônica (Capítulo 1); avaliar a divergência genética entre genótipos empregando-se variáveis canônicas (Capítulo 2); e estimar o tamanho ideal da leitegada ao nascer com base nas características da leitegada ao nascer e desempenho ponderal posterior dos leitões (Capítulo 3). Muitas das variáveis estudadas são redundantes, podendo ser descartadas sem que a variabilidade original seja afetada substancialmente: 38,5% das variáveis de crescimento e reprodução de matrizes e 57,1% das variáveis de desempenho de leitões, dentre as quais, o ganho médio diário frequentemente encontra-se correlacionado linearmente com a idade e/ou peso, sendo passível de descarte quando o interesse for obter informações com base na variabilidade. As variáveis associadas ao crescimento, reprodução de leitoas, características da leitegada ao nascer em partos posteriores e o crescimento posterior dos leitões até o final da creche encontraram-se correlacionados entre si. As três linhagens paternas estudadas são bastante divergentes quanto às características de crescimento de leitões e tamanho da leitegada ao nascer. Quanto ao peso de suas progênes ao final da creche, a linhagem paterna LP3 foi superior em relação às demais linhagens.

Palavras-chave: cruzamento, leitão, manejo, melhoramento, produção.

ABSTRACT

Nowadays swine production has a large data containing a high number of variables and animals and its interpretation can be difficult by correlation existents between its variables. Progress in animal breeding of reproductive traits in swine has not been proportionate to the growth advances. The use of the maximum of variables relates favorably to the growth and reproduction is one of the objectives currently, which can be accomplished using multivariate analyzes. The aim of this study the variability of performance traits of swine using principal component analysis and relate these characteristics using canonical correlation analysis (Chapter 1st); evaluate the genetic divergence among genotypes of pigs by canonical variables analysis (Chapter 2nd); and to estimate the optimal size of litter born based on the characteristics of litter at birth and subsequent performance of piglets (Chapter 3rd). Many of variables are redundant and can be discarded: 38.5% of the variables of growth and reproduction of dam, as well as 57.1% of the performance variables of piglets, which the average daily gain is often correlated linearly with other variables such as age and weight. Dependence relationships exist between growth and reproductive traits at first farrow with the characteristics of litter size at birth in subsequent births and the subsequent weight gain of piglets. Both boar lines studied are divergent regarding the growth characteristics of piglets and litter size at birth. Considering weight of their nursery progeny, boar line LP3 was superior compared to other strains.

Keywords: crossbreeding, breeding, livestock, management, piglet.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, sobretudo ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (CPGCV-UFPR) pela formação técnico-científica e à Secretaria do CPGCV-UFPR, Srta. Maria José e Mirian Mlenek.

Ao meu orientador, Prof. Rodrigo de Almeida Teixeira, pela confiança a mim atribuída e à Prof. Laila Talarico Dias, pelas orientações técnicas e profissionais.

Ao Prof. Marson Bruck Warpechowski, pela confiança ao direcionar-me ao universo do Melhoramento Genético Animal, por todos os ensinamentos conferidos e apoio desde o início de minha graduação, dando os primeiros passos na análise estatística e investigação científica.

Ao Prof. Renato Irgang pelas importantes considerações junto à comissão examinadora e aos Professores Henrique Soares Koehler e Anselmo Chaves Neto, por ministrarem respectivamente as disciplinas de Análise de Regressão e Análise Multivariada Aplicada à Pesquisa, essenciais para a elaboração dessa dissertação.

Ao grupo de pesquisa Genética Aplicada ao Melhoramento Animal (GAMA): Priscilla Regina Tamioso, Bárbara Mazetti Nascimento e Gisele Ferreira, pelo companheirismo e auxílio técnico dispensado.

À Granja São Roque, especialmente ao Dr. Nelso Pasqual, Maria S. G. Pasqual e Janaína Pasqual, pelo carinho, por me abrirem as portas profissionalmente, permitirem a realização deste trabalho e pelo apoio financeiro.

À Master Agropecuária, especialmente ao Dr. Rafael Kummer, pelo apoio técnico, financeiro e motivacional, assim como todos os demais colegas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao companheiro Zootecnista Leonardo Munaretto, que graças à sua competência e profissionalismo, proporcionou muito apoio durante todo o trabalho, além da amizade, hospitalidade, respeito, companheirismo, conversas em inglês e inúmeros momentos de descontração, principalmente nas horas mais difíceis.

Ao Sr. Albino Wirges, pela amizade e apoio em vários momentos durante o dia, noite e madrugada. Aos funcionários da Master São Roque: Daiane, Fátima, Bridi, Alisson, Eliane, Adriano, Rosa, Saletinha, Isaías, Zanon, Elenilson, Pelin, Marcos, Serginho, Marli, Valentin, Nordival, Noroaldo, Alfredo, Reginaldo, Cristiane e todos os demais colegas que compreenderam a importância do trabalho e tiveram muita paciência.

À BRASIL FOODS (BRF) – Senhores Fabricio da Silva Delgado e José Antônio Borba Afonso, pela autorização na execução deste trabalho. Aos demais profissionais da BRF, Claudinei Faccin, Laurindo Savaris, Gabriel Vearick, Eraldo Lopes, Ademir Lopes, Edenir Medeiros da Silva pelo apoio logístico na coleta de dados de abate.

À Agroceres PIC, pela confiança, apoio financeiro, seriedade os quais foram imprescindíveis para a realização deste projeto: especialmente ao Dr. Marcelo Nunes de Almeida pelo suporte irrestrito e estar sempre à disposição; ao Dr. Olacir Hessman pela motivação e sempre fazer-me acreditar em mudanças para o melhor; a Srta. Leni Helena Gramasco nas questões administrativas; e demais colegas pelo crescimento profissional que me propuseram: Dr. Joao Donisete, Neymar, Sr. Marcio Faleiros Ribeiro e com todo respeito e admiração, ao Dr^o Piva.

À CAPES pela concessão de bolsas de estudos.

Aos colegas do CPGCV-UFPR e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado a todos!

*Três respostas de Deus para os nossos sonhos:
“Sim, para vida toda não, eu pensei em algo melhor”*

Autor desconhecido

Dedico este trabalho aos Meus Queridos Pais: José e Maria;
Aos Meus Irmãos: Edna, Edson, Elizangela e Eduardo;
Ao Grande Amor da Minha Vida: Joseane

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Dispersão gráfica entre as três linhagens paternas (LP2, LP3 e LP1) em relação às duas primeiras médias canônicas (MC_i) obtidas a partir dos autovetores associados a cada variável canônica, que de forma geral, representam o desempenho geral dos leitões quanto ao crescimento (MC_1) e características da leitegada ao nascer (MC_2). 62
- Figura 2. Efeito do tamanho da leitegada ao nascer (nascidos vivos e mortos) sobre o peso médio da leitegada ao nascer (PMLN) e coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN). 73
- Figura 3. Efeito do coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN) e do tamanho da leitegada ao nascer (TLN - nascidos vivos e mortos) sobre o peso da leitegada ao desmame (PLD), considerando-se leitegadas formadas apenas por leitões biológicos. 74
- Figura 4. Pesos médios dos leitões ao final da creche obtidos em cada linhagem paterna (LP1, LP2 e LP3), de acordo com o tamanho da sua leitegada ao nascer (TLN) – valores ilustrados por linhas de tendência..... 77
- Figura 5. Pesos médios de carcaça quente (PCQ) dos leitões obtidos em cada linhagem paterna (LP1, LP2 e LP3), de acordo com o tamanho da sua leitegada ao nascer (TLN) – valores ilustrados por linhas de tendência. 77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de observações totais (negrito), subtotais (entre parênteses) e parciais de leitões avaliados ao final do teste de acordo com seus progenitores (LP3 x LM, LP2 x LM ou LP1 x LM), em cada granja (GR1 ou GR2), por estação de nascimentos (1 ^a ou 2 ^a estação de nascimento).....	28
Tabela 2. Componentes principais (CP) e seus autovalores associados (λ_i), percentuais das variâncias absoluta e acumulada explicada pelos componentes principais (% Var. CP) das características de desempenho de leitões do desmame ao final de creche	29
Tabela 3. Pesos das variáveis sobre os componentes principais associados aos autovalores inferiores a 0,7 ou menos importantes em relação às demais componentes em termos de variabilidade das sete variáveis iniciais ajustadas de desempenho de leitões do desmame ao final de creche.....	29
Tabela 4. Componentes principais (CP) e seus autovalores associados (λ_i), percentuais das variâncias absoluta e acumulada explicada pelos componentes principais (% Var. CP) das características relacionadas ao histórico de matrizes durante a fase preparatória para o início da vida reprodutiva (4 ^o Sítio) e desempenho reprodutivo ao primeiro parto.....	30
Tabela 5. Pesos das variáveis de crescimento e desempenho a primeiro parto de matrizes sobre os componentes principais associados aos autovalores inferiores a 0,7.....	31
Tabela 6. Coeficientes de correlação linear simples entre as variáveis de desempenho.....	32
Tabela 7. Coeficientes de correlação linear simples entre as variáveis relacionadas ao histórico de matrizes durante a fase preparatória para o início da vida reprodutiva (4 ^o Sítio) e desempenho reprodutivo ao primeiro parto	33
Tabela 8. Coeficientes canônicos padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r^2), teste estatístico F seguido de nível de significância para os pares canônicos entre o histórico de matrizes e características da leitegada ao nascer.....	35
Tabela 9. Correlação entre características da leitegada ao nascer e suas variáveis canônicas (Ux_i) e entre o histórico de matrizes e suas variáveis canônicas (Vy_i).....	36

Tabela 10. Coeficientes canônicos padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r^2), teste estatístico F seguido de nível de significância para os pares canônicos entre o desempenho ponderal dos leitões e histórico de matrizes	38
Tabela 11. Correlação entre o desempenho ponderal dos leitões e suas variáveis canônicas (U_{xi}) e entre as características históricas de matrizes e suas variáveis canônicas (V_{yi})	39
Tabela 12. Coeficientes canônicos padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r^2), teste estatístico F seguido de nível de significância para os pares canônicos entre o desempenho dos leitões e características da leitegada equalizada	41
Tabela 13. Correlação entre o desempenho dos leitões e suas variáveis canônicas (U_{xi}) e entre as características da leitegada equalizada e suas variáveis canônicas (V_{yi})	42
Tabela 14. Número de observações (n), médias ajustadas pelos coeficientes de regressão e diferenças mínimas significativas (DMS) de características da leitegada ao nascer e desempenho posterior dos leitões de acordo com a linhagem paterna (LP).....	58
Tabela 15. Médias dos escores finais baseados na Função Discriminante de Fisher para cada linhagem paterna avaliada (LP1, LP2 e LP3)	59
Tabela 16. Variáveis canônicas (VC_i) contendo os autovalores (λ_i) e porcentagem de variância ($\%^2$) e seus autovetores associados, obtidos na análise das características de desempenho de suínos para as três linhagens paternas avaliadas	60
Tabela 17. Médias canônicas (MC_i) [*] para as três linhagens paternas estudadas	61
Tabela 18. Distâncias de Mahalanobis entre as médias canônicas para as três linhagens paternas (LP1, LP2 e LP3).....	62
Tabela 19. Estatísticas descritivas e resumo das análises de variância para as variáveis peso ao nascer (PMLN), coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN) e peso médio da leitegada ao desmame (PLD).....	72
Tabela 20. Estatísticas descritivas e análises de variância para as variáveis peso ao final de creche (P58) e peso da carcaça quente (PCQ)	75
Tabela 21. Número de observações (n), médias ajustadas seguidas de desvios padrão dos pesos de carcaça quente de acordo com a linhagem paterna (LP1, LP2 e LP3) e o tamanho da leitegada ao nascer	76

Tabela 22. Coeficientes de correlação entre características da leitegada ao nascer avaliados em dois partos consecutivos	79
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

% Var. – percentual de variância

ACC – análise de correlação canônica

ACP – análise de componentes principais

Adotivos (%) – percentual de leitões adotivos da leitegada

ANOVA – análise de variância

Biol. – leitegadas formadas por leitões biológicos sem transferência

Biol.(tr. neg.) – leitegadas formadas por leitões biológicos com transferência negativa

Biol.e Adot. – leitegadas formadas por leitões biológicos e transferidos

CA – conversão alimentar

cov – covariância

CP – componente principal

CVPLN – coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer antes da equalização

CVPL21 – coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias

CVPLNeq – coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer após a equalização

D^2 – distância generalizada de Mahalanobis

DESMP1 – número de leitões desmamados ao primeiro parto

DMS – diferença mínima significativa

e – autovetor

FDF – função linear discriminante de Fisher

GC – grupo de contemporâneo

GLM – procedimento linear generalizado

GMD – ganho médio diário

GR1, GR2 – granjas 1 e 2

ID100 – idade aos 100 dias

IDC – intervalo desmame-cio

IDCOBP1 – idade à primeira cobertura

IDCP1 – intervalo desmame-cio ao primeiro ciclo reprodutivo

IDP1 – idade ao primeiro parto

LAC – duração da lactação

LacPond – número de leitões lactentes ponderado

LacPondP1 – número de leitões lactentes ponderado ao primeiro ciclo reprodutivo
 λ – autovalor
LM – linhagem comercial materna
LP1, LP2, LP3 – linhagem paterna 1, 2 e 3
MANOVA – análise de variância múltipla
MC – média canônica
NT – nascidos totais
NTP1 – nascidos totais ao primeiro parto
OP – ordem de parto
P160 – peso ao início da puberdade da matriz
P190 – peso de pré-cobertura (*flushing*) da matriz no quarto sítio
P210 – pesos à primeira cobertura da matriz
P21, P42, P63, P77 – pesos dos leitões aos 21, 42, 63 e 77 dias de idade, respectivamente
PCQ – peso da carcaça quente
PL21 – peso da leitegada aos 21 dias
PLD – peso da leitegada ao desmame
PLEq – peso da leitegada equalizada
PLN – peso da leitegada ao nascer
PMLeq – peso médio ao nascer da leitegada equalizada
PMLN – peso médio da leitegada ao nascer
PN – peso individual dos leitões ao nascer
QMR – quadrado médio do resíduo
 R^2 – coeficiente de determinação
TL – tamanho da leitegada
TLD – tamanho da leitegada ao desmame
TLeq – tamanho da leitegada após sua equalização
TLN – tamanho da leitegada ao nascer
VC – variável canônica

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
APRESENTAÇÃO	16
CAPÍTULO 1 – ASSOCIAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS REPRODUTIVAS E DE CRESCIMENTO DE SUÍNOS POR MEIO DE ANÁLISES MULTIVARIADAS	17
1. RESUMO.....	17
2. ABSTRACT	18
3. INTRODUÇÃO	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
5. RESULTADOS	27
5.1. Análise de componentes principais (ACP): histórico de matrizes e desempenho de leitões	28
5.2. Correlação Canônica entre o histórico da matriz e características da leitegada ao nascer	34
5.3. Correlação Canônica entre o histórico de matrizes e desempenho posterior dos leitões.....	37
5.4. Correlação canônica entre características da leitegada equalizada e desempenho posterior.....	40
6. DISCUSSÃO	42
6.1. Análise de componentes principais (ACP)	42
6.2. Análise de correlação canônica (ACC).....	44
7. CONCLUSÃO.....	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO 2 – ESTUDO DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE TRÊS LINHAGENS DE SUÍNOS UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA	53
1. RESUMO.....	53
2. ABSTRACT	54

3. INTRODUÇÃO	55
4. MATERIAL E MÉTODOS	56
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
6. CONCLUSÕES	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVA DO TAMANHO IDEAL DA LEITEGADA AO NASCER	65
1. RESUMO	65
2. ABSTRACT	66
3. INTRODUÇÃO	67
4. MATERIAL E MÉTODOS	68
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
6. CONCLUSÃO	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82

APRESENTAÇÃO

O melhoramento genético de suínos já obteve grandes progressos no que diz respeito aos principais índices zootécnicos, entretanto, os ganhos em relação às características de crescimento e carcaça foram bem superiores aos avanços no desempenho reprodutivo. O desafio atual é usar o máximo de variáveis disponíveis para relacionar favoravelmente as conquistas nas áreas de desempenho em crescimento e terminação com aquelas da esfera reprodutiva, para isso, as técnicas estatísticas de análises multivariadas podem ser empregadas na interpretação de variáveis complexas e grandes bancos de dados.

Os dados analisados nesta dissertação foram coletados pelo autor durante um período de 10 meses em duas unidades produtoras de leitões, localizadas na mesma microrregião do centro-oeste de Santa Catarina, BR, em épocas de nascimento distintas: primavera de 2011 e verão de 2012. O banco de dados coletado era limitado, em função da ausência de informações de gerações e matriz de parentesco, porém suficiente para permitir que diferentes formas de análise sejam possíveis de serem realizadas. O melhoramento de um rebanho baseia-se no componente genético dos animais e o estudo dos efeitos ambientais também torna-se importante, pois sua compreensão melhora a predição dos valores genéticos.

Esta dissertação está organizada em três capítulos redigidos de acordo com as normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, e abordam de maneira complementar as influências ambientais sobre o crescimento e reprodução de suínos e suas correlações.

No primeiro capítulo procurou-se estudar por meio da análise de correlação canônica as relações entre três conjuntos de variáveis: histórico das matrizes e características da leitegada ao nascer; histórico das matrizes e desempenho ponderal posterior dos leitões; características da leitegada após o manejo de equalização e o desempenho ponderal posterior dos leitões.

No capítulo dois, o objetivo foi avaliar a divergência genética entre as linhagens por meio de variáveis canônicas e avaliar as aptidões em cada combinação de cruzamento. No capítulo final, estimou-se o tamanho ideal da leitegada ao nascer com base no desempenho posterior dos leitões até o final de creche, além do peso da carcaça quente avaliado durante o abate dos animais, inferindo-se sobre a população estudada.

CAPÍTULO 1 – ASSOCIAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS REPRODUTIVAS E DE CRESCIMENTO DE SUÍNOS POR MEIO DE ANÁLISES MULTIVARIADAS

(Association between reproductive and growth traits in swine using multivariate analysis)

1. RESUMO

Objetivou-se estudar a relação entre características reprodutivas e de crescimento de suínos com dados provenientes de duas granjas comerciais situadas na região sul do Brasil, onde foram avaliados dois partos consecutivos (primavera de 2011 e verão e 2012) de matrizes de até quinta parição, cruzadas com três diferentes linhagens paternas. Estudaram-se as seguintes características em matrizes: pesos ao início da puberdade, primeiro flushing e cobertura da vida reprodutiva da matriz, idade ao primeiro parto, tamanho da leitegada ao primeiro parto e ao desmame, duração da primeira lactação e subsequente intervalo desmame-cio. As leitegadas foram avaliadas quanto ao seu tamanho, peso médio, total e coeficiente de variação ao nascer e variabilidade aos 21 dias de idade e os leitões quanto aos pesos individuais ao nascer, 21 e 58 dias de idade. Agruparam-se as variáveis em três conjuntos: histórico das matrizes e seu desempenho ao primeiro parto; características da leitegada ao nascer (antes e após sua equalização); e desempenho posterior dos leitões até o final da fase de creche. Ajustaram-se previamente os dados para efeitos fixos de ano, estação, lote, considerando ainda o efeito fixo da linhagem paterna em características da leitegada e crescimento de leitões. As covariáveis foram: idade à pesagem - pesos de mães; idade da matriz (efeitos linear e quadrático) - variáveis da leitegada e desempenho dos leitões; percentual de adotivos - leitegada após a equalização; número de leitões lactentes - desempenho dos leitões ao desmame. Após tais ajustes, os dois maiores conjuntos de variáveis (histórico de matrizes e desempenho de leitões) foram submetidos à análise de componentes principais com o objetivo de reduzir e eliminar variáveis redundantes, descartando-se 38,5% das variáveis de crescimento e reprodutivas de matrizes e 57,1% de desempenho dos leitões. Finalmente, os três conjuntos de variáveis foram submetidos à análise de correlação canônica, por meio do procedimento CANCORR do programa estatístico SAS (2002). Variáveis de crescimento e reprodução de matrizes ao primeiro parto estão correlacionadas com as características da leitegada ao nascer em partos posteriores e com o desempenho ponderal posterior dos leitões.

Palavras-chave: componentes principais, correlação canônica, linhagem, modelo, suíno.

2. ABSTRACT

The objective was to study the relationship between growth and reproductive characteristics in datasets of swine collected from two commercial farms located in southern Brazil, which evaluated two consecutive farrows of dam lines from first to fifth parity, crossed by different boar lines, evaluated in two consecutive seasons (spring 2011 and summer 2012). Were studied the following characteristics of dams: weights at onset of puberty, before and while first mating, age, litter size at birth and at weaning, first lactation length and subsequent weaning-estrus interval, both while first farrow. The piglets were evaluated from their size, variability, individual and litter weight at birth, total of piglets born, weights at 21 and 58 days old and variability of litter weight at weaning. Traits were grouped into three sets: historical data of dams and their performance at first farrow; litter performance at birth (before and after its crossfostering); weaning and nursery growth of piglets. Data were previously adjusted for fixed effects of year, season, herd and group. For the characteristics of litter and performance of piglets, also be considered the fixed effect of boar line. The covariates considered were: age at weighing – gilts; dam age (linear and quadratic) - variable litter and piglet performance; percentage of fostered piglets - after equalizing litter, number of piglets suckling - performance of piglets at weaning. After these adjustments, the two major sets of variables (arrays and historical performance of piglets) were submitted to principal components analysis, aiming to reduce redundant variables - 38.5% of the variables of growth and reproductive gilts and 57.1% of piglet performance were discarded. Finally, the three sets were subjected to canonical correlation analysis, through CANCELL procedure of SAS statistical software (2002). There are dependence relationships between growth and reproductive performance of swines at first farrow with characteristics of litter at birth and posterior farrows and also the subsequent growth of their piglets.

Keywords: canonical correlation, line, model, principal component, swine.

3. INTRODUÇÃO

Embora a seleção de animais em um programa de melhoramento genético seja realizada pelo componente genético, ênfase deve ser dada aos componentes ambientais, pois suas considerações como covariáveis têm por finalidade permitir que os animais sejam comparados e avaliados em condições semelhantes para estes efeitos, os quais influenciam diretamente sobre o desempenho no período de avaliação. Além disso, a acurada estimativa do valor genético dos indivíduos submetidos a um programa de melhoramento genético depende, em grande parte, dos efeitos considerados no modelo estatístico (Pita & Albuquerque, 2001).

Muitas vezes os animais são criados em diferentes condições de criação e precisam ser comparados, sendo assim, há a necessidade de correção ou ajustes, como é o caso do efeito de granjas onde os animais são criados, que representa as diferenças encontradas na ambiência e manejo em geral, assim como os efeitos de ano e estação de nascimento que influenciam no desempenho dos leitões (Lourenço, 2006), além de outros efeitos ambientais que podem influenciar variáveis de desempenho e reprodutivas em suínos (Cavalcante Neto et al., 2008). Tendo em vista a diversidade climática brasileira, o conhecimento desses fatores e suas relações tornam-se mais importantes, além das diferenças induzidas por diversos tipos de sistemas de produção, manejo, instalações e genótipos.

Na formação de materiais genéticos superiores os melhoristas necessitam avaliar vários caracteres simultaneamente para determinar a superioridade relativa dos mesmos (Silva et al., 2008), dessa forma, o uso de análises multivariadas permite combinar múltiplas informações obtidas na unidade experimental simultaneamente, facilitando a seleção e possibilitando a discriminação de populações superiores, principalmente no contexto genético (Ledo et al., 2003). As análises de componentes principais (ACP) e correlação canônica (ACC) são técnicas de estatística multivariada que têm sido empregadas no estudo da dimensionalidade e relacionamento entre diversas variáveis respectivamente e por diversos autores envolvendo ou não a análise genética de indivíduos, no entanto, para proceder tais análises, é necessário o ajuste das variáveis para os principais efeitos fixos e covariáveis (Barbosa et al., 2010; Ventura et al., 2011).

Na suinocultura moderna o número de animais e variáveis que precisam ser controlados torna o volume do banco de dados muito grande e frequentemente a interpretação conjunta de tais informações é dificultada pelas correlações entre esses inúmeros fatores. Entender o grau de relacionamento entre diversas características produtivas é de extrema relevância

principalmente pela existência de respostas correlacionadas (Cruz et al., 2004). A presença de multicolinearidade, além de outros problemas, pode inflacionar o coeficiente de correlação (Miloca & Conejo, 2012) e prejudicar algumas associações como a correlação canônica, uma vez que esta análise necessita que as variáveis estejam linearmente independentes (Khattree & Naik, 2000). Barbosa et al. (2005c) destacaram em seu estudo que coletar um maior número de variáveis geraria acréscimo considerável de custo e trabalho, principalmente ao envolver pesagens dos indivíduos e/ou consumo de ração, análises laboratoriais, entre outras situações que demandam insumos ou tecnologia. Porém, dentre as muitas variáveis de relevância para o sistema produtivo algumas podem estar linearmente correlacionadas e/ou serem interdependentes e, nesse caso, é recomendável o uso de técnicas para descarte de variáveis. Barbosa et al. (2005c) indicam que a seleção de variáveis pode ser realizada por meio da ACP, proporcionando vantagens como a economia de tempo e custo em experimentos futuros, sem perda considerável da variabilidade de informações. A ACP procura reestruturar um banco de dados originais, correlacionados ou não, em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas entre si denominadas componentes principais, obtidas a partir da combinação linear das variáveis originais, objetivando reter o máximo de variabilidade (Varella, 2008).

A ACP constitui uma importante técnica multivariada e procura visualizar os indivíduos em termos de variância de suas variáveis, possibilitando o descarte de variáveis sem perda significativa de volume de informações, sendo uma técnica já empregada por vários autores (Mascioli et al., 2000; Barbosa et al., 2005c; Yamaki et al., 2009). O objetivo deste Capítulo foi estudar a variabilidade de características referente ao histórico das matrizes e desempenho ponderal dos seus leitões por meio da análise de componentes principais.

O melhoramento genético de suínos atualmente disponibiliza diversas linhagens com potencial para atingir os principais índices zootécnicos de maneira satisfatória. No contexto econômico, várias são as características importantes empregadas para a avaliação de indivíduos e estas constituem um volume grande de dados quantitativos o qual não é facilmente interpretado por análises estatísticas convencionais. As análises multivariadas são ferramentas auxiliares na interpretação de conjuntos envolvendo muitas variáveis e foram praticadas por diversos autores recentemente (Barbosa et al., 2010; Ventura et al., 2011; Kummer, 2012). Já a ACC procura correlacionar dois conjuntos de variáveis com o objetivo principal de encontrar as combinações lineares $U_k=c_1'X_i$ e $V_k=c_2'Y_i$ que apresentam a maior correlação possível (Chaves Neto, 2012), no entanto, exige-se que as variáveis ao serem submetidas à correlação canônica estejam independentemente associadas ou ortogonais

(Khattree & Naik, 2000), podendo assim ser previamente submetidas à análise de componentes principais (ACP) (Miloca & Conejo, 2012).

Entender o grau de relacionamento entre diversas características produtivas é de extrema relevância principalmente pela existência de respostas correlacionadas. A correlação fenotípica é o termo empregado para a associação entre características mensuráveis diretamente, com graus e sentidos variados, podendo ser desejáveis ou não. O entendimento da associação entre diferentes variáveis pode contribuir para obtenção de índices de seleção mais precisos e abrangentes, auxiliando no melhoramento genético dessa espécie, principalmente nas características com alta variabilidade ambiental ou baixa herdabilidade, ou ainda características de difícil mensuração ou identificação (Cruz et al., 2004).

Existe uma forte preocupação atual nos programas de melhoramento de suínos quanto à prolificidade em matrizes, principalmente no que diz respeito à capacidade uterina e eficiência placentária. Por esta característica ser poligênica e de difícil seleção por modelos convencionais devido a sua alta heterogeneidade de herdabilidade (Barbosa et al., 2008), justificando o uso de técnicas multivariadas como uma ferramenta na detecção de outras variáveis auxiliares para aumentar a eficiência de seleção. No entanto o aumento do tamanho da leitegada pode ser questionável em função do aumento da variabilidade do peso ao nascer. O alto coeficiente de variação do peso é um dos fatores de maior impacto econômico na produção de suínos (Deen, 2002) e a identificação dos principais fatores que promovem a desuniformidade é essencial para aumentar a lucratividade e obtenção de animais com potencial de produção de leitegadas mais uniformes. Um aspecto não muito abordado diz respeito à equalização de leitegadas, que consiste na uniformização do peso e tamanho da leitegada de acordo com a capacidade da matriz, muitas vezes empregada indiscriminadamente pelos produtores (Heim et al., 2010). Porém, essa prática de manejo pode mascarar resultados obtidos, tais como nas estimativas dos efeitos maternos e de leitegada, pois geralmente não há um controle dos leitões biológicos e adotivos (Torres Filho et al., 2004). Desta forma, justificam-se estudos maiores sobre a associação de variáveis da leitegada equalizada com o desempenho posterior e ainda, da relação entre o histórico de matrizes e desempenho reprodutivo ao primeiro com o desempenho ponderal posterior de seus leitões biológicos.

Desta forma, o objetivo deste artigo foi identificar e quantificar a associação entre conjuntos de variáveis de desempenho de suínos por meio da análise de correlação canônica.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados avaliados neste trabalho são provenientes de duas unidades produtoras de leitões situadas no município de Videira, região centro-oeste de Santa Catarina, BR. Foram avaliados os desempenhos de leitões nascidos de dois partos consecutivos (primavera de 2011 e verão de 2012) de matrizes comerciais (LM) de primeira até quinta parição, cruzadas com três diferentes linhagens de machos comerciais: LP1, LP2 e LP3.

Foram estudados três conjuntos principais de variáveis associadas ao crescimento e reprodução de suínos: dados históricos de matrizes, características da leitegada ao nascer e desempenho dos leitões até o final da fase de creche. As características referentes ao histórico das matrizes compreendem àquelas obtidas durante a fase de sua preparação para o início da vida reprodutiva: peso ao início da puberdade (P160), peso ao iniciar o *flushing* da primeira cobertura (P190), peso à primeira cobertura (P210), ganho médio diário do início da puberdade ao primeiro *flushing* (GMD 160-200), ganho médio diário durante o primeiro *flushing* (GMD 190-210), ganho médio diário do início da puberdade à primeira cobertura (GMD 160-210), idade à primeira cobertura (IDCOBP1); e variáveis referentes ao primeiro parto da matriz, quais sejam: idade ao parto (IDP1), nascidos totais (NTP1), duração da primeira lactação (LACP1), número de leitões lactentes ponderados (LEITP1), número de leitões desmamados (DESMP1) e intervalo desmame-cio (IDCP1).

A reposição de matrizes de ambas as granjas (GR1 e GR2) era atendida pela mesma unidade fornecedora (Quarto Sítio), com prévio manejo especializado para as futuras matrizes (marrãs). O Quarto Sítio recebia semanalmente marrãs das unidades terminadoras em torno de 160 dias de idade, as quais eram individualmente pesadas e após a recepção, as marrãs eram manejadas de acordo com o protocolo da propriedade seguindo padrões criteriosos de agrupamento, arraçamento, ambiência, vacinas e medicações (via ração) além do manejo de estimulação e detecção de cio preparatório para iniciar a vida reprodutiva. De modo geral as marrãs eram agrupadas por peso para melhor conduta alimentar em baias de 12 leitoas (2,5m²/animal) e estimuladas diariamente por rufiões, sendo que o reagrupamento era realizado unicamente após a sincronização dos cios. Após a identificação do 2º cio em torno de 190 dias de idade, eram pesadas e conduzidas às gaiolas individuais para iniciar o período pré-cobertura ou *flushing*. A 1ª cobertura das marrãs era realizada em torno de 210 dias de idade em seu 3º cio identificado na maioria das vezes, com aproximadamente 135-150 kg de peso vivo, verificado na ocasião da sua transferência do *flushing* para a linha de cobertura. Após a primeira cobertura, as leitoas permaneciam em gaiolas individuais até a 11ª semana de

gestação, sendo então transferidas para baias coletivas entre as duas unidades produtoras de leitões avaliadas. Todas as informações eram geridas por um sistema informatizado de gerenciamento de granjas, sendo que as informações referentes ao histórico das matrizes e o desempenho reprodutivo ao primeiro parto foram obtidas pelo mesmo sistema.

Na primeira etapa em junho de 2011, foram selecionadas matrizes de primeira a quarta parição em estado sanitário adequado e inseminadas com doses heterospérmicas por alguma linhagem paterna: LP1 x LM na Granja 1 (GR1), LP2 x LM ou LP3 x LM na Granja 2 (GR2). Na segunda etapa, as mesmas matrizes foram inseminadas empregando-se as doses da mesma linhagem paterna da etapa anterior. A fim de estabelecer um ajuste para o efeito de granja sobre desempenho dos diferentes cruzamentos, os quais normalmente eram realizados em duas granjas distintas, os três cruzamentos foram realizados na mesma granja (GR2) durante um período de 15 dias na segunda época de nascimentos, tornando possível estimar o efeito da época e granja sobre os diferentes genótipos estudados.

Desta forma, foram avaliados dois partos consecutivos de cada matriz quanto ao desempenho da leitegada ao nascer: tamanho da leitegada ao nascer (TL), peso individual do leitão ao nascer (PN), peso médio da leitegada ao nascer (PML), peso total da leitegada ao nascer (PL) e coeficiente de variação do peso ao nascer (CVPLN); após a equalização de leitegadas, foram consideradas as seguintes variáveis: tamanho da leitegada equalizada (TL_{eq}), peso médio da leitegada (PM_{Leq}), peso total da leitegada (PL_{eq}) e coeficiente de variação do peso inicial da leitegada (CVPLN_{eq}). Os leitões mumificados foram incluídos na avaliação do tamanho da leitegada ao nascer, no entanto, desconsiderados para as variáveis PN, PML, PL e CVPLN, onde foram considerados apenas os leitões nascidos vivos e mortos.

Após o término do parto, os leitões foram individualmente identificados por meio de tatuagem na orelha externa direita e pesados antes e após o manejo de transferência de leitões entre leitegadas. A uniformização dos leitões ocorreu entre seis e 24 após o nascimento, de acordo com o número de tetos funcionais de cada matriz, procurando-se sempre que possível transferir leitões entre leitegadas de mesmo cruzamento genético e em matrizes com ordens de partos aproximadas.

As variáveis de desempenho dos leitões estudadas do desmame até o final da creche foram: peso aos 21 dias de idade (P21), ganho médio diário no nascimento aos 21 dias de idade (GMD 0-21), peso da leitegada aos 21 dias de idade (TL21), coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade (CVPL21), peso aos 58 dias de idade (P58), ganho médio diário dos 21 até os 58 dias de idade (GMD 21-58), ganho médio diário do nascimento

aos 58 dias de idade (GMD 0-58) e coeficiente de variação do lote aos 58 dias de idade (CVP58).

Os pesos e ganhos médios diários foram avaliados na ocasião do desmame e saída de creche, ajustando-se os valores aos 21 ou 58 dias de idade, respectivamente por interpolação linear, sendo que no desmame os leitões eram segregados de acordo com o sexo e faixa de peso, permanecendo em baias coletivas até o final da fase de creche em alimentação dividida em quatro fases distintas, com alimentação farelada à vontade.

O plantel aproximado da GR1 e GR2 situava-se em 4.500 e 3.900 matrizes respectivamente e as duas unidades acompanhadas produziam leitões independentemente e possuíam os manejos muito semelhantes para as matrizes nas fases gestação e maternidade, assim como não diferindo na conduta dos leitões nas fases pré e pós-desmama, com sistema de desmame e cobertura diários, e total aproximado de 400 partos/semana e 18 mil leitões de creche vendidos/mês.

As propriedades situavam-se geograficamente próximas, distanciando-se há 1500 metros de distância e possuíam semelhança quanto ao tipo de instalação adotada, exceto quanto ao *layout*, onde a GR1 apresentava o setor de creche distante das unidades de matrizes, aproximadamente 500 metros, sendo que na GR2 o setor de creche situava-se de forma adjacente às instalações contendo matrizes. Outro aspecto relevante diz respeito à presença de acidentes geográficos, tendo a GR1 situada em uma condição de declive, contribuindo para uma maior circulação entre as instalações, enquanto que a GR2 apresentava-se em um plano geográfico sem inclinação.

Foram considerados apenas os partos com leitegadas entre 8 e 18 leitões ao nascer, com no mínimo 8 kg e 8 leitões após a equalização, além disso, leitegadas com no mínimo 30 kg aos 21 dias de idade e leitões entre 10 e 30 kg aos 58 dias de idade, uma vez que em todas as situações apresentavam frequências acumuladas inferiores à 10%. A edição do banco de dados foi realizada por meio de procedimentos usuais de edição do programa estatístico SAS (2002) e as análises estatísticas dos efeitos ambientais foram realizadas pelo procedimento GLM do mesmo programa em modelos de regressão linear.

Após a edição inicial, os dados foram ajustados para efeitos fixos de acordo como proposto por Freitas et al. (1998), em que subtraíram os valores observados pelas constantes estimadas nas análises de variância preliminares de cada variável. Os ajustes para covariáveis foram realizados de forma semelhante ao realizado por Barbosa et al. (2005c), subtraindo-se o produto da constante obtida pela diferença entre o valor observado da covariável em relação à

sua média, elevando-se ao quadrado quando considerado o efeito quadrático. Os ajustes descritos anteriormente podem ser expressos pelo seguinte modelo:

$$Y_{nr}^* = Y_{ijklmnr} - [(A_{ir} + E_{jr} + G_{kr} + L_{lr} + P_{mr} + \beta_1(C_{nr} - \bar{C}_{nr}) + \beta_2(C_{nr} - \bar{C}_{nr})^2] + e_{ijklmnr}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl}^* = valor da variável r ajustado pelos efeitos fixos de ano, estação, granja, grupo de manejo e covariáveis do indivíduo ou leitegada n; $Y_{ijklmnr}$ = valor observado na variável r do indivíduo ou leitegada n; A_{ir} = efeito fixo do ano i sobre a variável r; E_{jr} = efeito fixo da estação j sobre a variável r; G_{kr} = efeito fixo da granja k sobre a variável r; L_{lr} = efeito fixo do lote ou grupo de manejo l sobre a variável r; P_{mr} = efeito fixo da linhagem paterna m sobre a variável r (LP3, LP2 ou LP1); β_1 = coeficiente de regressão linear em função da covariável n sobre a variável r (quando incluído); β_2 = coeficiente de regressão quadrático da covariável n sobre a variável r (quando incluído); C_{nr} = covariável n quando incluída no ajuste sobre a variável r; \bar{C}_{nr} = média da covariável n quando incluída no ajuste sobre a variável r e $e_{ijklmnr}$ = erro aleatório associado a cada observação dentro da variável r.

Os lotes ou grupos de manejos foram considerados de acordo com o fluxo semanal de entrada de leitões no sistema Quarto Sítio ou semanal de parição para as informações históricas de matrizes na sua preparação ou desempenho ao primeiro parto, respectivamente, ajustando o ano e estações de acordo com o lote em questão. As salas de manejo foram consideradas como lotes, tanto para o desempenho da leitegada ao nascer, quanto para o desempenho dos leitões ao desmame ou pós-desmame, ajustando desta forma apenas a época de nascimento, uma vez que foram avaliados dois partos consecutivos, distinguindo-se apenas duas épocas de nascimento.

As covariáveis utilizadas foram: efeito linear e quadrático da idade da matriz ao parto (características da leitegada ao nascer), efeito linear do percentual de leitões adotivos na composição da leitegada original (características da leitegada após a equalização de leitegadas), efeito do número de leitões lactentes ponderados e efeitos linear e quadrático da idade da matriz lactante (variáveis de desempenho da leitegada ao desmame). Quanto às variáveis P160, P190 e P210 em matrizes foi atribuído como covariável o efeito linear da idade da matriz no momento de cada pesagem.

Para as variáveis relacionadas ao desmame (P21, CVPL21, PL21 e GMD0-21), foram considerados como efeitos fixos a época e granja de nascimento, grupo de manejo e como covariáveis o efeito linear do número de leitões lactentes ponderados por leitegada e os efeitos linear e quadrático da idade da matriz lactante. As variáveis relacionadas ao histórico das

matrizes foram ajustadas pelos efeitos fixos de ano, estação, granja e grupo de manejo as quais pertenciam as matrizes na entrada da granja ou na ocasião do primeiro parto, e a covariável idade no momento das pesagens as quais foram submetidas.

Após os ajustes para efeitos fixos e covariáveis, procedera-se a ACP sobre os dois maiores conjuntos de variáveis (histórico de matrizes e desempenho de leitões), a fim de reduzir o número de variáveis já ajustadas para efeitos fixos e covariáveis.

Considerando um vetor aleatório $X'=[X_1, X_2, \dots, X_p]$, que possui a matriz de covariância Σ e pares de autovalores-autovetores $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$ onde $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$. A i -ésima componente principal é dada por $Y_i=e_i'X$, que tem $V(Y_i)=e_i'\Sigma e_i=\lambda_i$ e $cov(Y_i, Y_k)=0$, com $i \neq k$. Desta forma, Chaves Neto (2012) descreve que o primeiro componente principal possui variância máxima e assim sucessivamente para as demais componentes principais. Devido à falta de padronização escalar entre as variáveis, seguiu-se a recomendação citada por Cruz et al. (Cruz et al., 2004), em que a análise de componentes principais seja realizada a partir da matriz de correlação dos dados ajustados, para que então seja possível determinar os autovalores e seus respectivos autovetores. A seleção de variáveis foi estabelecida pelo critério de Jolliffe (1972), onde o número de variáveis a serem descartadas é igual ao número de componentes cujos autovalores são inferiores a 0,7. As análises de componentes principais foram realizadas pelos procedimentos.

Após o descarte de variáveis pela ACP, os três conjuntos de variáveis foram submetidos à análise de correlação canônica (ACC) para o estudo das correlações entre si: histórico de matrizes e características da leitegada ao nascer (antes da equalização); características da leitegada ao nascer (após a equalização) e desempenho ponderal posterior dos leitões; histórico de matrizes e desempenho ponderal posterior dos leitões.

No primeiro conjunto de variáveis foram consideradas as seguintes variáveis: peso ao iniciar o *flushing* da primeira cobertura (P190), peso à primeira cobertura (P210), ganho médio diário do início da puberdade à primeira cobertura (GMD 160-210), idade à primeira cobertura (IDCOBP1), idade ao primeiro parto (IDADEP1), nascidos totais no primeiro parto (NTP1), duração da primeira lactação (LACP1) e número de leitões lactentes ponderados na primeira lactação (LEITP1), com as variáveis tamanho da leitegada ao nascer (TLN), peso individual do leitão ao nascer (PN), peso médio da leitegada ao nascer (PLN), peso total da leitegada ao nascer (PLN) e coeficiente de variação do peso ao nascer (CVPLN).

Após o manejo de equalização de leitegadas, as características de leitegada foram associadas às variáveis de desempenho ponderal posterior, desta forma, compreendendo o segundo conjunto de variáveis: tamanho da leitegada inicial (TL_{eq}), peso individual ao nascer

(PNeq), peso médio da leitegada (PMLN), peso da leitegada (PLEq) e coeficiente de variação do peso inicial da leitegada (CVPLNeq), e as variáveis peso aos 21 dias de idade (P21), coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade (CVPL21) e peso aos 58 dias de idade (P58).

Na ACC os pares de combinações lineares são chamados variáveis canônicas e suas correlações são as correlações canônicas. Sendo $U=c_1'x$ e $V=c_1'y$ combinações lineares dos vetores aleatórios X e Y , a maior correlação $\rho(U,V)$ será obtida se limitarmos a variância a um, ou seja, $c_1'\Sigma_1c_1 = c_1'\Sigma_2c_1 = 1$. Desta forma, o primeiro par de variáveis canônicas será o par de combinações lineares que maximiza $\rho(U,V)$, o segundo par será obtido semelhantemente entre todas as escolhas não correlacionadas com a primeira escolha e assim até o k -ésimo par de variáveis canônicas. Considerando ainda os vetores aleatórios X e Y de dimensão p e q , com suas respectivas matrizes de covariâncias Σ_1 e Σ_2 , matriz de covariância cruzada Σ_{12} e ainda suas combinações lineares $U=c_1'x$ e $V=c_1'y$. A máxima correlação $\rho(U,V)$ é obtida por ρ_1^* , onde $c_1'=e_1'\Sigma_1^{-1/2}$ e $c_2'=f_1'\Sigma_2^{-1/2}$, onde e_1 é o autovetor correspondente ao maior autovalor ρ_1^* do produto matricial $\Sigma_1^{-1/2}\Sigma_{12}\Sigma_2^{-1}\Sigma_{21}\Sigma_1^{-1/2}$ que tem p autovalores $\rho_1^* \geq \rho_2^* \geq \dots \geq \rho_p^*$ e p autovetores e_i , tal que $i=1, 2, \dots, p$, e f_1 é o autovetor correspondente ao maior autovalor ρ_2^* do produto matricial $\Sigma_2^{-1/2}\Sigma_{21}\Sigma_1^{-1}\Sigma_{12}\Sigma_2^{-1/2}$ que tem q autovetores f_i associados aos autovalores $\rho_2^* \geq \rho_3^* \geq \dots \geq \rho_q^*$ (Chaves Neto, 2012). As matrizes Σ podem ser substituídas pelas matrizes de correlação ρ (Lira, 2004), sendo essa substituição conveniente em função de diferenças de escalas existentes entre as variáveis estudadas.

A variância (%) explicada pelos pares de variáveis canônicas U_2X_i e V_2Y_i foram obtidas de forma semelhante ao realizado por Barbosa (2010), a partir das seguintes equações: $U_{Xi}^2 = \sum_{j=1}^p a_{ij}^2/p$; $V_{Yi}^2 = \sum_{j=1}^q b_{ij}^2/q$, onde p e q são o número de variáveis nos conjuntos X e Y . As ACP e ACC foram realizadas por meio dos procedimentos PRINCOMP e CANCERR do programa estatístico SAS (2002). Para a ACC, a significância da correlação canônica em cada par canônico pelo teste da máxima verossimilhança, cuja estatística é o coeficiente lambda (λ) de Wilks, o qual é transformado no valor F .

5. RESULTADOS

O número de observações obtidas quanto ao número de leitões avaliados ao final do teste, em cada uma das etapas avaliadas por granja, de acordo com o cruzamento dos seus progenitores, está descrito na Tabela 1. É importante notar que os três cruzamentos propostos

foram estabelecidos na segunda etapa na GR2, totalizando 1.590 observações, dentre os quais 537 observações pertenceram às fêmeas avaliadas em um único evento, tornando possível uma avaliação simultânea dos três genótipos em iguais condições ambientais.

Tabela 1. Número de observações totais (negrito), subtotais (entre parênteses) e parciais de leitões avaliados ao final do teste de acordo com seus progenitores (LP3 x LM, LP2 x LM ou LP1 x LM), em cada granja (GR1 ou GR2), por estação de nascimentos (1ª ou 2ª estação de nascimento)

Granja (Subtotal)	Etapa (Subtotal)	LP1 x LM	LP2 x LM	LP3 x LM
GR1 (1049)	1ª Etapa (626)	626	*	*
	2ª Etapa (423)	423	*	*
GR2 (2659)	1ª Etapa (1069)	*	504	565
	2ª Etapa (1590)	537	367	686
Total	3708	1586	871	1251

* nenhuma observação.

Foram considerados apenas animais com informações completas de desempenho para as ACC, sendo 3.068 observações para as variáveis de crescimento dos leitões e 2.453 para as variáveis de histórico das matrizes.

5.1. Análise de componentes principais (ACP): histórico de matrizes e desempenho de leitões

O resumo da ACP para as variáveis de desempenho podem ser vistas nas Tabelas 2 e 3, onde estão apresentados os autovalores associados a cada CP, seguidos de sua importância relativa em termos de variância absoluta e acumulada (Tabela 2) e os pesos de cada variável de desempenho sobre os componentes principais associados aos autovalores menos importantes em relação às demais componentes (Tabela 3). As três primeiras CP estiveram associadas a autovalores maiores que 0,7 e apresentaram 94,12% da variância acumulada. De acordo com o critério de Jolliffe (1972), as variáveis com maior correlação, em valor absoluto, nas CP de menor autovalor são passíveis de descarte, desta forma, as variáveis descartadas foram PL21, GMD 0-21, GMD 21-58 e GMD 0-58 (Tabela 3).

Tabela 2. Componentes principais (CP) e seus autovalores associados (λ_i), percentuais das variâncias absoluta e acumulada explicada pelos componentes principais (% Var. CP) das características de desempenho de leitões do desmame ao final de creche

Componente principal	λ_i	% Var. CP	% Var. CP (Acumulada)
CP1	3,16895259	45,27	45,27
CP2	2,45159209	35,02	80,29
CP3	0,96782426	13,83	94,12
CP4	0,34842205	4,98	99,10
CP5	0,04164785	0,59	99,69
CP6	0,01596276	0,23	99,92
CP7	0,00559841	0,08	100,00

Tabela 3. Pesos das variáveis sobre os componentes principais associados aos autovalores inferiores a 0,7 ou menos importantes em relação às demais componentes em termos de variabilidade das sete variáveis iniciais ajustadas de desempenho de leitões do desmame ao final de creche

Variável ¹	Autovetores			
	CP7	CP6	CP5	CP4
P21 (kg)	0,361646	-0,583954	-0,263506	-0,318997
GMD 0-21 (g/dia)	-0,363388	0,590968	0,028735	-0,410835
PL21 (kg)	-0,006894	0,021484	0,166814	0,820500
CVPL21 (%)	0,015232	-0,003638	0,051982	-0,014963
P58 (kg)	-0,573365	-0,448293	0,369639	-0,032793
GMD 21-58 (g/dia)	-0,062227	0,168860	-0,762541	0,228701
GMD 0-58 (g/dia)	0,635817	0,282488	0,425569	-0,051296

¹ P21 – peso individual aos 21 dias de idade (P21); GMD 0-21 – ganho médio diário no nascimento aos 21 dias de idade; PL21 – peso da leitegada aos 21 dias de idade; CVPL21 coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade; P58 – peso individual aos 58 dias de idade; GMD 21-58 – ganho médio diário dos 21 até os 58 dias de idade; GMD 0-58 – ganho médio diário do nascimento aos 58 dias de idade.

Na ACP das variáveis históricas de matrizes, na Tabela 4 têm-se os autovalores associados a cada CP, seguidos de sua importância relativa quanto à variância absoluta e

acumulados, e na Tabela 5 os pesos de cada variável sobre os componentes principais de menor autovalor (inferior a 0,7).

Tabela 4. Componentes principais (CP) e seus autovalores associados (λ_i), percentuais das variâncias absoluta e acumulada explicada pelos componentes principais (% Var. CP) das características relacionadas ao histórico de matrizes durante a fase preparatória para o início da vida reprodutiva (4º Sítio) e desempenho reprodutivo ao primeiro parto

Componente principal	λ_i	% Var. CP	% Var. CP (Acumulada)
CP1	3,06521465	23,58	23,58
CP2	2,29793826	17,68	41,26
CP3	1,80067706	13,85	55,11
CP4	1,44721693	11,13	66,24
CP5	1,28752608	9,90	76,14
CP6	1,03170681	7,94	84,08
CP7	0,89312714	6,87	90,95
CP8	0,77692459	5,98	96,93
CP9	0,23219513	1,79	98,71
CP10	0,05984491	0,46	99,17
CP11	0,04784280	0,37	99,54
CP12	0,04421596	0,34	99,88
CP13	0,01556968	0,12	100,00

As oito primeiras CP atribuíram 96,93% da variância total acumulada, sendo que apenas as cinco últimas CP estiveram associadas a autovalores com valor inferior a 0,7, desta forma, as variáveis menos importantes e passíveis de descarte foram (Tabela 5): GMD 160-190, LEITP1, IDCOBP1, GMD 160-210 e GMD 190-210.

Tabela 5. Pesos das variáveis de crescimento e desempenho a primeiro parto de matrizes sobre os componentes principais associados aos autovalores inferiores a 0,7

Variável ¹	Autovetores				
	CP13	CP12	CP11	CP10	CP9
P160 (kg)	0,524657	0,001900	-0,075951	0,548858	0,168438
P190 (kg)	-0,424514	-0,113798	-0,026475	-0,108102	0,357597
P210 (kg)	0,109411	0,164066	0,077776	-0,341376	-0,584305
GMD 160-190 (g/dia)	0,622291	0,247798	0,157795	-0,106429	0,148729
GMD 190-210 (g/dia)	0,022774	0,025960	0,140060	-0,201334	0,652245
GMD 160-210 (g/dia)	-0,155475	-0,284452	-0,234489	0,591858	-0,158878
IDCOBP1 (dias)	-0,030171	-0,307526	0,630291	0,118600	0,010508
IDP1 (dias)	-0,005346	0,277096	-0,629697	-0,094812	0,140877
NTP1 (n°)	0,008897	0,007009	-0,035123	-0,010413	0,047761
LACP1 (dias)	0,010678	0,013293	0,004704	0,012576	-0,070149
LEITP1 (n°)	-0,204017	0,569219	0,233164	0,259446	-0,032008
DESMP1 (n°)	0,278279	-0,566564	-0,195958	-0,276731	-0,036119
IDCP1 (dias)	-0,020522	0,023535	-0,013207	0,034036	-0,008206

¹ P160 – peso ao início da puberdade; P190 – peso de pré-cobertura; P210 – peso à primeira cobertura; GMD 160-190 – ganho médio diário do início da puberdade à pré-cobertura; GMD 190-210 – ganho médio diário durante a fase pré-cobertura; GMD 160-210 – ganho médio diário do início da puberdade à primeira cobertura; IDCOBP1 – idade à primeira cobertura; IDP1 – idade ao 1º parto; NTP1 – nascidos totais ao 1º parto; LACP1 – duração da primeira lactação; LEITP1 – número de leitões lactentes ponderados na 1ª lactação; DESMP1 – número de leitões desmamados na 1ª lactação; IDCP1 – 1º intervalo desmame-estro após a primeira lactação.

As análises de correlação linear simples entre as variáveis ajustadas de desempenho dos leitões e características relacionadas ao histórico de matrizes durante a fase preparatória para o início da vida reprodutiva (4º Sítio) e desempenho reprodutivo ao primeiro parto estão apresentadas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. As variáveis de desempenho e do histórico de matrizes sugeridas para descarte estiveram moderadamente ou altamente correlacionadas com outras características do mesmo conjunto de variáveis.

Tabela 6. Coeficientes de correlação linear simples entre as variáveis de desempenho

Variável ¹	P21	GMD 0-21	PL21	CVPL21	P58	GMD 21-58	GMD 0-58
P21	1,0000						
GMD 0-21	0,9842	1,0000					
PL21	0,7446	0,7115	1,0000				
CVPL21	-0,1391	-0,1378	-0,1160	1,0000			
P58	0,2054	0,2037	0,0037	-0,0882	1,0000		
GMD 21-58	0,0708	0,0575	-0,0285	-0,0192	0,9493	1,0000	
GMD 0-58	0,2005	0,2088	-0,0028	-0,1062	0,9913	0,9461	1,0000

¹ P21 – peso individual aos 21 dias de idade (P21); GMD 0-21 – ganho médio diário no nascimento aos 21 dias de idade; PL21 – peso da leitegada aos 21 dias de idade; CVPL21 coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade; P58 – peso individual aos 58 dias de idade; GMD 21-58 – ganho médio diário dos 21 até os 58 dias de idade; GMD 0-58 – ganho médio diário do nascimento aos 58 dias de idade.

Tabela 7. Coeficientes de correlação linear simples entre as variáveis relacionadas ao histórico de matrizes durante a fase preparatória para o início da vida reprodutiva (4º Sítio) e desempenho reprodutivo ao primeiro parto

Variável ¹	P160	P190	P210	GMD A	GMD B	GMD C	IDCOBP1	IDP1	NTP1	LACP1	LEITP1	DESMP1	IDCP1
P160	1,0000												
P190	0,4811	1,0000											
P210	0,5080	0,3154	1,0000										
GMD 160-190 (A)	-0,7673	0,1395	-0,3265	1,0000									
GMD 190-210 (B)	0,0256	-0,2915	0,4902	-0,1862	1,0000								
GMD 160-210 (C)	-0,6210	-0,1605	0,2200	0,6432	0,4874	1,0000							
IDCOBP1	0,0704	0,0485	0,0337	-0,0182	-0,2634	-0,1626	1,0000						
IDP1	0,0421	0,0290	0,0190	-0,0023	-0,2128	-0,1297	0,9471	1,0000					
NTP1	0,0201	-0,0302	0,0826	-0,0533	0,0605	0,0334	-0,0249	-0,0764	1,0000				
LACP1	0,0136	0,1310	-0,0007	0,0659	0,0081	0,0188	-0,0906	-0,0855	-0,0824	1,0000			
LEITP1	0,1568	0,2878	-0,0925	-0,0571	-0,2723	-0,2194	0,0984	0,1144	0,0287	-0,1298	1,0000		
DESMP1	0,1769	0,3131	-0,1160	-0,0896	-0,3197	-0,2843	0,1054	0,1209	0,0109	-0,1129	0,9527	1,0000	
IDCP1	0,1294	0,1009	0,0147	-0,0803	-0,1024	-0,1735	0,0637	0,0319	0,0796	-0,1080	0,0959	0,1472	1,0000

¹ P160 – peso ao início da puberdade; P190 – peso de pré-cobertura; P210 – peso à primeira cobertura; GMD 160-190 – ganho médio diário do início da puberdade à pré-cobertura; GMD 190-210 – ganho médio diário durante a fase pré-cobertura; GMD 160-210 – ganho médio diário do início da puberdade à primeira cobertura; IDCOBP1 – idade à primeira cobertura; IDP1 – idade ao 1º parto; NTP1 – nascidos totais ao 1º parto; LACP1 – duração da primeira lactação; LEITP1 – número de leitões lactentes ponderados na 1ª lactação; DESMP1 – número de leitões desmamados na 1ª lactação; IDCP1 – 1º intervalo desmame-estro após a primeira lactação.

5.2. Correlação Canônica entre o histórico da matriz e características da leitegada ao nascer

Em todas as ACC foram considerados apenas dados completos, considerando-se 2.371 observações no estudo da associação entre as variáveis relacionadas ao histórico de matrizes no 4º Sítio, desempenho reprodutivo ao primeiro parto, e as características da leitegada ao nascer. Os coeficientes padronizados e as correlações canônicas seguidas de suas estatísticas entre as características históricas de matrizes e de leitegada estão descritos na Tabela 8. Houve correlação ($P < 0,01$) entre as variáveis históricas de matrizes e características da leitegada ao nascer (Tabela 8), sendo que as correlações canônicas significativas entre os pares canônicos foram respectivamente iguais a 0,3206, 0,2576 e 0,2434.

No primeiro par canônico, a variância atribuída às duas variáveis canônicas simultaneamente (r^2) foi de apenas 0,1028 e a partir da verificação do peso de cada variável no primeiro par canônico, observa-se predominância das variáveis TL e NTP1, desta forma, a variável NTP1 pode ser vista como a melhor preditora e TL o mais provável critério (Tabela 8). Na correlação entre a variável ajustada e sua variável canônica (U_1 e V_1), as variáveis NTP1 e TL permaneceram como as mais representativas em suas respectivas variáveis canônicas, existindo desta forma uma relação direta entre estas variáveis (Tabela 9). A partir da Tabela 9, obtiveram-se $U_{2x_1} = 0,2982$ e $V_{2y_1} = 0,1238$, ou seja, 29,8% e 12,4% das variâncias das características da leitegada ao nascer e variáveis históricas de matrizes podem ser explicadas, respectivamente, pelas primeiras variáveis canônicas U_1 e V_1 .

Tabela 8. Coeficientes canônicos padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r²), teste estatístico F seguido de nível de significância para os pares canônicos entre o histórico de matrizes e características da leitegada ao nascer

Variáveis ¹	Pares Canônicos				
	1°	2°	3°	4°	5°
TL (n°)	1,1655	-0,8544	-0,6477	0,9725	-0,1212
PN (kg)	0,0397	-0,1212	0,1323	0,1277	1,6042
PML (kg)	0,3968	-0,6544	-0,8216	1,9619	-1,4483
PL (kg)	-0,3223	1,2886	-0,1629	-1,4357	0,2150
CVPLN (%)	0,3099	0,5577	0,5869	0,5814	-0,1830
P160 (kg)	-0,4232	0,2009	-0,7094	0,3008	-0,6768
P190 (kg)	0,1023	0,6026	0,4878	-0,4332	0,1029
P210 (kg)	-0,0010	0,3937	0,3573	0,4502	0,3240
IDP1 (dias)	0,0856	0,1772	0,3950	-0,3985	-0,1591
NTP1 (n°)	0,8867	0,2276	-0,3612	0,0198	-0,1118
LACP1 (dias)	0,2360	-0,0545	0,0887	0,4778	0,1383
DESMP1 (n°)	-0,0752	-0,0601	-0,1882	0,3470	0,8769
IDCP1 (dias)	0,1551	-0,3506	0,6110	0,5199	-0,3461
r	0,3206	0,2576	0,2434	0,0784	0,0485
F	14,97**	11,88**	9,24**	2,02*	1,39 ^{NS}
r ²	0,1028	0,0663	0,0592	0,0061	0,0023

¹ TL – tamanho da leitegada ao nascer; PN – peso individual do leitão ao nascer; PML – peso médio da leitegada ao nascer; PL – peso total da leitegada ao nascer; CVPLN – coeficiente de variação do peso ao nascer; P160 – peso ao início da puberdade; P190 – peso de pré-cobertura; P210 – peso à primeira cobertura; IDP1 – idade ao 1° parto; NTP1 – nascidos totais ao 1° parto; LACP1 – duração da primeira lactação; DESMP1 – número de leitões desmamados na 1ª lactação; IDCP1 – intervalo desmame-estro após a primeira lactação.

* P<0,05; ** P<0,01; ^{NS} P>0,05.

Nos segundo e terceiro pares canônicos, as melhores preditoras foram as variáveis PL e PML, sendo que os mais prováveis critérios foram P190 e P160 (Tabela 8), existindo desta forma uma correlação direta e positiva entre o crescimento da leitoa com o desempenho de suas progênes, neste caso, pesos médio e total da leitegada ao nascer. No entanto, na análise

da correlação entre as variáveis ajustadas e suas variáveis canônicas no terceiro par canônico, os resultados foram diferentes em relação aos coeficientes canônicos padronizados, onde a variável IDCP1 esteve inversamente correlacionada com PML (Tabela 9). A proporção da variância das características da leitegada ao nascer explicada pelas variáveis canônicas U_2 e U_3 , foram 20,4% e 27,6% e das variáveis históricas de matrizes explicadas pelas variáveis V_2 e V_3 aproximadamente 19,0% e 9,1%, respectivamente.

Tabela 9. Correlação entre características da leitegada ao nascer e suas variáveis canônicas (U_{xi}) e entre o histórico de matrizes e suas variáveis canônicas (V_{yi})

Variáveis ¹	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
TL (n°)	0,9465	-0,0901	-0,1387	-0,2771	0,0033
PN (kg)	-0,3311	0,2986	-0,3856	0,4831	0,6475
PML (kg)	-0,4853	0,3725	-0,5958	0,5181	0,0481
PL (kg)	0,1426	0,6964	-0,6951	-0,0086	0,1071
CVPLN (%)	0,4793	0,5479	0,6108	0,3081	-0,0453
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
P160 (kg)	-0,3863	0,5991	-0,2631	0,4073	-0,3758
P190 (kg)	-0,0903	0,7476	0,2903	0,0279	0,1018
P210 (kg)	-0,0698	0,6662	0,1644	0,4444	-0,0193
IDP1 (dias)	0,0072	0,1847	0,3922	-0,4189	-0,0995
NTP1 (n°)	0,8780	0,2251	-0,3233	0,0628	-0,1016
LACP1 (dias)	0,1650	0,0360	0,1094	0,3698	0,1195
DESMP1 (n°)	-0,1291	0,0838	-0,0807	0,2234	0,6725
IDCP1 (dias)	0,1151	-0,2566	0,5179	0,5138	-0,3122

¹ TL – tamanho da leitegada ao nascer; PN – peso individual do leitão ao nascer; PML – peso médio da leitegada ao nascer; PL – peso total da leitegada ao nascer; CVPLN – coeficiente de variação do peso ao nascer; P160 – peso ao início da puberdade; P190 – peso de pré-cobertura; P210 – peso à primeira cobertura; IDP1 – idade ao 1° parto; NTP1 – nascidos totais ao 1° parto; LACP1 – duração da primeira lactação; DESMP1 – número de leitões desmamados na 1ª lactação; IDCP1 – intervalo desmame-estro após a primeira lactação.

5.3. Correlação Canônica entre o histórico de matrizes e desempenho posterior dos leitões

Na ACC entre o histórico de matrizes e desempenho posterior dos leitões, foram considerados apenas leitões nascidos e criados por suas mães biológicas no período pré-desmame, compreendendo apenas 1.846 observações. Os coeficientes padronizados e as correlações canônicas seguidas de suas estatísticas entre as características históricas de matrizes e desempenho posterior de seus leitões estão descritos na Tabela 10. As variáveis de crescimento das leitões durante o quarto sítio, seu desempenho ao primeiro parto e as variáveis de desempenho posterior dos seus leitões biológicos encontra-se correlacionados entre si. As correlações canônicas entre os três primeiros pares canônicos foram baixas ($r(U_1, V_1)=0,2495$, $r(U_2, V_2)=0,1412$ e $r(U_3, V_3)=0,1017$), porém estatisticamente significativas a 1% de probabilidade (Tabela 10), além disso, contribuindo para baixas variâncias das variáveis canônicas em seus respectivos pares canônicos: $r_2(U_1, V_1)=0,2495$, $r_2(U_2, V_2)=0,1412$ e $r_2(U_3, V_3)=0,1017$.

Tabela 10. Coeficientes canônicos padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r²), teste estatístico F seguido de nível de significância para os pares canônicos entre o desempenho ponderal dos leitões e histórico de matrizes

Variáveis ¹	Pares Canônicos		
	1°	2°	3°
P21 (kg)	0,8605	0,0134	0,6252
CVPL21 (%)	0,3518	0,9106	-0,2996
P58 (kg)	-0,7503	0,5897	0,4710
P160 (kg)	0,3166	-0,1975	0,7455
P190 (kg)	0,2730	-0,1292	-0,2160
P210 (kg)	0,0851	0,8878	0,0473
IDP1 (dias)	-0,2985	-0,0531	-0,0596
NTP1 (n°)	0,3396	0,0533	-0,6145
LACP1 (dias)	0,1442	0,1074	0,2494
DESMP1 (n°)	0,6156	-0,1429	-0,2067
IDCP1 (dias)	-0,1705	0,6012	-0,2308
r	0,2495	0,1412	0,1017
F	7,37**	4,04**	3,21**
r ²	0,0622	0,0199	0,0103

¹ P21 – peso aos 21 dias de idade; CVPL21 – coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade; P58 – peso aos 58 dias de idade; P160 – peso ao início da puberdade; P190 – peso de pré-cobertura; P210 – peso à primeira cobertura; IDP1 – idade ao 1° parto; NTP1 – nascidos totais ao 1° parto; LACP1 – duração da primeira lactação; LEITP1 – número de leitões lactentes ponderados na 1ª lactação; DESMP1 – número de leitões desmamados na 1ª lactação; IDCP1 – intervalo desmame-estro após a primeira lactação ** P<0,01.

No primeiro par canônico observou-se predominância das variáveis P21 e DESMP1 (Tabela 10). Na correlação entre a variável ajustada e suas variáveis canônicas U₁ e V₁ (Tabela 11), as variáveis P21 e DESMP1 permaneceram como as mais representativas em suas respectivas variáveis canônicas, existindo desta forma uma correlação positiva entre tais variáveis. Obtiveram-se U₂x₁ = 0,2368 e V₂y₁ = 0,0111, ou seja, 23,7% e 0,01% das

variâncias das características históricas de matrizes e desempenho posterior dos leitões podem ser explicadas, respectivamente, pelas primeiras variáveis canônicas U_1 e V_1 .

Nos segundo e terceiro pares canônicos, as melhores preditoras foram as variáveis CVPL21 e P21, e os mais prováveis critérios foram P210 e P160 (Tabela 10), existindo desta forma uma correlação positiva entre o peso da leitoa ao início da puberdade e à primeira cobertura com o desempenho posterior dos seus leitões quanto ao P21 e CVPL21. No entanto, na análise da correlação entre as variáveis ajustadas e suas variáveis canônicas no terceiro par canônico, os resultados foram diferentes em relação aos coeficientes canônicos padronizados, onde a variável NTP1 esteve inversamente correlacionada com P21 (Tabela 11).

Tabela 11. Correlação entre o desempenho ponderal dos leitões e suas variáveis canônicas (U_{xi}) e entre as características históricas de matrizes e suas variáveis canônicas (V_{yi})

Variáveis ¹	U_1	U_2	U_3
P21 (kg)	0,5614	0,0547	0,8258
CVPL21 (%)	0,3359	0,8106	-0,4797
P58 (kg)	-0,5315	0,4429	0,7221
	V_1	V_2	V_3
P160 (kg)	0,1404	0,0249	0,0600
P190 (kg)	0,1542	0,0068	0,0131
P210 (kg)	0,0682	0,1095	0,0294
IDP1 (dias)	0,0642	-0,0074	-0,0048
NTP1 (n°)	-0,0881	0,0217	-0,0637
LACP1 (dias)	0,0382	0,0064	0,0324
DESMP1 (n°)	0,1660	-0,0280	-0,0230
IDCP1 (dias)	-0,0023	0,0724	-0,0269

¹ P21 – peso aos 21 dias de idade; CVPL21 – coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade; P58 – peso aos 58 dias de idade; P160 – peso ao início da puberdade; P190 – peso de pré-cobertura; P210 – peso à primeira cobertura; IDP1 – idade ao 1° parto; NTP1 – nascidos totais ao 1° parto; LACP1 – duração da primeira lactação; LEITP1 – número de leitões lactentes ponderados na 1ª lactação; DESMP1 – número de leitões desmamados na 1ª lactação; IDCP1 – intervalo desmame-estro após a primeira lactação.

5.4. Correlação canônica entre características da leitegada equalizada e desempenho posterior

Foram consideradas 2.935 observações na ACC entre as características da leitegada equalizada e desempenho ponderal dos leitões até o final da fase de creche. Os coeficientes padronizados e as correlações canônicas seguidas de suas estatísticas características da leitegada equalizada e desempenho ponderal dos leitões até o final da fase de creche estão descritos na Tabela 12. As correlações entre as variáveis e as correlações canônicas entre os três primeiros pares canônicos foram estatisticamente significativas ($P < 0,01$) e iguais a 0,7481, 0,4349 e 0,2224, respectivamente.

No primeiro par canônico, 56,0% da variância foi atribuída às duas variáveis canônicas (r^2) simultaneamente, com predominância das variáveis PNeq e P21 (Tabela 12), permanecendo as mais importantes quando observadas as correlações entre as variáveis ajustadas e suas variáveis canônicas U_1 e V_1 (Tabela 13). Os valores obtidos por U_{2x_1} e V_{2y_1} mostram que 32,4% e 17,1% das variâncias das da leitegada equalizada e desempenho ponderal dos leitões até o final da fase de creche podem ser explicadas pelas primeiras variáveis canônicas U_1 e V_1 .

Tabela 12. Coeficientes canônicos padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado (r²), teste estatístico F seguido de nível de significância para os pares canônicos entre o desempenho dos leitões e características da leitegada equalizada

Variáveis ¹	Pares Canônicos		
	1°	2°	3°
P21 (kg)	1,0269	-0,0621	0,0209
CVPL21 (%)	0,0831	-0,5924	0,8174
P58 (kg)	-0,1570	0,7712	0,6515
TLeq (n°)	0,1337	0,9253	-0,1261
PNeq (kg)	1,0604	0,0230	0,0759
PMLeq (kg)	-0,2275	1,7822	0,0340
PLeq (kg)	-0,2518	-1,2413	0,5771
CVPLNeq (%)	-0,0046	-0,3422	0,9118
r	0,7481	0,4349	0,2224
F	258,14**	101,81**	50,81**
r ²	0,5596	0,1891	0,0494

¹ P21 – peso aos 21 dias de idade; CVPL21 – coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade; P58 – peso aos 58 dias de idade; TLeq – tamanho da leitegada; PNeq – peso individual ao nascer (PNeq); PMLeq – peso médio da leitegada; PLeq – peso total da leitegada; CVPLNeq – coeficiente de variação do peso da leitegada (CVPLNeq); ** P<0,01.

No segundo par canônico nota-se que PMLeq está correlacionado com P58 (Tabela 12), isto pode indicar uma influência direta do manejo de equalização sobre o desempenho pós-desmame. Tal predominância também foi detectada nas correlações entre as variáveis ajustadas e suas variáveis canônicas U_1 e V_1 (Tabela 13). Os valores obtidos por U_2x_2 e V_2y_2 mostram que 37,1% e 34,0% das variâncias das características da leitegada equalizada e desempenho ponderal posterior dos leitões podem ser atribuídos às segundas variáveis canônicas U_2 e V_2 .

Analisando o terceiro par canônico, independentemente se observados os coeficientes canônicos padronizados (Tabela 12) ou as correlações entre as variáveis ajustadas com suas variáveis canônicas (Tabela 13), as variáveis mais importantes foram CVPLNeq e CVPL21, com $U_2x_3 = 30,5\%$ e $V_2y_3 = 21,5\%$.

Tabela 13. Correlação entre o desempenho dos leitões e suas variáveis canônicas (U_{x_i}) e entre as características da leitegada equalizada e suas variáveis canônicas (V_{y_i})

Variável ¹	U_1	U_2	U_3
P21 (kg)	0,9839	0,1767	0,0280
CVPL21 (%)	-0,0548	-0,6508	0,7572
P58 (kg)	0,0371	0,8109	0,5840
	V_1	V_2	V_3
TLeq (n°)	0,0046	0,0303	0,2542
PNeq (kg)	0,9207	0,3555	0,1449
PMLeq (kg)	-0,0531	0,9243	0,3281
PLeq (kg)	-0,0428	0,6871	0,4336
CVPLNeq (%)	-0,0470	-0,4948	0,8332

¹ P21 – peso aos 21 dias de idade; CVPL21 – coeficiente de variação do peso da leitegada aos 21 dias de idade; P58 – peso aos 58 dias de idade; TLeq – tamanho da leitegada; PNeq – peso individual ao nascer (PNeq); PMLeq – peso médio da leitegada; PLeq – peso total da leitegada; CVPLNeq – coeficiente de variação do peso da leitegada (CVPLNeq).

6. DISCUSSÃO

O critério de decisão para o uso das diferentes variáveis nesse estudo foi de pela sua disponibilidade de obtenção, importância econômica ou ainda pela escassez de trabalhos acerca de determinadas características. Não existe um consenso sobre quais efeitos fixos e covariáveis devem ser considerados nos modelos de análise, no entanto, parece que a decisão varia de acordo com a disponibilidade de dados e objetivos de cada pesquisador.

6.1. Análise de componentes principais (ACP)

Nos estudos realizados por Barbosa et al. (Barbosa et al., 2005b; Barbosa et al., 2006) sobre ACP de características qualitativas e quantitativas de carcaça em suínos, as variáveis foram preliminarmente testadas para diagnóstico de multicolinearidade, sendo identificadas e descartadas variáveis com linearmente dependentes. No entanto, a ACP por si só é recomendada para a resolução de problemas envolvendo multicolinearidade (Aranha & Zambaldi, 2008), pois além de auxiliar na interpretação e redução de dados, um dos objetivos da ACP é justamente a obtenção de variáveis não correlacionadas, uma vez que procura

explicar a estrutura de variância-covariância da matriz de dados por meio de combinações lineares não-correlacionadas ou componentes ortogonais (Chaves Neto, 2012). Neste estudo, apesar do pequeno número de variáveis estudadas, a ACP detectou todas e as mesmas variáveis redundantes com e sem diagnóstico preliminar de multicolinearidade.

O número de componentes a serem extraídos na ACP é bastante questionado em algumas áreas de investigação científica, sendo recomendada a utilização simultânea dos critérios do mínimo autovalor ($\lambda_i > 1,0$), análise gráfica, proporção de variância e interpretação individual (Sas, 1989). O uso do mínimo autovalor ou critério de Kaiser (1960) neste estudo proporcionaria uma retenção superior a 90% da variância acumulada das variáveis de desempenho de leitões e históricas de matrizes, valores superiores aos obtidos por outros estudos (Barbosa et al., 2005a; Barbosa et al., 2005c; Yamaki et al., 2009; Paiva et al., 2010). O critério de Jolliffe (1972) não reduziu satisfatoriamente o volume de variáveis relacionadas ao histórico de matrizes, pois eliminou apenas 38,5% (5/13) das variáveis iniciais, tendo em vista que a muitos trabalhos apontam que mais da metade das variáveis são redundantes (Mascioli et al., 2000; Barbosa et al., 2005a; Barbosa et al., 2005c; Yamaki et al., 2009; Paiva et al., 2010).

Quanto à importância das variáveis, sugere-se que as variáveis de desempenho P21, P58 e CVPL21 sejam mantidas. É comum o uso do peso médio obtido por lote e ainda do ganho médio diário como variável zootécnica, no entanto, nota-se que em termos de variabilidade de dados, tais características foram menos importantes, provavelmente por serem funções derivadas das demais variáveis originais, ou seja, o peso individual e a idade, ressaltando-se a importância na sua obtenção e manutenção em estudos futuros, principalmente da variável P58 devido à sua importância econômica relevante. Os programas de melhoramento abordam pouco quanto às variáveis relacionadas à variabilidade do peso ou desuniformidade do lote. A variável CVPL21 merece destaque e deve ser mantida em estudos futuros sobre desempenho de suínos, considerando que a variação tende a aumentar nos períodos seguintes (Piloto, 2006), além do que a falta de uniformidade é apontada como sendo o fator de maior impacto sobre a rentabilidade do sistema de produção de suínos (Deen, 2002).

Poucos trabalhos encontrados aplicando ACP em dados biológicos, particularmente em dados de sistemas de produção animal, abordam variáveis não estritamente associadas ao desempenho ou crescimento. Yamaki et al. (2009) incluíram variáveis relacionadas à postura de aves (peso do ovo) e Young et al. (1977) estudaram a estrutura de relacionamento entre variáveis antes da primeira cobertura e desempenho reprodutivo, no entanto, o interesse não era apenas reduzir a dimensionalidade de variáveis, e sim auxiliar na interpretação e

transformar dos dados para estimativas de correlações fenotípicas e genéticas entre as características. No trabalho realizado por Young et al. (1977), a primeira componente principal para variáveis pré-cobertura estiveram associadas com as características de crescimento da leitoa. A partir dos resultados deste estudo, recomenda-se a manutenção das variáveis P160, P190 e P210 foram mantidas. A aferição do peso da leitoa principalmente à primeira cobertura é muito importante, pois tanto o baixo como o alto peso, pode influenciar negativamente na produtividade e na longevidade da futura matriz (Amaral Filha, 2009). O peso à primeira cobertura é um critério e deve situar-se entre 135 a 150 kg (Lesskiu & Brandt, 2010), ressaltando a importância na sua mensuração desde o início da puberdade. Apesar dos custos com investimentos e acréscimo de mão-de-obra, a pesagem simples e efetiva ainda é o método mais prático, seguro e confiável para a determinação do desempenho dos animais, seus programas de alimentação e momento adequado para o início reprodutivo (Pic, 2008a). Quanto ao desempenho reprodutivo da matriz ao primeiro parto, todas as variáveis devem ser mantidas em estudos futuros com exceção do LEITP1. Mesmo que essa variável pudesse refletir com mais precisão sobre o número de leitões lactentes durante a primeira lactação, a mesma foi altamente correlacionada com a variável DESMP1 (0,9527), portanto, eram redundantes, justificando assim sua remoção.

6.2. Análise de correlação canônica (ACC)

O TL é considerado por vários programas de melhoramento genético como a característica reprodutiva de maior importância econômica (Bereskin, 1984; Rydhmer, 2000), no entanto, alguns autores sugerem empregar a variável TL de ordens de partos distintas como características diferentes, devendo esta ser empregada em análises multicaracterísticas na avaliação genética desses indivíduos. Além disso, a seleção para TL ao primeiro parto pode fornecer estimativas de ganhos genéticos viesados, em função de pouco êxito obtido ao se realizar seleção para TL por resposta correlacionada nas partições posteriores (Barbosa et al., 2008). Os resultados obtidos neste estudo demonstraram correlação positiva entre NTP1 e TL, sugerindo que deve ser reconsiderado o fato de que o desempenho reprodutivo posterior em matrizes seja independente do resultado obtido enquanto primípara. A herdabilidade para TL aumenta nos partos posteriores, sendo que cada partição parece estar associada a combinações gênicas distintas em função do amadurecimento endócrino e fisiológico da matriz (Noguera et al., 2002). De acordo com Irgang (1994), a predição do valor genético para TL deve ser para raças e partições específicas. O mesmo autor obteve correlações genéticas

altas para o TL entre a primeira e terceira parição e entre o segundo e o terceiro parto, no entanto, baixa correlação genética entre o primeiro e o segundo parto (0,38 a 0,42), atribuindo essa ocorrência em função dos maiores efeitos genéticos maternos obtidos para a segunda parição. Esse comportamento talvez possa ser explicado pelo fato de que em algumas situações há uma redução do TL ao segundo parto. Quiniou et al. (2002) estudaram características de 965 leitegadas Landrace x Large White e obtiveram redução do TL em matrizes ao segundo parto, inferiores à produtividade ao primeiro e terceiro parto, sendo que após o quarto parto a prolificidade voltou a reduzir. A redução da produtividade ao segundo parto também é conhecida como síndrome de segundo parto (Wentz et al., 2010), devendo ser ressaltado um correto manejo da primípara, pois de acordo com Kummer (2005), o bom desempenho reprodutivo ao primeiro parto tende a proporcionar leitegadas maiores nos partos posteriores.

A aferição do peso da leitoa principalmente à primeira cobertura é muito importante, pois tanto o baixo como o alto peso, podem influenciar negativamente a produtividade e longevidade da futura matriz (Amaral Filha, 2009), desta forma, o controle do peso de leitoas pelo menos ao início da puberdade é necessário para o correto manejo desta categoria. Sabe-se que o trabalho envolvido nesse tipo de manejo é muitas vezes dificultado, já que há necessidade de investimentos em mão-de-obra e em equipamentos (Pic, 2008b) e muitas vezes essas atividades são negligenciadas pelos produtores, porém, neste estudo houve correlação entre P190 e P160 sobre o PL e PML. As variáveis relacionadas à taxa de ganho das leitoas foram desconsideradas, pois não expressaram tão bem a variabilidade de dados quanto os pesos propriamente ditos, desta forma, os pesos (P160, P190 e P210) serão extrapolados para fins de discussão como sendo variáveis relacionadas à taxa de crescimento. Em geral, as correlações genéticas entre características de crescimento durante a puberdade da leitoa e o desempenho reprodutivo ao primeiro parto são negativas e de acordo com Young et al. (1977), leitoas em confinamento com boa taxa de crescimento, possuem melhores taxas ovulatórias, no entanto, menor sobrevivência embrionária. Para este autor, as correlações entre características de crescimento e reprodução são pequenas em função da presença de grandes correlações ambientais negativas de sinais opostos. Pelos resultados obtidos neste estudo, houve associação entre o PL e PML com o peso da leitoa (P190 e P160), ressaltando a importância do manejo correto e controle de peso desta categoria para garantir uma leitegada de qualidade ao nascimento.

O número de leitões lactentes ao primeiro parto está fortemente correlacionado à variável DESMP1, o qual esteve positivamente associado com o peso ao desmame nos

posteriores (P21). Embora alguns autores apontem consequências negativas quando primíparas são submetidas a um catabolismo excessivo em sua primeira lactação pelo número elevado de leitões lactentes (Bierhals et al., 2010), resultados obtidos por Quesnel et al. (2007) demonstraram que primíparas tiveram adaptações metabólicas favoráveis relacionadas à lactação quando amamentaram leitegadas grandes (13-14 leitões), e melhor desenvolvimento folicular posterior, quando comparadas com número de leitões lactentes menor (7). Estes autores ainda sugerem que um número maior de leitões lactentes estimula a glândula mamária e conseqüentemente a produção de leite no próximo ciclo da matriz. A variável P210 também esteve correlacionada positivamente com CVPL21. Embora poucos trabalhos discutam a associação entre o histórico de matrizes e o desempenho posterior em leitões, Ahlschwede e Robinson (1971) relataram que tanto os efeitos pré-natais como os efeitos pós-natais são de extrema relevância para características de desempenho em suínos, sendo que Bereskin (1984) atribuiu destaque para o entendimento das relações entre a produtividade da matriz com o desempenho dos leitões.

Em função dos ajustes realizados quanto ao número de leitões transferidos na composição da leitegada, a avaliação sobre o efeito da equalização de leitegadas talvez não fosse adequada, no entanto, o interesse foi estabelecer relações biológicas entre variáveis da leitegada equalizada com o desempenho posterior dos leitões. As variáveis PNeq, PMLeq e CVPLNeq estiveram correlacionadas positivamente com P21, P58 e CVPL21. Para Winters et al. (1947), o peso ao nascer é o fator mais importante para a sobrevivência e peso da leitegada ao desmame. Variações relacionadas ao peso ao nascer de leitões tendem a interferir no desempenho ao desmame e no pós-desmame (Smith et al., 2007) e o número de fibras musculares pré-natais está altamente correlacionado com o peso ao nascer, não podendo ser compensando no crescimento posterior (Rehfeldt & Kuhn, 2006). Mesmo que as correlações fenotípicas e genéticas sejam altas entre características dos leitões ao nascer e desempenho ao desmame (Alves et al., 1987), Ebert (2005) acredita que a avaliação de leitões lactentes pode subestimar o potencial genético desta categoria visto que estes animais encontra-se em restrição alimentar.

7. CONCLUSÃO

A análise de componentes principais foi eficiente na indicação de variáveis que provocam multicolinearidade em dados de suínos, sendo capaz de indicar um grande número de variáveis redundantes: 38,5% das características de crescimento e reprodução de matrizes e

57,1% das variáveis de desempenho de leitões – sendo que o ganho médio diário esteve frequentemente correlacionado linearmente com outras variáveis.

As variáveis associadas ao crescimento, reprodução de leitões, características da leitegada ao nascer em partos posteriores e o crescimento posterior dos leitões até o final da creche encontraram-se correlacionados entre si. O tamanho da leitegada ao nascer da primípara ou partos posteriores e o peso ou número dos leitões ao desmame são as variáveis mais importantes para explicar a associação entre os diferentes conjuntos de variáveis estudados. Leitões bem preparados e desafiados ao primeiro parto possuem maior produtividade futura.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLSCHWEDE, W.T.; ROBISON, O.W. Prenatal and postnatal influences on growth and backfat in swine. **Journal of Animal Science**, v.32, p.10-16, 1971.

ALVES, R.G.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, J.A.A.; SANCEVERO, A.B.; BARBOSA, A.S. Influência de fatores de meio e genéticos no tamanho e peso da leitegada ao nascer e aos 21 dias de idade em suínos. **R. Bras. Zootec**, v.16, p.540-549, 1987.

AMARAL FILHA, W.S. **Reflexo da taxa de crescimento em leitões e do peso na primeira inseminação sobre o desempenho reprodutivo subsequente e longevidade da matriz**. 2009. 94f.p. Tese (Doutorado) - UFRGS, Porto Alegre.

ARANHA, F.; ZAMBALDI, F. **Análise Fatorial em Administração**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2008., 2008.

BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S., E, F.; TORRES, R.A. Avaliação de características de carcaça de suínos utilizando-se a análise dos componentes principais. **R. Bras. Zootec.**, v.34, p.2209-2217, 2005a.

BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Estudo da associação entre características de desempenho e de carcaça de suínos por meio de correlação canônica. **R. Bras. Zootec.**, v.34, p.2218-2224, 2005b.

BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Seleção de variáveis de desempenho de suínos por meio da análise de componentes principais. **Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot.**, v.57, p.805-810, 2005c.

BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. **R. Bras. Zootec.**, v.35, p.1639-1645, 2006.

BARBOSA, L.T.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; TORRES, R.A.; SANTANA JUNIOR, M.L.; VERONEZE, R. Estimação de parâmetros genéticos em tamanho de leitegada de suínos utilizando análises de características múltiplas. **R. Bras. Zootec.**, v.37, p.1947-1952, 2008.

BARBOSA, L.T.; REGAZZI, A.J.; BACKES, A.; FAGUNDES, J.L.; VIERA, J.S.; MORAIS, J.A.S. Associação entre qualidade da carne e características quantitativas de suínos por meio de correlação canônica. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, p.1150-1162, 2010.

BERESKIN, B. Genetic correlations of pig performance and sow productivity traits. **J Anim Sci**, v.59, p.1477-1487, 1984.

BIERHALS, T.; HEIM, G.; PIUCO, P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38, p.141-157, 2010.

CAVALCANTE NETO, A.; LUI, F.F.; SARMENTO, J.L.R.; RIBEIRO, M.N.; MONTEIRO, J.M.C.; TONHATI, H. Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmame-cio de fêmeas suínas. **R. Bras. Zootec.**, v.37, p.1953-1958, 2008.

CHAVES NETO, A. **Análise multivariada aplicada à pesquisa**. Curitiba: UFPR. Notas de aula. 2012.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

DEEN, J. Disease and slow growth and mortality in pigs. **International Pigletter**, 2002.

EBERT, A.R. **Alimentação líquida artificial para leitões dos 2 aos 21 dias de idade**. 2005. 173p. (Doctor of Science) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FREITAS, R.T.F.; SILVA, M.A.; LOPES, P.S.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Análise dialéctica de características de leitegadas de suínos usando-se variáveis canônicas. **R. Bras. Zootec**, v.27, p.700-706, 1998.

IRGANG, R.; FÁVERO, J.A.; KENNEDY, B.W. Genetic parameters for litter size of different parities in Duroc, Landrace, and Large White sows. **J Anim Sci**, v.72, p.2237-2246, 1994.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I: Artificial data. **Journal of the Royal Statistical Society**, v.21 (Series C: Applied Statistics), p.160-173, 1972.

KAISER, H.F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v.20, p.141-151, 1960.

KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. NC, USA: SAS Institute Inc., Cary,, 2000. 558p.p.

KUMMER, A.B.H.P. **Uso de análise multivariada para determinar a associação do desempenho reprodutivo de machos suínos com as características seminais**. 2012. 63p. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Porto Alegre.

KUMMER, R.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; BERNARDI, M.L. Existe diferença no desempenho reprodutivo ao primeiro parto de leitoas inseminadas no 1º, 2º, 3º ou 4º estro? **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, p.125-130, 2005.

LEDO, C.A.S.; FERREIRA, D.F.; RAMALHO, M.A.P. Análise de variância multivariada para os cruzamentos dialélicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1214-1221, 2003.

LESSKIU, P.E.; BRANDT, G. Novidades no manejo de leitoas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38 (Supl 1), p.105-119, 2010.

LIRA, S.A. **Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. 2004. 196p.p. (Mestre em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LOURENÇO, F.F. **Efeitos genéticos sobre a leitegada em suínos puros das raças landrace e large white no Rio Grande do Sul**. 2006. 69p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MASCIOLI, A.S.; EL FARO, L.; ALENCAR, M.M.; FRIES, L.A.; BARBOSA, P.F. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e análise de componentes principais para características de crescimento na raça Canchim. **R. Bras. Zootec**, v.29, p.1654-1660, 2000.

NOGUERA, J.L.; VARONA, L.; BABOT, D.; ESTANY, J. Bayesian variance component estimation multivariate analysis of litter size for multiple parities with production traits in pigs. **J Anim Sci**, v.80, p.2540-2547, 2002.

PAIVA, A.L.C.; TEIXEIRA, R.B.; YAMAKI, M.; MENEZES, G.R.O.; LEITE, C.D.S.; TORRES, R.A. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. **R. Bras. Zootec**, v.39, p.285-288, 2010.

PIC. **Especificações nutricionais para fêmeas e machos reprodutores Agroceres PIC**. 2008a.

PILOTTO, J.J. O valor da uniformidade com qualidade na produção de suínos. In: I Simpósio UFRGS sobre Manejo, Reprodução e Sanidade Suína, 2006, Porto Alegre. **O valor da uniformidade com qualidade na produção de suínos**. p.72-83.

PITA, F.V.C.; ALBUQUERQUE, L.G. Comparação de Diferentes Modelos para Avaliação Genética de Características de Desempenho Pós-desmama em Suínos. **Rev. Bras. Zootec**, v.30, p.1720-1727, 2001.

QUESNEL, H.; ETIENNE, M.; PÈRE, M.C. Influence of litter size on metabolic status and reproductive axis in primiparous sows. **J Anim Sci**, v.85, p.118-128, 2007.

QUINIQU, N.; DAGORN, J.; GAUDRE, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Liv. Prod. Sci.**, v.78, p.63-70, 2002.

REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **J Anim Sci**, v.84, p.113-123, 2006.

RYDHMER, L. Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. **Liv. Prod. Sci.**, v.66, p.1-12, 2000.

SAS. **SAS/STAT users guide**. v.6, 4th ed., v.1. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989.

SAS. **Statistical Analysis Systems Institute. SAS User's Guide: Statistics Version 9.0**. Cary, N.C.: SAS Institute Inc., 2002.

SILVA, G.O.; PEREIRA, A.S.; SOUZA, V.Q.; CARVALHO, F.I.F.; VIEIRA, E.A. Capacidade de combinação multivariada para caracteres de tubérculo em gerações iniciais de seleção em batata. **Ciência Rural**, v.38, p.321-325, 2008.

SMITH, A.L.; KENNETH, J.S.; TIMO, V.S.; BAAS, T.J.; MABRY, J.W. Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. **Journal of Swine Health Production**, v.15, p.213-218, 2007.

TORRES FILHO, R.A.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S.; EUCLYDES, R.F.; ARAÚJO, C.V.; PEREIRA, C.S.; ALMEIDA E SILVA, M. Avaliação de modelos para estimação de componentes de (co) variância em características de desempenho e reprodutivas em suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.350-357, 2004.

VENTURA, H.T.; LOPES, P.S.; PELOSO, J.V.; GUIMARÃES, S., E, F.;; CARNEIRO, A.P.S.; CARNEIRO, P.L.S. A canonical correlation analysis of the association between carcass and ham traits in pigs used to produce dry-cured ham. **Genetics and Molecular Biology**, v.34, p.451-455, 2011.

WENTZ, I.; WERLANG, R.F.; BORTOLOZZO, F.P. Como abordar o problema da síndrome do segundo parto. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38, p.121-133, 2010.

WINTERS, L.M.; CUMMINGS, J.N.; STEWART, H.A. A study of factors affecting survival from birth to weaning and total weaning weight of the litter in swine. **J Anim Sci**, v.6, p.288-296, 1947.

YAMAKI, M.; MENEZES, G.R.O.; PAIVA, A.L.C.; BARBOSA, L.; SILVA, R.F.; TEIXEIRA, R.B.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S. Estudo de características de produção de matrizes de corte por meio da análise de componentes principais. **Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot.**, v.61, p.227-231, 2009.

YOUNG, L.D.; JOHNSON, R.K.; OMTVEDT, I.T. An analysis of the dependency structure between a gilt's prebreeding and reproductive traits. II. Principal component analysis. **J Anim Sci**, v.44, p.565-570, 1977.

CAPÍTULO 2 – ESTUDO DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE TRÊS LINHAGENS DE SUÍNOS UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA

(Study of the genetic divergence among lines of swine by techniques of multivariate analysis)

1. RESUMO

O estudo da divergência genética entre suínos por meio de variáveis canônicas é uma importante alternativa aos delineamentos em dialelos, pois proporciona uma simplificação dos dados mesmo contendo muitas variáveis, auxiliando assim na sua interpretação e distinção de genótipos. O objetivo deste estudo foi avaliar a divergência genética entre genótipos de suínos de duas granjas comerciais do sul do Brasil, avaliados quanto ao tamanho da leitegada ao nascer e desempenho ponderal de leitões até o final da creche, nascidos de dois partos consecutivos de matrizes comerciais (LM) de primeira até quinta parição, na primavera de 2011 e verão de 2012, cruzadas com três diferentes linhagens de machos comerciais: LP1, LP2 e LP3. As variáveis foram ajustadas para os principais efeitos fixos e covariáveis e submetidas à análise de variância multivariada, sendo que os contrastes entre vetores de médias foram testados pela diferença mínima significativa obtida pelo método da união-intersecção de Roy a 5% de probabilidade. Após os ajustes preliminares, as variáveis foram submetidas ao procedimento CANDISC do programa estatístico SAS (2002), para obtenção das variâncias atribuída aos autovalores e seus respectivos autovetores associados. As médias canônicas para cada linhagem foram calculadas pelos autovetores obtidos, determinando escores finais para cada linhagem, os quais foram comparados pelo teste de Tukey-Kramer à 5% de probabilidade. As três linhagens paternas estudadas são bastante divergentes quanto às características de crescimento de leitões e tamanho da leitegada ao nascer. Quanto ao peso de suas progênes ao final da creche, a linhagem paterna LP3 foi superior em relação às demais linhagens.

Palavras-chave: cruzamento, dialelo, leitão, suíno, variável canônica.

2. ABSTRACT

The study of genetic diversity between swine by canonical variables is an important alternative to diallel designs, because provides a simplification of the data that contains many variables, and become its interpretation easier and better distinction of genotypes. The aim of this study was to evaluate the genetic divergence between genotypes of swine from two commercial farms in southern Brazil, evaluated by litter size at birth and weight gain of weaning and nursery piglets, born in two consecutive seasons (spring 2011 and summer of 2012), from dam at first to fifth parity, crossed with three different boar lines: LP3, LP2 and LP1. The variables were adjusted for fixed effects and covariates and subjected to multivariate analysis of variance, and the contrasts between were tested by least significant difference obtained by the method of union-intersection by Roy at 5% of probability. After preliminary adjustments, variables were submitted to CANDISC procedure using SAS statistical program (2002), to obtain its variance for each eigenvalues and its associated eigenvectors. A final score for each line were obtained using canonical averages calculated by eigenvectors, which were compared by Tukey-Kramer test at 5% probability. Both boar lines evaluated are divergent when considering growth traits in its progeny and litter size at birth. The LP3 was superior compared to other boar lines when considering the weight of nursery piglets, around 58 days old.

Keywords: canonical, diallel, mating, piglet, swine.

3. INTRODUÇÃO

O termo linhagem é usado atualmente pelas empresas de melhoramento genético de suínos para os mestiços obtidos por cruzamento de diferentes raças, seleção de linhas específicas dentro de cada raça, ou ainda, pela associação entre seleção e cruzamento. A obtenção de linhagens é um importante método se explorar a heterose e o aproveitamento da variabilidade de características entre as raças, promovendo a sua complementariedade, obtendo assim novos materiais geneticamente superiores (MESQUITA, 2008).

Atualmente, as empresas de melhoramento genético de suínos oferecem vários produtos ou linhagens com vantagens específicas para determinadas características. Os produtores de suínos, no entanto, não devem esperar que alguma raça ou linhagem apresente-se superior em relação a todos os aspectos produtivos, sendo necessária uma visão crítica abrangente sobre as vantagens e desvantagens de cada combinação entre linhagens ou raças. A utilização de sistemas de cruzamentos que permitam a combinação de tais vantagens presentes em cada linhagem possibilita incorporar rapidamente as características favoráveis nos produtos para as granjas comerciais. É importante lembrar que a forma de combinação das raças ou linhagens nos sistemas de cruzamentos influencia diretamente as respostas a serem obtidas, tanto pelas influências dos efeitos genéticos diretos como dos efeitos maternos e paternos.

Entre os delineamentos genéticos disponíveis para avaliação de novos híbridos têm-se os cruzamentos dialélicos, ou seja, o intercruzamento de genitores. As metodologias de análise dialélica têm por finalidade analisar o delineamento genético, provendo estimativas de parâmetros úteis na seleção de progenitores para hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ et al., 2004), permitindo observar o comportamento de todos os híbridos combinantes entre os genitores e aumentando, na maioria das vezes, a eficiência dos programas de melhoramento. (MESQUITA, 2008). A análise dialélica quando realizada por variáveis canônicas, além de permitir o estudo multivariado de características, proporciona uma simplificação estrutural e auxiliam na sua interpretação da divergência genética (FREITAS et al., 1998).

No entanto, os delineamentos em dialelos demandam uma avaliação de cada progenitor e ainda de todas as suas combinações híbridas, podendo ser impraticável quando o número de genótipos é elevado (CRUZ et al., 2004). Em outras situações, há a falta da identificação individual dos genótipos paternos, não caracterização racial ou ainda a falta de combinações entre os progenitores. Alternativamente, as análises da divergência genética merecem destaque, pois dispensam a obtenção prévia das combinações híbridas entre os progenitores e

tem sido empregadas com o objetivo de identificar as combinações híbridas de maior heterozigose. Técnicas multivariadas como as variáveis canônicas têm sido empregadas no estudo da divergência genética entre raças e linhagens (FREITAS et al., 1998; FONSECA et al., 2000; MIRANDA et al., 2005; TORRES FILHO et al., 2005; FERREIRA, 2011). O estudo da divergência genética por variáveis canônicas permite identificar os indivíduos similares em gráficos de dispersão, mantendo o princípio do processo de agrupamento com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando-se as correlações residuais existentes entre as médias dos progenitores (CRUZ et al., 2004).

O objetivo deste artigo foi avaliar a divergência genética entre linhagens paternas de suínos em relação às características da leitegada ao nascer e desempenho posterior dos leitões.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados empregados neste trabalho são provenientes de duas unidades produtoras de leitões situadas na mesma microrregião do centro-oeste de Santa Catarina, BR, onde foi avaliado o desempenho ponderal de leitões nascidos de dois partos consecutivos de matrizes comerciais (LM) de primeira até quinta parição, na primavera de 2011 e verão de 2012, cruzadas com três diferentes linhagens de machos comerciais: LP1, LP2 e LP3.

As variáveis estudadas foram: tamanho da leitegada ao nascer (TLN), peso da leitegada ao nascer (PLN) e pesos individuais ao nascer (PN), aos 21 e 58 dias de idade (P21 e P58, respectivamente). As variáveis foram previamente ajustadas para os efeitos fixos e covariáveis de forma semelhante como descrito no Capítulo 1 desta dissertação, mantendo-se como fonte de variação o efeito da linhagem paterna. Após a edição e ajustes preliminares, as variáveis ajustadas foram submetidas à análise de variância multivariada de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu_k + LP_{ik} + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} = valor observado; μ_k = média geral da variável k; LP_{ik} = efeito fixo da linhagem paterna i na variável k (LP1, LP2 ou LP3) e e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijk} . Foram considerados apenas os leitões provenientes de matrizes com duas avaliações completas, ou seja, avaliados em dois partos consecutivos, e ainda apenas os leitões criados por suas mães biológicas, portanto, àqueles que não sofreram o efeito de equalização entre leitegadas.

Na análise de variância multivariada (MANOVA) são obtidas as matrizes A, H e E de soma de quadrados e produtos totais, tratamentos (LP) e residuais, respectivamente, com dimensões cinco por cinco (cinco variáveis estudadas). A hipótese H_0 testada pela MANOVA é a de igualdade entre os vetores de médias entre os tratamentos, neste caso, entre as LP:

$$H_0 = \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{12} \\ \mu_{13} \\ \mu_{14} \\ \mu_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{21} \\ \mu_{22} \\ \mu_{23} \\ \mu_{24} \\ \mu_{25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{31} \\ \mu_{32} \\ \mu_{33} \\ \mu_{34} \\ \mu_{35} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Para teste da hipótese inicial H_0 empregou-se o teste de Roy, extraído a partir do maior autovalor ($\lambda_{\text{máx}}$) do produto matricial $E^{-1}H$, o qual é obtido pela expressão: $\Theta_0 = \lambda_{\text{máx}} / (1 + \lambda_{\text{máx}})$. O valor obtido é comparado com o limite de significância fornecido em tabelas e podem ser obtidas por Morrison (1976). Portanto, o resultado significativo da MANOVA indica que pelo menos um vetor de médias entre os tratamentos difere pelo teste de Roy. Os contrastes foram calculados a partir das médias ajustadas de acordo com os coeficientes de regressão obtidos em cada análise como realizado por Morrison (1976), e posteriormente foram submetidos ao teste de união-intersecção de Roy descrito pelo mesmo autor, com base na diferença mínima significativa (DMS):

$DMS = \sqrt{\frac{\theta_\alpha}{1 - \theta_\alpha} \frac{SQR_r}{\bar{r}} \sum_{i=1}^3 c_1^2}$, em que: θ_α = valor crítico de Roy; SQR_r = soma de quadrados residuais para a variável k ; \bar{r} = aproximação do número de repetições pela média harmônica.

Após a MANOVA, as variáveis foram submetidas à análise de variáveis canônicas de acordo com a metodologia proposta por Cruz et al. (2004), que consiste na transformação das variáveis originais em variáveis padronizadas e não-correlacionadas por meio de um processo denominado condensação pivotal. Este procedimento tem a vantagem de proporcionar novas variáveis, com variâncias residuais unitárias e covariâncias nulas. Pela condensação pivotal obtém-se as matrizes de covariâncias residuais (E) e fenotípicas (T), de um conjunto de variáveis originais, possibilitando a obtenção de um novo conjunto de variáveis, com matrizes de covariâncias residuais e fenotípicas dadas por I (matriz-identidade) e T^* , respectivamente. As variáveis canônicas são estimadas a partir dos autovetores normalizados de T^* e suas variâncias correspondem aos respectivos autovalores.

A primeira variável canônica ou Função Discriminante Linear de Fisher foi aplicado aos dados de observação para obtenção de escores finais para cada linhagem paterna (tratamento), as quais foram submetidas à análise de variância convencional e as médias dos tratamentos foram testados pelo teste de Roy. As médias de cada variável transformada por condensação

pivotal para cada linhagem paterna foram associadas aos autovetores de cada variável canônica para obtenção das médias canônicas (MC_i). A partir das MC_i , foi realizado um gráfico de dispersão, cálculo da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher.

Todos os procedimentos de edição e análise estatística dos dados foram realizados pelo programa estatístico SAS (2002), empregando-se os procedimentos GLM para a MANOVA, ANOVA e procedimento CANDISC para as variáveis canônicas e cálculo de D^2 .

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias ajustadas pelos coeficientes de regressão, em cada linhagem paterna, seguidas de DMS pelo teste de união-intersecção de Roy para as características de desempenho estão apresentadas na Tabela 14. Em geral, as características não diferiram entre si pelo teste do maior autovalor de Roy ($P > 0,05$), exceto para a variável PLN ($P > 0,05$), com superioridade da LP2 em relação à LP1 ($P < 0,05$), sendo que LP3 não diferiu estatisticamente de LP1 e LP2 ($P > 0,05$).

Tabela 14. Número de observações (n), médias ajustadas pelos coeficientes de regressão e diferenças mínimas significativas (DMS) de características da leitegada ao nascer e desempenho posterior dos leitões de acordo com a linhagem paterna (LP)

LP	n	TLN1 ¹	PLN	PN	P21	P58
LP1	535	12,264	19,002b	1,606	6,385	20,335
LP2	350	12,426	20,080a	1,636	6,506	20,338
LP3	606	12,430	19,458ab	1,611	6,189	20,584
DMS	1.491 ²	0,652	1,062	0,106	0,468	0,859

¹ TLN – Tamanho da leitegada ao nascer; PLN – peso da leitegada ao nascer; PN, P21 e P58 – pesos individuais ao nascer, 21 e P58 dias de idade, respectivamente; ² número total de observações; Médias em cada coluna seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Roy, a 5% de probabilidade.

O teste do maior autovalor de Roy apresenta o desempenho de cada linhagem para cada variável estudada e suas informações obtidas, podem ser utilizadas como medida na avaliação, descarte e/ou seleção de linhagens (PIRES et al., 2002). No entanto, o uso da variável P21 não seria suficiente para o julgamento da melhor linhagem a ser empregada, até

porque a produção de leite é um fator limitante para o crescimento de leitões lactentes (EBERT, 2005) o que poderia subestimar o potencial genético do animal. Desta forma, a FDF ou primeira variável canônica, é um índice ponderado que representa o desempenho geral da linhagem quanto à variabilidade de cada variável estudada e suas correlações, diferindo do índice de seleção convencional, o qual pondera e levam em consideração informações econômicas (PIRES 2002). Os escores baseados na FDF para cada LP estudada encontram-se na Tabela 15, os quais diferiram significativamente entre si pelo teste de Roy à 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Houve inferioridade da linhagem paterna LP1 em relação à LP2 e LP3 ($P < 0,05$), as quais não diferiram significativamente entre si ($P > 0,05$), sendo que a distância baseada nos escore pela FDF é proporcional ao grau de dissimilaridade entre as populações (MIRANDA et al., 2005).

Tabela 15. Médias dos escores finais baseados na Função Discriminante de Fisher para cada linhagem paterna avaliada (LP1, LP2 e LP3)

Linhagem Paterna	Escores ¹
LP1	18,358b
LP2	19,200a
LP3	19,182a
DMS	0,804

¹ Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Roy a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

A variável canônica pondera os valores das características dentro de grupo genético de acordo com a variância atribuída em cada variável e suas correlações, desta forma, uma alta porcentagem de variância entre elas nas primeiras variáveis canônicas torna a análise eficiente, uma vez que a transformação escalar preserva o máximo da variabilidade explicada pelas variáveis originais, resultando em variáveis padronizadas e não correlacionadas (PIRES et al., 2002). Na Tabela 16 encontram-se os autovalores, porcentagens de variância acumulada e seus vetores associados obtidas na análise de variáveis canônicas com as características de desempenho estudadas nas três linhagens paternas.

Tabela 16. Variáveis canônicas (VC_i) contendo os autovalores (λ_i) e porcentagem de variância ($\%^2$) e seus autovetores associados, obtidos na análise das características de desempenho de suínos para as três linhagens paternas avaliadas

VC_i^1	λ_i	$\%^2$	TLN	PLN	PN	P21	P58
VC1	0,0169	0,6339	-0,30004	0,97601	0,39464	-1,44443	0,57969
VC2	0,0098	0,3661	0,17292	0,78930	-0,62098	0,78634	-0,21601

¹ TLN – Tamanho da leitegada ao nascer; PLN – peso da leitegada ao nascer; PN, P21 e P58 – pesos individuais ao nascer, 21 e 58 dias de idade, respectivamente.

As variáveis PLN, PN e P58 contribuíram positivamente para o valor dos escores da primeira variável canônica, o que indica que linhagens com maiores valores para estas características terão maiores escores para esta variável canônica, a qual foi negativamente contribuída pelas variáveis TLN e P21. As variáveis PLN e P21 contribuíram forte e positivamente na segunda variável canônica e negativamente pelo PN e P58. Com base nos inversos para as variáveis TLN, PN e P58 para cada VC, sugere-se que a VC1 esteja mais associada com características de crescimento e VC2 com características da leitegada ao nascer.

A primeira variável canônica (VC1) atribuiu-se a 63,4% da variância observada ($\%^2$), sendo que a segunda VC2 explicou 36%. Comportamento semelhante foi obtido no estudo da divergência genética entre raças de suínos realizado por Fonseca et al. (2000), em que obteve 64,7% e 35,3% da variância explicada nas duas primeiras variáveis canônicas, respectivamente. Quando as primeiras variáveis canônicas estão atribuídas a mais de 80% da variância total acumulada, o estudo da divergência genética é considerado viável de acordo com Cruz et al. (2004). Segundo este autor, em tais condições as duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2) são suficientes para realizar a descrição da divergência genética entre as linhagens estudadas. Fonseca (2000) e Pires (2002) também empregaram apenas as duas primeiras variáveis canônicas no estudo da divergência genética de suínos por meio de variáveis canônicas.

A dispersão gráfica da divergência genética entre as linhagens em gráficos bidimensionais por meio das médias canônicas pode ser realizada uma vez que as primeiras variáveis canônicas explicaram mais de 80% da variância total (CRUZ et al., 2004). No entanto, Pires et al. (2002) recomendam a aplicação de um método de agrupamento baseado em critérios para fornecer uma melhor interpretação e permitir que linhagens semelhantes sejam reunidas no mesmo grupo. O agrupamento por otimização de Tocher tem sido um dos

critérios mais empregados por diversos pesquisadores no estudo da divergência genética entre suínos (FONSECA et al., 2000; PIRES et al., 2002; TORRES FILHO et al., 2005). As médias canônicas (MC_i) para cada linhagem paterna obtidas na análise de variáveis canônicas estão apresentadas na Tabela 17 e a dispersão entre as linhagens paternas está representada pela distância generalizada de Mahalanobis (Tabela 18) e graficamente em relação às MC_i (Figura 1).

Tabela 17. Médias canônicas (MC_i) * para as três linhagens paternas estudadas

Linhagem Paterna	MC1	MC2
LP1	-0,16109	-0,04923
LP2	0,01053	0,17806
LP3	0,13614	-0,05938

* As médias canônicas (MC_i) foram obtidas a partir dos autovetores associados a cada variável canônica, que de forma geral, representam o desempenho dos leitões quanto ao crescimento (MC1) e características da leitegada ao nascer (MC2).

Com base na dispersão gráfica em relação às MC_i (Figura 1) e nas distâncias generalizadas de Mahalanobis (Tabela 18), pode-se observar que as linhagens LP3 e LP2 mostraram-se mais próximas entre si, quando comparadas à distância em relação à LP LP1, no entanto, todas as linhagens paternas mostraram-se bastante divergente entre si quanto às características estudadas, motivo pelo qual não foi realizado o agrupamento pelo método de Tocher. Face ao exposto, é importante que seja estabelecido o objetivo zootécnico de produção a fim de determinar qual a linhagem mais recomendada. Considerando-se o desempenho dos leitões na fase de creche de forma exemplificada, a linhagem LP3 pode ser a mais recomendada para o P58, sendo que a linhagem LP1 contribuiu menos em relação à demais linhagens. O desempenho dos leitões até o final da fase de creche (entre 56 e 63 dias de idade) é uma variável muito importante, principalmente para as unidades produtoras de leitões que os comercializam e empregam como unidade monetária. Além disso, a fase de creche é fundamental para o sistema de produção de suínos, pois determina a capacidade de desenvolvimento posterior (KUMMER et al., 2009). Se o objetivo zootécnico for a obtenção de bons pesos da leitegada ao nascer e subsequente desempenho dos leitões ao desmame, com base na MC2, o cruzamento envolvendo a linhagem LP2 pode ser o mais recomendado.

Tabela 18. Distâncias de Mahalanobis entre as médias canônicas para as três linhagens paternas (LP1, LP2 e LP3)

Linhagens Paternas	LP1	LP2	LP3
LP1	0	0,07649	0,07994
LP2	0,07649	0	0,06065
LP3	0,07994	0,06065	0

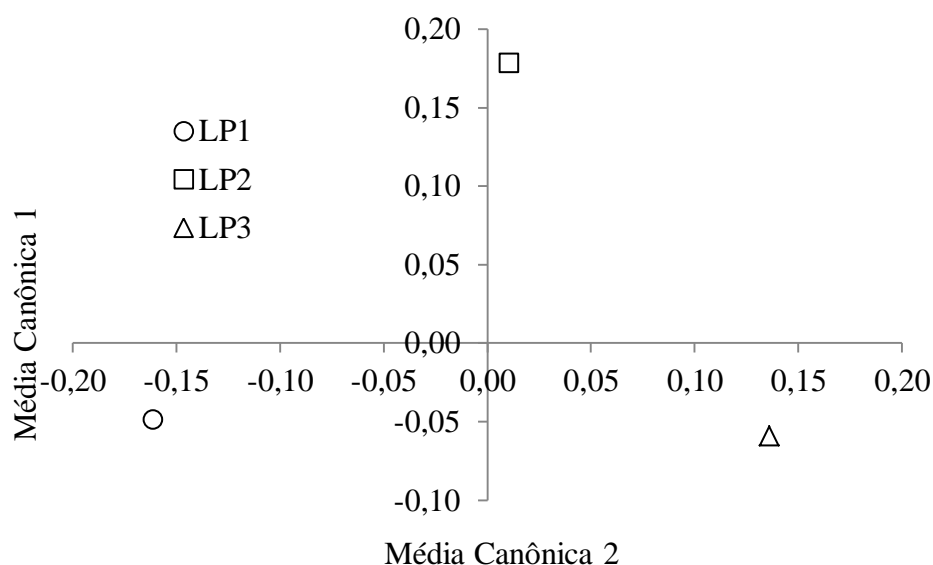


Figura 1. Dispersão gráfica entre as três linhagens paternas (LP2, LP3 e LP1) em relação às duas primeiras médias canônicas (MC_i) obtidas a partir dos autovetores associados a cada variável canônica, que de forma geral, representam o desempenho geral dos leitões quanto ao crescimento (MC_1) e características da leitegada ao nascer (MC_2).

6. CONCLUSÕES

As três linhagens paternas estudadas foram bastante divergentes quanto às características de crescimento de leitões e tamanho da leitegada ao nascer, recomendando-se o uso de LP3 para a obtenção de maiores pesos dos leitões ao final da creche (P58), e a LP2 para maiores pesos da leitegada ao nascer (PLN) e pesos dos leitões aos 21 dias de idade (P21). A LP1 foi inferior em relação às demais no que diz respeito ao P58, e semelhante à LP3 em relação às características PLN e P21.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

EBERT, A.R. Alimentação líquida artificial para leitões dos 2 aos 21 dias de idade. 2005. 173p. (Doctor of Science) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FERREIRA, T.A. Características morfológicas e de tipo, divergência e avaliação genética de caprinos leiteiros registrados no Brasil de 1976 a 2009. 2011. 71p. Dissertação (Magister Scientiae) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.

FONSECA, R.; PIRES, A.V.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A.; EUCLYDES, R.F. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot., v.52, p.12, 2000.

FREITAS, R.T.F.; SILVA, M.A.; LOPES, P.S.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Análise dialéctica de características de leitegadas de suínos usando-se variáveis canônicas. R. Bras. Zootec, v.27, p.700-706, 1998.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T.; MARQUES, B.M.F.P.P.; MORES, T.J. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. Acta Scientiae Veterinariae, v.37, p.195-209, 2009.

MESQUITA, J.C.P. Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agrônômicas em pimentão (*Capsicum annum* L.). 2008. 74p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MIRANDA, C.L.; BARBOSA, R.P.; LIMA, A.S.; ROVIDA, J.C.; ROCHA, J.C.; SOUZA, L.S.; PIRES, A.V.; MARTINS, R.L.; PAIVA, S.R. Análise morfométrica de populações do caranguejo-uçá (*Ucides Cordatus* L.) (Crustacea – Decapoda) em manguezais do litoral do Espírito Santo. R. Ci. Méd. Biol, v.4, p.15-23, 2005.

MORRISON, D.F. Multivariate Statistical Methods. 2. ed. Pennsylvania, 1976.

PIRES, A.V.; FONSECA, R.; COBUCCI, J.A.; ARAÚJO, C.V.; COSTA, A.R.C.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A.; EUCLYDES, R.F. Estudo da divergência genética entre as raças suínas Duroc, Landrace e Large White, utilizando técnicas de análise multivariada. Arch. Latinoam. Prod. Anim., v.10, p.81-85, 2002.

SAS. Statistical Analysis Systems Institute. SAS User's Guide: Statistics Version 9.0. Cary, N.C.: SAS Institute Inc., 2002.

TORRES FILHO, R.A.; EUCLYDES, R.F.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S.; BREDA, F.C. Estudo da divergência genética entre linhas de suínos utilizando técnicas de análise multivariada. Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot., v.57, p.390-395, 2005.

CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVA DO TAMANHO IDEAL DA LEITEGADA AO NASCER

(Estimation of ideal litter size in swine at birth)

1. RESUMO

O tamanho da leitegada ao nascer parece situar-se próximo aos limites fisiológicos da matriz suína e a variabilidade do peso da leitegada ao nascer parece ser um bom indicador de desempenho ponderal futuro, desta forma, constituindo-se um objetivo de seleção importante para os programas de melhoramento genético de suínos. O objetivo deste trabalho foi estudar as relações biológicas entre características da leitegada ao nascer e o desempenho posterior dos leitões a fim de estimar o tamanho ideal da leitegada ao nascer. Os dados empregados neste trabalho foram provenientes de duas unidades produtoras de leitões situadas na mesma microrregião do centro-oeste de Santa Catarina, BR, onde foi avaliado o desempenho ponderal de leitões nascidos de dois partos consecutivos de matrizes comerciais de primeira até quinta parição, na primavera de 2011 e verão de 2012, cruzadas com três diferentes linhagens de machos comerciais: LP1, LP2 e LP3. Consideraram-se os pesos médios das leitegadas ao nascer e seus coeficientes de variação, pesos da leitegada ao desmame, pesos individuais ao final da creche e da carcaça quente. As variáveis foram ajustadas para os principais efeitos fixos e covariáveis e analisados em modelos lineares de análise de regressão pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS (2002). Inferindo-se sobre a população estudada, leitegadas com 13 leitões nascidos, entre nascidos vivos e mortos, contemplam simultaneamente valores satisfatórios de variabilidade do lote e pesos médios dos leitões ao nascer, sendo que leitegadas maiores ou com coeficientes de variação do peso ao nascer acima de 18% tendem a pesar menos ao desmame. A linhagem paterna e o tamanho da leitegada ao nascer influenciam o desempenho dos leitões ao final da fase de creche e o peso da carcaça quente.

Palavras-chave: carcaça, leitão, suíno, uniformidade, variação.

2. ABSTRACT

Litter size at birth seems to be near to the physiological limits of actual dam lines and the variability of litter weight at birth seems to be a good predictor of posterior growth and constituting an important objective of selection for animal breeding. The aim of this study was evaluate the relationship between performance traits of litter at birth and subsequent performance of piglets in order to estimate the optimal litter size at birth. The data used in this study were obtained from two herds located in southern of Brazil, where performance traits were evaluated of piglets born from two consecutive farrows of a maternal line, while two seasons (spring 2011 and summer of 2012), from first to fifth parity, crossed with three different boar lines: LP1, LP2 and LP3. We considered the average weights of the litters at birth and its variability, litter weights at weaning, individual body weights around 58 days old and hot carcass weight. The variables were adjusted by fixed effects and covariates and analyzed by GLM procedure of SAS statistical software (2002). Litters with 13 piglets, born alive and stillbirth, had both satisfactory values of litter variability and piglets weight at birth in average. Larger litters and that with more than 18% variability of body weight at birth tend to weigh less at weaning. Boar line and litter size at birth are important sources of variation on performance of nursery piglets and hot carcass weights.

Keywords: carcass, piglet, swine, uniformity, variation.

3. INTRODUÇÃO

Atualmente os programas de melhoramento genético de suínos têm enfatizado a necessidade de obtenção de linhagens mais prolíficas. Entretanto, Irgang (1998) destacou que os ganhos genéticos em tais características reprodutivas em geral são baixos devido à complexidade de obtenção de informações e aos baixos valores de herdabilidade para prolificidade. É importante destacar, que os pequenos avanços quanto ao número de leitões nascidos por leitegada, não foram proporcionais aos ganhos em características de crescimento (SMIT, 2012). De acordo com Lima (2007), a hiperprolificidade é um critério de seleção muito empregado para obtenção de genótipos superiores, no entanto, muitas vezes está associado a prejuízos econômicos em função do aumento do número de leitões com baixo peso ao nascer, desuniformidade e mortalidade dos leitões pré-desmama.

O baixo peso ao nascer resulta do retardo do crescimento fetal e está associado com o baixo número de fibras musculares em função da deficiência na miogênese (BEE, 2007). Além do impacto sobre o crescimento e taxa de sobrevivência, o baixo peso ao nascer está relacionado com o aumento da variabilidade da taxa de crescimento, piora na conversão alimentar e impactos negativos sobre características quantitativas e qualitativas da carcaça, tal como o percentual de carne magra, sobretudo, com a redução da rentabilidade econômica durante a fase de crescimento e terminação (BEE, 2007; SCHINCKEL et al., 2010).

As relações entre prolificidade, uniformidade e peso ao nascer são bem reconhecidas assim como os seus impactos negativos associados. Nota-se certa prevalência quanto à abordagem muitas vezes unidirecional e limitada do peso individual do leitão e/ou peso e tamanho da leitegada ao nascer. Vários trabalhos são encontrados abordando o impacto do peso ao nascer sobre o desempenho posterior (SCHINCKEL et al., 2010), incluindo análises de sobrevivência, econômicas e genéticas (FIX, 2010). No estudo realizado por Chimonyo et al. (2006), foram estimados vários parâmetros genéticos em suínos sendo que as herdabilidades para o peso individual ao nascer, tamanho e peso da leitegada ao nascer foram baixas. Complementarmente, no estudo de Ferraz e Duarte (1991), as estimativas de repetibilidade para o tamanho ou peso da leitegada ao nascer em geral também foram baixas e situaram-se abaixo de 0,30.

Bee (2007) sugere a seleção genética para homogeneidade de leitegada como ferramenta adequada para melhorar o crescimento muscular e qualidade da produção de suínos. Em um estudo dos fatores econômicos do aumento do tamanho da leitegada, Shinckel et al. (2010) concluíram que a redução do peso e uniformidade da leitegada ao nascer devem

ser incorporados como efeitos secundários da prolificidade sobre o desempenho e rentabilidade da produção de suínos. Segundo Smit (2011), deve ser priorizado o peso médio da leitegada ao nascer e não o tamanho das leitegadas, uma vez que o peso possui um impacto maior sobre o crescimento e qualidade da carcaça do que o número de animais nascidos. O mesmo autor ainda aborda o conceito de qualidade da leitegada, visto pela sua variabilidade ao nascer e capacidade de sobrevivência dos leitões até o desmame, e recomenda que para sua obtenção, a seleção deva ser focada na capacidade uterina, a qual estaria representada pelo número de leitões nascidos vivos (e não totais), peso médio da leitegada ao nascer e qualidade dos leitões nascidos. O objetivo deste trabalho foi estudar as relações biológicas entre características da leitegada ao nascer e o desempenho ponderal posterior a fim de estimar o tamanho ideal da leitegada ao nascer.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados empregados neste trabalho foram provenientes de duas unidades produtoras de leitões situadas na mesma microrregião do centro-oeste de Santa Catarina, BR, onde foi avaliado o desempenho ponderal de leitões nascidos de dois partos consecutivos de matrizes comerciais de primeira até quinta parição, na primavera de 2011 e verão de 2012, cruzadas com três diferentes linhagens de machos comerciais: LP1, LP2 e LP3.

Foram estudadas características da leitegada ao nascer e desempenho posterior dos leitões: peso médio da leitegada ao nascer (PMLN), coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN), peso da leitegada ao desmame (PLD), peso individual ao final da creche (P58 – realizada em torno de 58 dias de idade) e peso da carcaça quente (PCQ). Com o objetivo de auxiliar na interpretação quanto ao efeito da transferência de leitões entre leitegadas sobre a variável PLD, formaram-se três arquivos diferentes: Arquivo 1 - leitegadas formadas apenas por leitões biológicos e sem alterações (Biol.); Arquivo 2 - leitegadas formadas por leitões biológicos, porém com transferência negativa – (Biol. (tr. n.)); Arquivo 3 - leitegadas com pelo menos um leitão adotivo (Biol. e Adot.). Após o término do parto, os leitões foram individualmente identificados por meio de tatuagem na orelha externa direita e pesados antes e após o manejo de transferência de leitões entre leitegadas. A uniformização dos leitões ocorreu entre seis e 24 horas após o nascimento, de acordo com o número de tetos funcionais de cada matriz, procurando-se sempre que possível transferir leitões entre leitegadas de mesmo cruzamento genético e em matrizes com ordens de partos aproximadamente semelhantes.

As variáveis PMLN, CVPLN e PLD foram estudadas de acordo com os seguintes modelos de regressão linear:

$$Y_{ijk} = \mu + GC_i + SL_j + \beta_1 C_k + \beta_2 C_k + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} = valor observado; μ = média geral; GC_i = efeito fixo do grupo de contemporâneos; SL_j = efeito fixo da sala de manejo; β_1 = coeficiente de regressão linear da covariável k; β_2 = coeficiente de regressão quadrático da covariável k; C_k = efeito da covariável no ajuste sobre a variável em questão e e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação. Os grupos de contemporâneos foram formados por leitões do mesmo grupo genético, nascidos na mesma estação de nascimento e rebanho. As covariáveis incluídas foram: ordem de parto da matriz ao parto ou lactante, tamanho da leitegada ao nascer (TLN), percentual de leitões adotivos por leitegada após a equalização (Arquivo 3 – Biol. e Adot.) e CVPLN e PMLN (somente quando a covariável diferiu da variável dependente).

O modelo empregado no estudo das variáveis P58 e PCQ foi o seguinte:

$$Y_{ijklmn} = \mu + E_i + R_j + SL_k + TLN_l + P_m + TLN_l * P_m + IDF_n + e_{ijklmn}, \text{ em que:}$$

Y_{ijklmn} = valor variável dependente observada; μ = média geral; E_i = efeito fixo de estação de nascimento; R_j = efeito fixo de rebanho; SL_k = efeito fixo de sala de manejo; TLN_l = efeito fixo do tamanho da leitegada ao nascer; P_m = efeito fixo da linhagem paterna (LP1, LP2 ou LP3); $TLN_l * P_m$ = efeito da interação entre TLNl e Pm; IDF_n = efeito da covariável idade ao final do teste e e_{ijklmn} = erro aleatório associado a cada observação.

Houve uma grande limitação logística para a coleta das informações para a variável PCQ, e somente foi possível mensurar um número menor de carcaças de animais nascidos na primeira estação de nascimento, os quais eram segregados em diferentes terminadores após a saída de creche e abatidos em diferentes abatedouros. Com isso, não foi possível incluir no modelo de predição os efeitos de rebanho, lote e estação de nascimento, o que resultou em baixos coeficientes de determinação para os dados de carcaça. Além disso, o efeito de sexo não foi incluído em nenhum modelo em função da segregação entre machos e fêmeas do desmame até o abate, vale ressaltar ainda, que os machos foram imunocastrados.

Tanto para as características da leitegada ao nascer, como de desempenho dos leitões, foram consideradas apenas leitegadas entre 8 a 14 leitões ao nascer e desmame de fêmeas de primeira a quinta ordem de parto, sendo que o TLN e PMLN foram determinados a partir do número e o peso dos leitões nascidos vivos ou mortos em cada leitegada, desconsiderando-se os leitões mumificados.

Como informação adicional, as variáveis PLN, CVPLN e PMLN foram submetidas à análise de correlação linear simples, ajustando-se previamente para efeitos fixos e covariáveis de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijklmn} = \mu + E_i + R_j + SL_k + P_l + OP_m + OP_n^2 + e_{ijklmn}, \text{ em que:}$$

Y_{ijklmn} = valor observado; μ = média geral; E_i = efeito fixo de estação de nascimento; R_j = efeito fixo de rebanho; SL_k = efeito fixo de sala de manejo; P_l = efeito fixo da linhagem paterna (LP1, LP2 ou LP3); OP_m = efeito linear da ordem de parto da matriz; OP_n^2 = efeito quadrático da ordem de parto da matriz e e_{ijklmn} = erro aleatório associado a cada observação.

Antes da edição, os dados apresentavam 6.396 observações e após a edição, 5.376 observações foram empregadas no estudo das variáveis PMLN e CVPLN e 4.158 observações para PLD. Foram consideradas 5.347 informações individuais de leitões provenientes de fêmeas avaliadas em dois partos consecutivos, entre primeira e quinta partições. As análises estatísticas foram realizadas por meio do procedimento GLM do programa estatístico SAS (2002) e as comparações entre médias para as variáveis P58 e PCQ foram realizadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas e resumo das análises de variâncias realizadas no estudo das variáveis PMLN, CVPLN e PLD são apresentados na Tabela 19. De acordo com Bierhals et al. (2010), o manejo de equalização de leitões entre leitegadas é uma prática realizada pelos produtores muitas vezes de forma indiscriminada, sendo que neste estudo, apenas 273 permanecerem sem qualquer transferência de leitões (Arquivo 1 – Biol.).

A maioria dos efeitos incluídos nos modelos de análise para as variáveis PMLN, CVPLN e PLD (Arquivos 1, 2 e 3) foram estatisticamente significativos ($P < 0,05$), exceto o efeito quadrático do CVPLN sobre o PLD (Arquivo 3) e o efeito fixo de sala sobre o CVPLN (Tabela 19). Vários estudos levam em consideração o tamanho total da leitegada ou somente o número de leitões nascidos vivos, porém, a consideração do número e peso dos leitões nascidos mortos além dos nascidos vivos pode ser mais precisa, pois a maioria dos natimortos são vítimas de asfixia durante o parto e o seu peso não difere do peso os leitões nascidos vivos, quando ajustados para a média de peso da leitegada, independentemente da linhagem (LEENHOUWERS et al., 1999).

O efeito do TLN sobre o PMLN e CVPLN foi representado graficamente na Figura 2. À medida que aumenta o TLN há redução do PMLN e aumento do CVPLN, no entanto, quando o TLN situa-se ao redor de 13 leitões nascidos vivos e mortos, ocorre a intersecção entre as linhas que representam ambos os efeitos estudados, podendo ser sugerido, a partir desses critérios, como sendo de 13 leitões o tamanho ótimo da leitegada ao nascer, com PML e CVPLN em torno de 1,52 kg e 14%, respectivamente. De acordo com os resultados de Beaulieu et al. (2010), o aumento do TLN apesar de reduzir o PMLN, não foi concomitante com o aumento do CVPLN. Milligan et al. (2002) não estabeleceram correlação significativa entre CVPLN e PMLD ($P>0,05$), no entanto, obtiveram correlações significativas desfavoráveis entre o TLN e o PMLN, assim como TLN e o CVPLN ($P<0,01$), respectivamente iguais a -0,46 e +0,40. Para Foxcroft et al. (2009) o peso médio da leitegada ao nascer é a maior contribuição para a variação no crescimento posterior, independente do número de nascidos totais (entre 10 e 15 leitões), e tais diferenças provavelmente são conseqüências do desequilíbrio na taxa de ovulação e capacidade uterina em detrimento da seleção para o tamanho da leitegada.

Tabela 19. Estatísticas descritivas e resumo das análises de variância para as variáveis peso ao nascer (PMLN), coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN) e peso médio da leitegada ao desmame (PLD)

Estatística Descritiva	PMLN (kg)	CVPLN (%)	PLD (kg) ²		
			Biol.	Biol. (tr. neg.)	Biol. e Adot.
Nº de leitões	5347	5347	273	1353	2532
Média ± DP	1,48±0,19	18,88±8,00	68,92±6,02	62,98±9,32	62,40±8,03
Fontes de Variação ¹	Quadrados Médios				
GC	0,66**	1320,48**	1518,26**	2150,14**	896,31**
SL	0,72**	73,24 ^{NS}	2443,83**	2280,24**	3089,43**
PMLN	-	1854,03**	6678,87**	626,88**	2777,60**
PMLN ²	-	3465,80**	5930,07**	1373,58**	957,94**
TLN	0,47**	1436,17**	624,73**	1256,74**	3513,21**
TLN ²	0,67**	2777,76**	577,55**	371,22*	1130,80**
CVPLN	53,50**	-	6201,83**	1955,28**	375,84*
CVPLN ²	34,65**	-	6764,77**	1754,64**	170,18 ^{NS}
OP	15,44**	3703,14**	1356,37**	3414,27**	7396,35**
OP ²	10,33**	1996,12**	1447,38**	1884,58**	5311,97**
Adotivos (%)	-	-	-	-	2614,65**
QMR	0,04	64,14	36,24	86,95	64,57
R ²	0,29	0,15	0,81	0,44	0,57

¹ efeitos fixos e covariáveis: GC – grupo de contemporâneos; SL – sala; PMLN – peso médio da leitegada ao nascer (vivos e mortos); TLN – tamanho da leitegada ao nascer (vivos e mortos); CVPLN – coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer; OP – ordem de parto da matriz; Adotivos (%) – percentual de leitões adotivos na composição da leitegada após a equalização; QMR – quadrado médio do resíduo; R² – coeficiente de determinação; ² Biol. – leitegadas formadas por leitões biológicos sem transferência; Biol. (tr. neg.) – leitões biológicos com transferência negativa; Biol. e Adot – leitegadas formadas por leitões biológicos e adotivos; ** (P<0,01); * (P<0,05); ^{NS} (P>0,05).

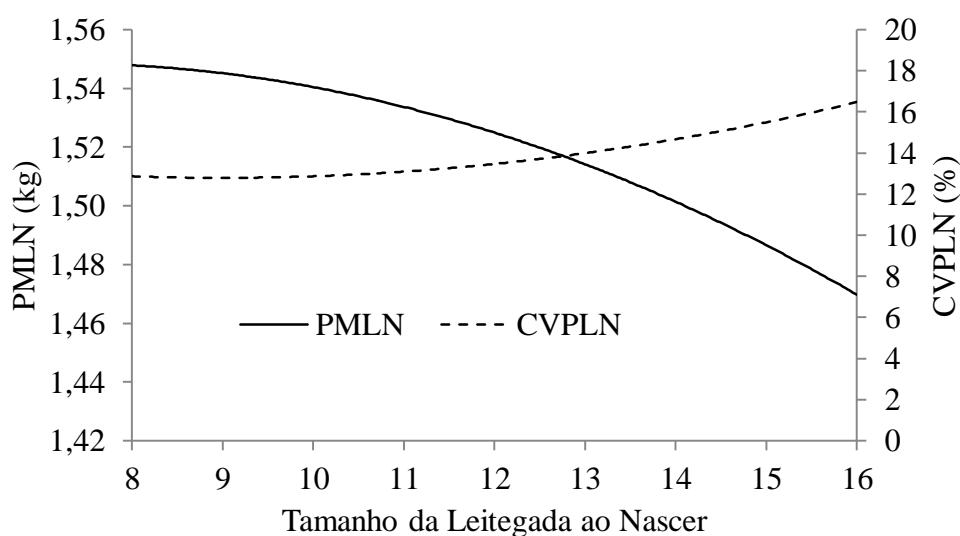


Figura 2. Efeito do tamanho da leitegada ao nascer (nascidos vivos e mortos) sobre o peso médio da leitegada ao nascer (PMLN) e coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN).

Os efeitos CVPLN e TLN sobre o PLD estão ilustrados graficamente na Figura 3, no entanto, convém ressaltar que se considerou apenas os Arquivos 1 e 2, ou seja, pesos das leitegadas formadas somente de leitões biológicos. Os valores máximos de PLD foram obtidos por leitegadas com até 18% de CVPLN nascidos de leitegadas entre 11 e 13 leitões nascidos vivos e mortos. Para Schinckel et al. (2010), o aumento de 6 para 14 leitões nascidos totais sem o efeito de equalização de leitegadas reduziu percentualmente a taxa de sobrevivência pós-natal (entre 3,9 e 6,6%) e o peso ao desmame (entre 3,9 e 6,6%). Para Miligan et al. (2002), leitegadas com peso médio ao nascer entre 1,3 e 1,5 kg, tiveram maiores taxas de sobrevivência quando o CVPLN situou-se entre 15 e 20%. A partir da Figura 3, observou-se que leitegadas maiores que 12-13 leitões tendem a ser mais desuniformes e proporcionam menores PLD, provavelmente pelo aumento da desuniformidade e subsequente mortalidade pré-desmama (PANZARDI et al., 2009). Leitões nascidos de grandes leitegadas são mais leves e provocam impactos econômicos importantes em função das baixas taxas de sobrevivência ao desmame e crescimento lento no pós-desmame (SCHINCKEL et al., 2010).

Os resumos das análises de variância e estatísticas descritivas realizadas no estudo das variáveis P58 e PCQ são apresentados na Tabela 20. Em geral, os efeitos foram significativos a 1% de probabilidade ($P < 0,01$), sendo que a interação entre o TLN e LP e o efeito da idade ao final do teste para PCQ foram significativos a 5% ($P < 0,05$).

O número de observações, médias ajustadas seguidas de desvios padrão para as variáveis P58 e o PCQ de acordo com o TLN e considerando todas as LP, apresentam-se na Tabela 20. Os diferentes TLN proporcionaram pesos semelhantes dos leitões ao final da fase de creche ($P>0,05$), diferindo apenas nos casos extremos, em que leitões nascidos de leitegadas menores (8 leitões), em geral pesaram mais ao final da creche quando comparados aqueles nascidos de leitegadas maiores, 13 e 14 leitões ($P<0,05$). Quanto à variável PCQ, de forma geral não houve diferença entre os diferentes TLN ($P>0,05$). Em geral, leitões nascidos de leitegadas com 9 leitões tiveram maiores PCQ em relação àquelas com 12 leitões nascidos ($P<0,05$).

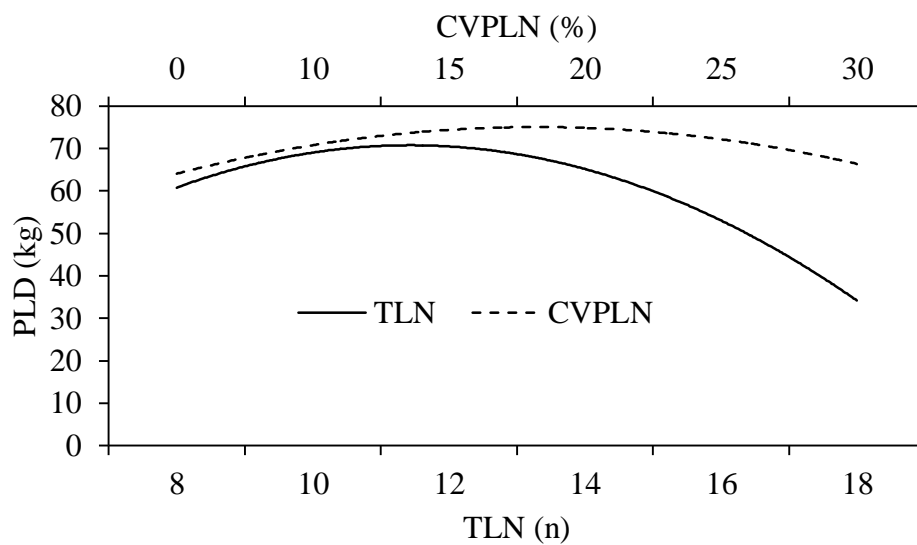


Figura 3. Efeito do coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer (CVPLN) e do tamanho da leitegada ao nascer (TLN - nascidos vivos e mortos) sobre o peso da leitegada ao desmame (PLD), considerando-se leitegadas formadas apenas por leitões biológicos.

Tabela 20. Estatísticas descritivas e análises de variância para as variáveis peso ao final de creche (P58) e peso da carcaça quente (PCQ)

Estatística descritiva	P58 (kg)	PCQ (kg)
Nº de observações	3.214	501
Média ± Desvio padrão	19,08±3,74	98,79±10,04
Fontes de Variação ¹	Quadrados Médios ²	
Rebanho	977,89 ^{**}	-
Estação de Nascimento	1637,92 ^{**}	-
Sala	245,04 ^{**}	-
Tamanho da leitegada ao nascer (TLN)	53,96 ^{**}	293,69 ^{**}
Linhagem Paterna (LP)	2227,69 ^{**}	922,11 ^{**}
Interação TLN*LP	173,29 ^{**}	168,41 [*]
Idade ao final do teste	4517,09 ^{**}	592,67 [*]
Quadrado Médio do Resíduo	13,97	100,78
Coefficientes de Determinação (R ²)	0,29	0,11

¹ Efeitos fixos e covariáveis; ² ^{**} P<0,01; ^{*} P<0,05; ^{NS} P>0,05.

O número de observações, médias ajustadas seguidas de desvios padrão para as variáveis P58 e o PCQ de acordo com a LP foram apresentados na Tabela 21. De forma geral, as linhagens LP3 e LP2 apresentaram desempenhos semelhantes em relação à variável P58, sendo que ambas foram superiores à linhagem LP1. Quanto à variável PCQ, as linhagens LP2 e LP1 foram semelhantes entre si (P>0,05) e tiveram menores pesos quando comparadas à LP3 (P<0,05).

Tabela 21. Número de observações (n), médias ajustadas seguidas de desvios padrão dos pesos de carcaça quente de acordo com a linhagem paterna (LP1, LP2 e LP3) e o tamanho da leitegada ao nascer

Variável	LP1	LP2	LP3
P58	18,43±3,61 ^b	19,29±3,78 ^a	19,43±3,81 ^a
(n)	(1.337)	(787)	(1.090)
PCQ	97,83±9,94 ^b	98,69±10,03 ^b	101,00±10,26 ^a
(n)	(73)	(213)	(215)

1 Médias em cada linha seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey-Kramer à 5% de probabilidade ($P>0,05$). 2 Médias na linha (negrito), seguidas de letras iguais, não diferem pelo teste de Tukey-Kramer à 5% de probabilidade ($P>0,05$).

Nas Figuras 4 e 5 encontram-se os efeitos das interações entre TLN e LP sobre os valores médios obtidos pelas variáveis P58 e PCQ. Inicialmente, Por fim, analisando a P58 obtido pela linhagem LP1, não houve diferença entre nenhuma das classes de TLN ($P>0,05$), o que pode ser um resultado desejável, sugerindo maior uniformidade dos leitões ao final da fase de creche. Quanto à linhagem LP2, o comportamento situou-se dentro do esperado, com maiores P58 proporcionados por leitegadas menores ao nascimento, entre 8 e 9 leitões nascidos, quando comparados à TLN superiores à 10 leitões. Nesta linhagem, leitegadas com 8 e 9 foram iguais quanto ao P58 posterior ($P>0,05$), assim como aquelas leitegadas cujo TLN situou-se entre 10 e 14 também não diferiram estatisticamente entre si ($P>0,05$). No entanto, na LP LP3, houve menor desempenho inesperado por leitegadas com 9 leitões. Considerando ainda a linhagem LP3, leitegadas com 10 e 11 leitões ao nascer não diferiam entre si ($P>0,05$), mas proporcionaram maiores P58 do que aqueles nascidos de leitegadas com 9, 13 e 14.

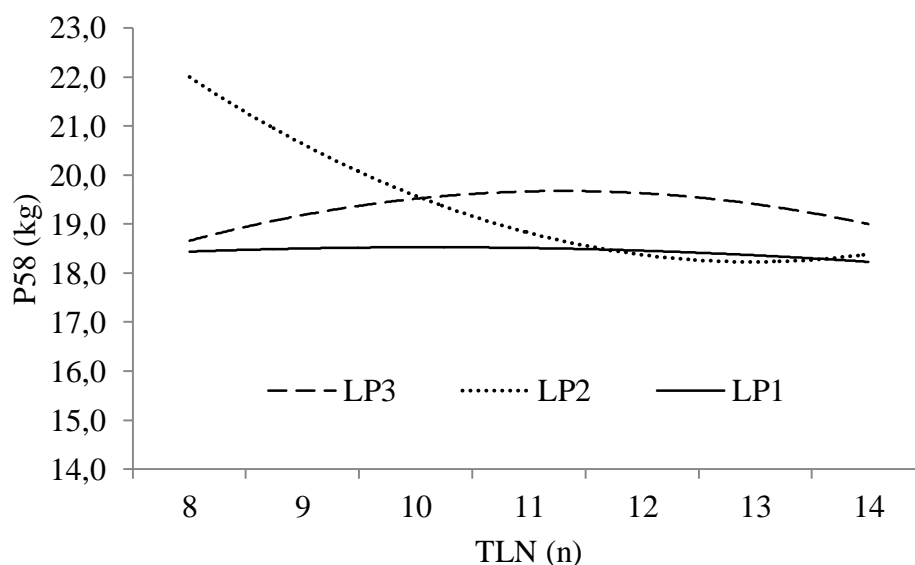


Figura 4. Pesos médios dos leitões ao final da creche obtidos em cada linhagem paterna (LP1, LP2 e LP3), de acordo com o tamanho da sua leitegada ao nascer (TLN) – valores ilustrados por linhas de tendência.

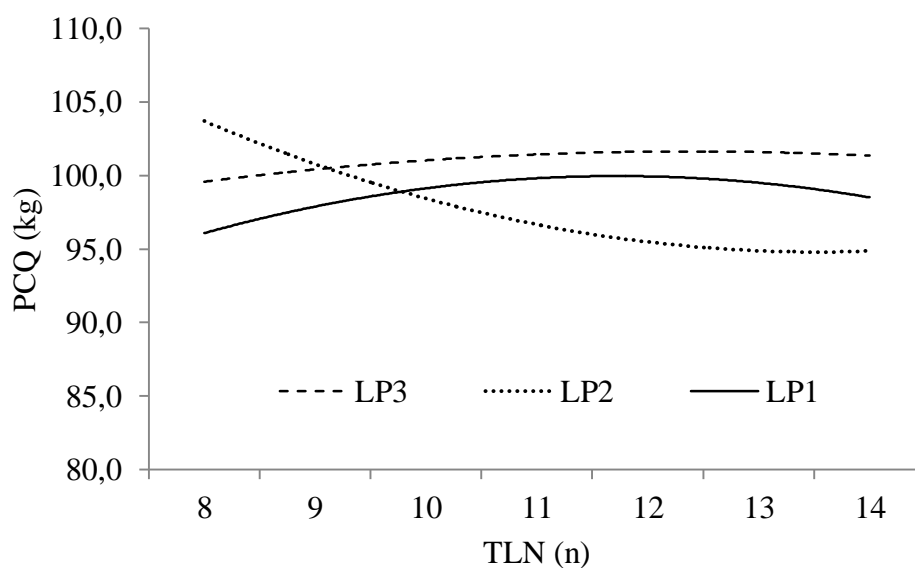


Figura 5. Pesos médios de carcaça quente (PCQ) dos leitões obtidos em cada linhagem paterna (LP1, LP2 e LP3), de acordo com o tamanho da sua leitegada ao nascer (TLN) – valores ilustrados por linhas de tendência.

O PCQ não diferiu entre as classes de TLN para as linhagens LP3 e LP1 ($P > 0,05$), porém, de forma semelhante como ocorreu para o P58, a linhagem paterna LP2 proporcionou maiores PCQ em leitões nascidos de leitegadas com 9 animais em relação aos leitões nascidos

de leitegadas maiores (11, 12 e 14). O produto LP2 tem como um dos propósitos melhorar o rendimento de carne na carcaça (PIC, 2012), desta forma, informações adicionais tais como o peso ao abate, deveria ser considerado para sua melhor discussão. De forma superficial, os animais não foram necessariamente mais desuniformes quanto ao PCQ em detrimento do TLN quando comparados as demais LP, sendo provavelmente um particularidade desta variável para esta LP, podendo talvez ter sido mais precisa para determinar diferenças no PCQ entre classes de TLN.

Schinckel et al. (2010) estudaram a rentabilidade e o crescimento até o abate de suínos nascidos de leitegadas entre 6 e 14 leitões (nascidos totais) e atribuíram esse aumento do tamanho da leitegada (6 para 14) com uma redução de 4,5 a 4,8 kg do peso aos 56 dias e 5,8 a 6,2 kg do peso da carcaça quente. Para estes autores, leitões nascidos de leitegadas maiores, independentemente do efeito do manejo de equalização de leitões entre leitegadas, são mais leves posteriormente e proporcionam menor rentabilidade futuro, destacando que o impacto econômico do aumento do tamanho da leitegada deve ser levado em consideração pela redução do peso ao nascer, sobrevivência e taxa de crescimento posterior.

Na Tabela 22 estão apresentados os coeficientes de correlação obtidos após os ajustes das variáveis PLN, PMLN e CVPLN de matrizes de primeira a quinta parição avaliadas em dois partos consecutivos. As correlações entre tais variáveis não ajustadas mostraram-se significativas, porém muito baixas, em torno de 0,15. O ajuste aumentou o coeficiente de correlação para 0,53 e 0,57 para as variáveis PLN e PMLN e 0,22 para a CVPLN, no entanto, acredita-se que a inclusão de outras covariáveis pode promover aumento da correlação. Os resultados para a variável PMLN foram semelhantes aos obtidos por Smit (2012), a qual obteve valores entre 0,40 e 0,50.

Tabela 22. Coeficientes de correlação entre características da leitegada ao nascer avaliados em dois partos consecutivos

Variável ^{1,2}	PLNa	PMLNa	CVPLNa	PLNb	PMLNb	CVPLNb
PLNa	1					
PMLNa	0,4498**	1				
CVPLNa	-0,1174 ^{NS}	-0,4648**	1			
PLNb	0,5297**	0,4544**	-0,1095 ^{NS}	1		
PMLNb	0,4179**	0,5680**	-0,2023*	0,4608**	1	
CVPLNb	-0,1851*	-0,2688**	0,2180*	-0,1896*	-0,5320**	1

¹ PLN – peso da leitegada ao nascer; PMLN – peso médio da leitegada ao nascer; CVPLN – coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer; ² variáveis ajustadas para efeitos fixos (estação de nascimento, rebanho, lote e linhagem paterna) e covariáveis (efeitos linear e quadrático da ordem de parto da matriz); variáveis seguidas da letra “a” referem-se ao parto anterior; variáveis seguidas da letra “b” referem ao parto posterior.

Smit (2011) considera que o PMLN pode ser muito bem predito em porcas com informações anteriores para esta característica, pois há uma alta correlação entre o PMLN de dois partos consecutivos dentro de matrizes e predições mais precisas são obtidas a partir do terceiro e quarto parto. Foxcroft et al. (2013) destacaram que análises genômicas têm sido aplicadas visando a qualidade dos leitões nascidos, no entanto, ainda há a necessidade de ampliar a base de dados fenotípicos para as características reprodutivas de populações de matrizes mais velhas, uma vez que ainda há um baixo número de informações fenotípicas de tais matrizes que permitam estudos precisos de associação.

6. CONCLUSÃO

Leitegadas com 13 leitões nascidos, entre nascidos vivos e mortos, contemplam simultaneamente valores satisfatórios de variabilidade do lote e pesos médios dos leitões ao nascer, sendo que leitegadas maiores ou com coeficientes de variação do peso ao nascer acima de 18% tendem a pesar menos ao desmame. O tamanho da leitegada ao nascer parece situar-se próximo aos limites fisiológicos da linhagem materna estudada, sendo que a variabilidade do peso da leitegada ao nascer pode ser um bom indicador de desempenho ponderal futuro constituindo-se um objetivo de seleção importante para os programas de melhoramento genético de suínos. A linhagem paterna é uma importante fonte de variação sobre o peso de

suas progênies ao final da fase creche e da carcaça quente (PCQ), da mesma forma, o tamanho da sua leitegada ao nascer de origem determina importantes variações sobre tais características. Em geral, a linhagem LP3 proporciona melhores desempenhos ao final da creche e ao abate (PCQ), quando comparadas às linhagens LP1 e LP2, respectivamente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEE, G. Birth Weight of litters as a source of variation in postnatal growth, and carcass and meat quality. **Advances in Pork Production**, v.18, p.191-196, 2007.

BIERHALS, T.; HEIM, G.; PIUCO, P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38, p.141-157, 2010.

CHIMONYO, M.; DZAMA, K.; BHEDHE, E. Genetic determination of individual birth weight, litter weight and litter size in Mukota pigs. **Livestock Science**, v.105, p.69-77, 2006.

FERRAZ, J.B.S.; DUARTE, F.A.M. Repetibilidade de características de leitegada do nascimento ao desmame na raça Large White. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.26, p.575-583, 1991.

FIX, J.S. **Relationship of Piglet Birth Weight Growth, Efficiency, Composition, and Mortality**. 2010. 162p. (Doctor of Philosophy) - Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina.

FOXCROFT, G.R.; DIXON, W.T.; DYCK, M.K.; NOVAK, S.; HARDING, J.C.S.; ALMEIDA, F.C.R.L. Prenatal programming of postnatal development in the pig. **Soc Reprod Fertil**, v.66, p.213-231, 2009.

FOXCROFT, G.R.; SMIT, M.N.; DYCK, M.K.; PATTERSON, J.; MINTON, A. Capturing dam-line and sire-line value in production environment. **Advantages in Pork Production**, v.24, p.73-80, 2013.

IRGANG, R. Limites fisiológicos do melhoramento genético de suínos. In: XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, Concórdia. **Limites fisiológicos do melhoramento genético de suínos**. p.355-369.

LEENHOUWERS, J.I.; VAN DER LENDE, T.; KNOL, E.F. Analysis of stillbirth in different lines of pig. **Liv. Prod. Sci.**, v.57, p.243–253, 1999.

LIMA, G.J.M.M.D. Como manejar uma fêmea hiperprolífica e alimentar os seus leitões. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.35, p.29-36, 2007.

MILLIGAN, B.N.; DEWEY, C.E.; GRAU, A.F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v.56, p.119–127, 2002.

PANZARDI, A.; MARQUES, B.M.F.P.P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, p.49-60, 2009.

PIC. **Diferença percentual (%) média esperada na progênie em relação ao produto AGPIC 337 categoria mn.** Disponível em: www.agroceresplic.com.br. Acessado em 05/06/2012.

SAS. **Statistical Analysis Systems Institute. SAS User's Guide: Statistics Version 9.0.** Cary, N.C.: SAS Institute Inc., 2002.

SCHINCKEL, A.P.; PAS, M.E.E.; STEWART, T.S.; SCHWAB, C.; OLYNK, N.J. Use of a Stochastic Model to Evaluate the Growth Performance and Profitability of Pigs from Different Litter Sizes and Parities of Dams. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.547-560, 2010.

SMIT, M.N. Nutricional strategies to address litter birth weight phenotype. **Western Hog Journal 2011**, v.33, p.22-24, 2011.

SMIT, M.N. Optimal litter size - Increasing the number of quality pigs weaned. In: Saskatchewan Pork Industry Symposium, 2012, Saskatoon, Canada. **Optimal litter size - Increasing the number of quality pigs weaned.**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas das características de interesse zootécnico em suínos encontram-se correlacionadas entre si, desta forma, os programas de melhoramento genético dessa espécie devem incorporar outras variáveis não usadas usualmente, objetivando evitar o aparecimento de características indesejáveis decorrentes da seleção daquelas em questão.

É imprescindível em uma exploração comercial que se obtenha um objetivo zootécnico fundamentado em custos de produção e interesses de mercado, para melhor determinação do cruzamento a ser empregado, sobretudo, o tipo de produto gerado, haja vista as diferentes aptidões de cada genótipo paterno.

Espera-se que na seleção de suínos para prolificidade, seja levada em consideração perdas em detrimento do aumento da variabilidade do peso ao nascer e menor taxa de sobrevivência pré-desmama, além disso, que se obtenha um ponto de eficiência ótima para exploração de cada genótipo.

O coeficiente de variação do peso da leitegada ao nascer, assim como a variabilidade nas fases subsequentes ainda são poucos estudados e merecem destaque, devendo serem melhor estudadas e incorporadas nos programas de seleção.