UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CLASSIFICAÇÃO DE BOVINOS AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO, EM CONFINAMENTO

Ednira Gleida Marques
Orientador: Cláudio Ulhôa Magnabosco

GOIÂNIA
2011

UFG

sibi sistema de bibliotecas ufg

Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Ednira Gleida Marques** E-mail: **gleidamarques@hotmail.com**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não

Vínculo Empregatício do autor: **Associação Brasileira dos Criadores de Zebu** Agência de fomento:

País: **Brasil** UF:**Goias** CNPJ: **25441650002066** Sigla: **ABCZ**

Título: ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CLASSIFICAÇÃO DE BOVINOS AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO, EM CONFINAMENTO Palavras-chave: **avaliação de tipo, características de carcaça, Nelore, perímetro escrotal, peso**

Título em outra língua: **ANALYSIS OF RATES OF CLASSIFICATION OF CATTLE IN WEIGHT GAIN PERFORMANCE TRIALS IN FEEDLOT**

Palavras-chave em outra língua: **body weight, carcass traits, Nelore, scrotal perimeter, type evaluation**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **15/02/2011**

Programa de Pós-Graduação:**Ciência Animal**

Orientador(a):**Cláudio Ulhôa Magnabosco** E-mail: **mclaudio@cnpaf.embrapa.br**

Co-orientador(1): **Carina Ubirajara de Faria** E-mail: carinauf@yahoo.com.br

Co-orientador(2): **João Restle** E-mail: **jorestle@terra.com.br**

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?[1] ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[ ] Capítulos. Especifique:

[ ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 10 de março de 2011

Ednira Gleida Marques

Assinatura do(a) autor(a)

[1] Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CLASSIFICAÇÃO DE BOVINOS AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO, EM CONFINAMENTO

Dissertação apresentada para
obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal junto à Escola de Veterinária
da Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:
Produção Animal

Linha de Pesquisa:
Fatores Genéticos e Ambientais que
Influenciam o Desempenho dos
Animais

Orientador:
Prof. Dr. Cláudio Ulhôa Magnabosco – EMBRAPA Cerrados

Comitê de Orientação:
Profª.Drª. Carina Ubirajara de Faria - UFU
Prof. Dr. João Restle - UFG

GOIÂNIA
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

M357a

Marques, Ednira Gleida.
Análise dos índices de classificação de bovinos avaliados em provas de ganho em peso, em confinamento [manuscrito] / Ednira Gleida Marques. - 2011.
61 f. : figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Ulhôa Magnabosco; Co-orientadores: Profª. Drª. Carina Ubirajara de Faria; Prof. Dr. João Restle.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2011.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.

1. Bovino – Raça Nelore - Índices de classificação. 2. Bovino – Confinamento. 3. Bovino de corte – biometria testicular. I. Título.

CDU: 636.2:636.084.52

EDNIRA GLEIDA MARQUES

Dissertação defendida e aprovada em **15/02/2011**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Cláudio de Ulhoa Magnabosco
(ORIENTADOR (A))

Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lôbo - USP/SP

Profa. Dra. Eliane Sayuri Miyagi – PRODOC/CAPES

Dedico este trabalho aos meus pais por
sempre me incentivarem a prosseguir
com meus estudos.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por me dar o sopro da vida e guiar em meus caminhos.

Aos meus **Pais** pelo amor e a educação que me ofereceram com seus exemplos de honestidade e humildade. Apoiando-me para transpor as barreiras da vida sem perder a direção e os princípios da boa conduta.

Ao **Mateus**, por todo amor, confiança e compreensão.

Ao **Prof. Dr. Cláudio Ulhôa Magnabosco** pela amizade, apoio e orientação.

Aos **professores Carina Ubirajara de Faria, Prof. Dr. João Restle**, **Eliane Sayuri Miyagi** pelos ensinamentos e co-orientação para a realização deste trabalho.

Ao **Carlos Humberto Lucas** pela amizade eterna, confiança, estímulo e por todos os ensinamentos que me proporcionou.

Ao **Dr. José Benedito de Freitas Trovo** que em pequenos momentos de conversas sempre me incentivou e orientou.

As amigas fraternas **Jacqueline Cecília, Gabriella Marques, Vanessa Barbosa e Mariana Alencar** pela compreensão, carinho, pelas horas de descontração e por sempre torcerem por mim.

Ao amigo **Fernando Brito Lopes**, pelo companheirismo, amizade, dedicação, compartilhamento dos conhecimentos e por sempre me incentivar nos meus estudos.

Ao amigo **Marcelo Corrêa da Silva** pela sua descontração, alegria, compartilhamento de conhecimentos e apoio.

A minha **Equipe de trabalho da ABCZ/GYN** pela compreensão de minhas ausências e apoio.

Aos **Amigos de faculdade** que fiz ao longo desses dois anos, em especial a Januária, Maria Juliana, Elisa, Cristiane e Raphaela.

À **ABCZ** pela compreensão das minhas horas de ausência na entidade para que eu pudesse dar continuidade em meus estudos e gerar esta pesquisa. E também pela concessão de dados.

Ao Doutor **Urbano Abreu** da EMBRAPA Pantanal pelas orientações quando solicitadas.

Aos **Departamentos de Genealogia, Informática e Provas Zootécnicas** pelo empenho em repassar os dados concedidos.

Às instituições **Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Goiás**, pelo apoio e aprendizado de excelência.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 1
1 INTRODUÇÃO 1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4
2.1 Provas de ganho em peso..... 4
2.2 Características avaliadas nas provas de ganho em peso 5
2.2.1 Ganho em peso..... 5
2.2.2 Características de carcaça..... 6
2.2.3 Perímetro escrotal 8
2.2.4 Avaliação de tipo morfológico..... 9
2.2.5 Classificação final da prova de ganho em peso 10
2.3 Índice de seleção..... 11
3 OBJETIVOS E METAS..... 13
3.1 Objetivo geral 13
3.2 Objetivos específicos..... 13
4 Referências 14
CAPÍTULO II – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, CARCAÇA E PERÍMETRO ESCROTAL DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO EM CONFINAMENTO..... 18
RESUMO.....18
ABSTRACT.....19
1 INTRODUÇÃO 20
2 MATERIAL E MÉTODOS 22
2.1 Arquivos de dados..... 22
2.2 Análise genético quantitativa..... 23
2.3 Análises uni e bi-características 23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 26
4 CONCLUSÕES 34
5 REFERÊNCIAS..... 35
CAPÍTULO III – ÍNDICE DE SELEÇÃO PARA BOVINOS PARTICIPANTES DE PROVAS DE GANHO EM PESO 39

RESUMO.....39
ABSTRACT.....40
1 INTRODUÇÃO 41
2 MATERIAL E MÉTODOS 43
2.1 Arquivos de dados..... 43
2.2 Análise genético quantitativa..... 44
2.3 Análises uni e bi-característica..... 44
2.4 Índices de seleção..... 46
2.5 Simulação..... 48
2.6 Estimação de valores genéticos para os critérios de seleção simulados 49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 51
4 CONCLUSÕES 57
5 REFERÊNCIAS..... 58
CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 60

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, CARCAÇA E PERÍMETRO ESCROTAL DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO EM CONFINAMENTO..... 18
FIGURA 1– Tendência genética do valor genético aditivo em função do ano de nascimento do animal para peso final (PF), ganho médio diário (GMD), EPMURAS, perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)..... 33
CAPÍTULO III – ÍNDICE DE SELEÇÃO PARA BOVINOS PARTICIPANTES DE PROVAS DE GANHO EM PESO 39
FIGURA 1 – Tendência genética para a característica peso final utilizando os índices I e II 52
FIGURA 2 – Tendência genética para a característica ganho médio diário utilizando os índices I e II 53
FIGURA 3 – Tendência genética para EPMURAS utilizando os índices I e II 54
FIGURA 4 – Tendência genética para a característica perímetro escrotal utilizando os índices I e II 55

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 1
TABELA 1- Exportação mundial de carne bovina (mil toneladas, equivalente carcaça)..... 1
CAPÍTULO II – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, CARCAÇA E PERÍMETRO ESCROTAL DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO EM CONFINAMENTO..... 18
TABELA 1 –Número de animais, média, desvio padrão e coeficiente de variação das características analisadas..... 23
TABELA 2– Estimativas de (co)variância (acima da diagonal) e variância genética (diagonal) para peso final (PF), ganho médio diário (GMD), EPMURAS, perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) 27
TABELA 3– Estimativas de correlações genéticas (acima da diagonal), fenotípicas (abaixo da diagonal) e herdabilidade (diagonal) para peso final (PF), ganho médio diário (GMD), EPMURAS, perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) 28
TABELA 4– Estimativas de correlações genéticas, fenotípicas e herdabilidade para estrutura (E), precocidade (P), musculosidade (M)..... 31
CAPÍTULO III – ÍNDICE DE SELEÇÃO PARA BOVINOS PARTICIPANTES DE PROVAS DE GANHO EM PESO 39
TABELA 1 – Número de animais, média, desvio padrão e coeficiente de variação das características analisadas.....44
TABELA 2–Estimativas de correlação genética (acima da diagonal), fenotípicas (abaixo da diagonal), herdabilidade (diagonal) e variância genética aditiva e fenotípica para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS..... 47
TABELA 3- Objetivos de seleção, pesos das características selecionadas, acurácia e resposta à seleção.....51

LISTA DE QUADRO

CAPÍTULO III – ÍNDICE DE SELEÇÃO PARA BOVINOS PARTICIPANTES DE PROVAS DE GANHO EM PESO 39

QUADRO 1- Tipos de índices, objetivo de seleção, índices e componentes dos índices 50

LISTAS DE ABREVIATURAS

ABCZ	Associação Brasileira dos Criadores de Zebu
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
AOL	área de olho de lombo
BLUP	*best linear unbiased prediction*
DEP	diferença esperada na progênie
E	estrutura
EGS	espessura de gordura subcutânea
EPMURAS	estrutura, precocidade, musculosidade, umbigo, racial, aprumos, sexual
GMD	ganho médio diário
IAOL	índice de área de olho de lombo
IAV	índice de avaliação de tipo
IE	índice empírico
IEG	índice de espessura de gordura
IGMD	índice de ganho médio diário
IPE	índice de perímetro escrotal
IPF	índice de peso final
IS_{GMD}	índice de seleção com objetivo ganho médio diário
IS_{PF}	índice de seleção com objetivo peso final
IML	*Interactive Matrix Language*
M	musculosidade
MTDFREML	*multiple trait derivative free restricted maximum likelihood*
NDT	nutrientes digestíveis totais
P	precocidade
PA	peso a um ano
PD	peso ao desmame
PE	perímetro escrotal
PF	peso final
PGP	prova de ganho em peso
PS	peso ao sobreano
REML	*restricted maximum likelihood*

RGN	registro genealógico de nascimento
SAS	*statistical analysis system*
SRGRZ	serviço de registro genealógico das raças zebuínas

RESUMO

As provas de ganho em peso (PGP) em regime de confinamento avaliam a capacidade individual dos animais para ganho em peso, fornecendo subsídios para seleção com base na informação fenotípica individual. A partir das informações obtidas durante a PGP, a classificação final dos animais é baseada em índices ponderados para características produtivas como ganho médio diário, peso final, avaliação de tipo ou morfológica, perímetro escrotal, área de olho de lombo e espessura de gordura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar os índices de classificação das provas de ganho em peso em regime de confinamento, bem como estimar os componentes de variância e as correlações genéticas entre as características que compõem esses índices. Foram utilizados dados de PGPs da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), referente a raça Nelore. As estimativas dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foram estimados usando modelos animais comumente aplicados no método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) por meio do aplicativo MTDFREML. As estimativas de herdabilidade para todas as características foram altas. Já as estimativas entre as características peso final e ganho médio diário, perímetro escrotal e características de carcaça foram de baixa magnitude. As estimativas entre peso final e área de olho de lombo, ganho médio diário e espessura de gordura foram consideradas medianas. Os resultados deste trabalho concluíram que ao utilizar os índices de seleção, tendo como objetivo de seleção o peso final, levou a obtenção de maiores valores genéticos.

Palavras-chave: avaliação de tipo, características de carcaça, Nelore, perímetro escrotal, peso

ABSTRACT

Weight gain performance trials (PGP) in feedlot evaluate the weight gain capacity of the animals, making possible the selection based on phenotypical information. Animals are classified based on pondered indexes for productive traits as average daily weight gain, final weight, type or morphological evaluation, scrotal perimeter, ribeye area and fat thickness. Using data from the Brazilian Association of Zebu Breeders (ABCZ), the aim of this study was to evaluate classification indexes of weight gain performance tests applied to Nellore cattle in feedlot, and to estimate the variance components and the genetic correlations among the traits that compose such indexes. Covariance components and genetic parameters were estimated by the animal model commonly applied in the Restricted Maximum Likelihood Model (REML), using MTDFREML software. Heritability estimates for all traits were medium to high. Genetic correlation estimates were low regarding final weight and average daily weight gain, scrotal perimeter and carcass traits. Final weight, ribeye area, average daily weight gain and fat thickness were considered medium. Therefore, major genetic gain can be obtained when using selection indexes aimed at final weight

Keywords: body weight, carcass traits, Nellore, scrotal perimeter, type evaluation

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CLASSIFICAÇÃO DE BOVINOS AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO, EM CONFINAMENTO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, estimado em 190 milhões de cabeças, sendo que 80% desse efetivo é composto por raças zebuínas (ABIEC, 2009). A pecuária de corte brasileira é uma atividade competitiva no mercado nacional e internacional, além de econômica e ecologicamente sustentável. Durante o ano de 2009, o Brasil produziu aproximadamente, nove mil toneladas equivalente carcaça de carne e se manteve mundialmente como maior exportador (Tabela 1).

TABELA 1 - Exportação mundial de carne bovina (mil toneladas, equivalente carcaça)

Países	2007	2008	2009
Brasil	2.534	2.163	1.926
Austrália	1.400	1.407	1.390
Índia	678	672	675
Nova Zelândia	496	533	525
Canadá	457	494	475
Argentina	534	422	560
Uruguai	385	361	310
Paraguai	206	233	210
EU-27	140	203	160
Nicarágua	83	89	90
EUA	650	856	785
Outros	353	419	375
Total	7.563	7.433	7.106

Fonte: ABIEC (2009)

É interessante ressaltar que tanto os mercados internos e externos buscam animais precoces que atendam as exigências de qualidade no produto. Para produzir animais que possuem tal qualidade é necessário que o produtor rural aperfeiçoe suas técnicas de criação aliando-as um correto manejo nutricional

e métodos de melhoramento genético adequados aos perfis produtivos, a fim de se inserir e permanecer dentro da cadeia produtiva.

Nesse cenário, os programas de melhoramento genético podem contribuir efetivamente para aumento da qualidade do produto brasileiro, pois a maioria desses programas já contempla características relacionadas ao desempenho quantitativo e qualitativo desses animais de corte, tais como, velocidade de ganho em peso e qualidade de carcaça.

Uma ferramenta auxiliar na identificação do mérito genético dos animais são as provas de ganho em peso (PGPs). Conforme RAZOOK et al. (1997), em 1951, o professor João Barisson Villares, após ter conhecido as bases técnico-científicas do *Feending teste*, realizada nos Estados Unidos, introduziu-a no Brasil, conhecida hoje como prova de ganho em peso. Segundo TUNDISI et al. (1962), a primeira PGP foi realizada em Barretos (SP) no recinto de exposições sendo que, posteriormente, essas provas estenderam-se para Sertãozinho (SP), Araçatuba (SP) e Franca (SP). As PGPs realizadas pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) foram oficializadas em 1972.

Inicialmente, as provas avaliavam unicamente o ganho em peso diário e o ganho em peso final dos animais, no entanto, ao longo dos anos percebeu-se a necessidade de se aprimorar as provas de ganho em peso quanto a sua qualidade, mediante a inclusão de outras características que pudessem contribuir para aumento da eficiência destas PGPs, tais como: avaliação visual, perímetro escrotal e características de carcaça.

As principais vantagens que justificam a implementação de uma prova de ganho em peso são: estimar o mérito genético do animal ainda jovem, viabilizando sua utilização precoce; as provas em regime de confinamento, além da avaliação genética dos animais que podem ser efetuadas precocemente e ser utilizados como reprodutores e avaliações genéticas que podem ser conduzidas entre e dentro de rebanhos (RAZOOK et al.,1997).

Um dos aspectos mais importantes na condução das PGPs é a eliminação dos efeitos de ambiente a que os animais foram submetidos anteriormente a prova. Por isso, os testes de desempenho possuem um período de adaptação para que os animais participantes possam eliminar os efeitos de fazenda, sendo que após essa fase, os animais começam a ser avaliados.

Cabe salientar, que é importante realizar uma pré-seleção dos indivíduos para comporem o grupo de animais da prova. Animais jovens que demonstram potencial de crescimento, comparativamente aos animais pertencentes a um mesmo grupo de contemporâneos em seus rebanhos de origem, servirão de garantia como representantes de genótipos superiores no grupo de animais participantes de uma PGP, evitando dessa forma o risco de selecionar os melhores entre os piores.

Os indivíduos participantes das provas de ganho em peso são classificados ao término da PGP. Para fins de classificação dos animais são utilizados índices lineares, combinando os dados de desempenho de cada animal no teste com respectivos valores de ponderação para cada uma das características avaliadas. A proposta desta pesquisa foi avaliar os índices adotados pela ABCZ para classificação de animais participantes das PGPs confinadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Provas de ganho em peso

Os dados das PGPs utilizados nesta pesquisa foram obtidos em conformidade com a regulamentação da ABCZ que preconiza que: os animais sejam formados por grupos contemporâneos, para que possam expressar a genética individual com maior confiabilidade quando submetidos a um mesmo ambiente; se avaliam animais machos, desmamados, possuidores de registro genealógico de nascimento (RGN); e animais que tenham idades entre 180 a 303 dias na pesagem de entrada da prova, com variação de idade de, no máximo, 90 dias (JOSAHKIAN et al., 2009).

Destaca-se que os animais são mantidos em regime de confinamento durante 168 dias, compreendendo um período inicial de adaptação de 56 dias, a fim de eliminar os efeitos do ambiente os quais os participantes estiveram submetidos antes de serem encaminhados ao teste de desempenho. A duração é de 112 dias de prova propriamente dita.

As pesagens são efetuadas no período da manhã, após o jejum completo, mínimo de 12 horas. São realizadas as seguintes pesagens durante a PGP: de entrada, pós adaptação, intermediárias e final, sendo que as duas primeiras citadas e a final devem ser realizadas pelo técnico da ABCZ (JOSAHKIAN et al., 2009). As pesagens intermediárias são realizadas pela coordenação da prova de ganho em peso e devem acontecer a cada 28 dias.

Os animais recebem uma mesma dieta em termos de porcentagem de seus constituintes, sendo 12% de proteína bruta e 65 a 70% de NDT. Os animais deverão ter sempre a sua disposição, água e mistura mineral, e cada animal deverá ter 0,70 m linear de cocho e uma área aproximada de 3 m^2 de área coberta e 27 m^2 de área de sol por animal (JOSAHKIAN et al., 2009). Os mesmos autores afirmaram que as provas de ganho em peso podem ser coletivas ou individuais, desde que se tenha pelo menos oito animais, podendo ser de raças diferentes sendo, entretanto exigido, no mínimo quatro animais por raça e categoria de registro.

Segundo JOSAHKIAN et al. (2009), durante o período de adaptação do teste de desempenho qualquer animal poderá ser afastado caso não se adapte ao regime alimentar utilizado. No decorrer da prova efetiva só poderá ser afastado o animal que sofrer traumatismo ou qualquer problema que prejudique seu desempenho, bem como venha apresentar problemas de ordem andrológica ou defeito desclassificante, de acordo com o padrão racial.

2.2 Características avaliadas nas provas de ganho em peso

2.2.1 Ganho em peso

Atualmente, os animais testados nas PGPs são enviados aos recintos das provas após a desmama, pois exploram a fase de melhor conversão alimentar do animal influenciando nas taxas de ganhos em peso e na composição da carcaça (ARRIGONI, 2003; TANAKA et al., 2009). Tal fato pôde ser comprovado por SAKAGUTI et al. (2003), os quais estimaram correlações genéticas de 0,89 e 0,86 para pesos ajustados aos 205 e 365 dias e para 205 e 550 dias de idade respectivamente, esses resultados comprovaram que animais mais pesados nas primeiras idades, tendem a aumentar o peso nas idades avançadas.

BOLIGON et al. (2008) estimaram correlações genéticas, para as características ponderais de bovinos Nelore, que variaram de 0,84 (peso ao desmame X peso aos 365) e 0,81 (peso ao desmame X peso aos 550 dias), esse estudo concluiu que a seleção para aumento de peso pode ser baseada na escolha de qualquer idade do animal pois, as mudanças para os demais pesos ocorrerão no mesmo sentido. Segundo YOKOO et al. (2007), as estimativas de correlações genéticas obtidas entre os pesos em diferentes idades de animais da raça Nelore foram positivas e acima de 0,90, indicando que, um mesmo conjunto de genes de ação aditiva influenciam a manifestação destas características.

Diversos trabalhos têm demonstrado que ganhos em peso de bovinos de raças zebuínas, possuem herdabilidades de magnitude alta para efeito genético direto, variando as estimativas de 0,26 a 0,34 para peso a desmama

(PD), 0,30 a 0,45 para peso aos 365 dias e 0,34 a 0,51 para peso aos 550 dias (MERCADANTE et al., 2000; BOLIGNON et al., 2007; YOKOO et al., 2007; BOLIGNON et al., 2008; LOPES et al., 2008).

2.2.2 Características de carcaça

O mercado mundial da carne oferece oportunidades de crescimento para as exportações brasileiras, porém é imprescindível melhorar a qualidade do produto. Para isso a tecnologia de ultrassom é uma das ferramentas utilizadas em animais vivos, que visa quantificar a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea.

A quantificação da espessura de gordura e a área de olho de lombo são medidas na área do músculo *Longíssimo dorsi*, entre a 12º e 13º costela do animal. Essa mensuração ocorre apenas na pesagem final da prova de ganho em peso e é realizada por técnicos terceirizados pelo organizador da prova de ganho em peso.

Em trabalho realizado por TAROUCO et al. (2005) foram avaliados dados de animais da raça Braford e encontraram estimativas de correlação positiva entre as medidas de ultrassom e de carcaça para espessura de gordura subcutânea (0,94) e área de olho de lombo (0,96). Esses resultados são similares aos obtidos por PRADO et al. (2004), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos, obtiveram para obtiveram coeficientes de correlação de 0,80 para a característica AOL. Com esses dados pode se afirmar que a utilização do ultrassom para mensurar essas características é confiável e ainda apresenta como vantagem não ter a necessidade de abater o animal.

POLIZEL NETO et al. (2009) estudando dados de animais da raça Nelore e Brangus X Nelore, estimaram valores inferiores mas com correlação positiva entre a AOL mensurada por ultrassom e carcaça (0,47). Essas estimativas de correlação variam muito na literatura e isso se deve a vários fatores, tais como: experiência do técnico, qualidade das imagens e interpretação das imagens (SUGUISAWA et al., 2003).

Vários trabalhos avaliam apenas o potencial de ganho em peso do animal, não mede a distribuição de gordura pelo corpo, o que é fundamental para

qualidade da carcaça, dessa forma é importante que essa característica seja avaliada. De acordo com COSTA et al. (2002) para abate de bovinos exige-se que a carcaça tenha espessura de gordura de acabamento entre 3,0 a 6,0 mm possibilitando a proteção das fibras musculares que, devido ao frio intenso a que são submetidas em câmaras frias, podem sofrer encurtamento provocando o endurecimento da carne.

ARAUJO (2003), utilizando dados de campo de animais da raça Nelore, afirmou que podem ser utilizados animais superiores, quanto às características de carcaça, como critério de seleção, pois as estimativas de herdabilidade são de médias a altas (0,30 a 0,50). LIMA NETO et al. (2009), trabalhando com animais da raça Guzerá, encontraram estimativas de herdabilidade para área de olho de lombo de 0,34 e para espessura de gordura subcutânea de 0,10.

De acordo com YOKOO et al. (2008), avaliando dados de animais da raça Nelore, as estimativas de correlações fenotípicas entre peso e características de carcaça são de magnitudes moderadas a baixas, variando de 0,30 para EGS e 0,36 para AOL. Os autores concluíram que o peso não deve ser utilizado isoladamente para avaliar a qualidade de carcaça, sendo necessária a mensuração dessas duas características.

Entretanto, LIMA NETO et al. (2009) obtiveram correlação genética positiva entre as características peso corporal e área de olho de lombo (AOL) de 0,79 e com menor intensidade para espessura de gordura subcutânea (EGS) de 0,20. No entanto, YOKOO (2005), trabalhando com dados da raça Nelore, relatou estimativas de correlações genéticas entre AOL e pesos em diversas idades, em animais da raça Nelore, variando de 0,53 a 0,67.

Outro aspecto importante refere-se a avaliação de acabamento, uma vez que esta apresenta-se correlacionada com a precocidade sexual dos animais. Segundo YOKOO (2005), as correlações genéticas sugerem que progressos genéticos podem ser alcançados nas características de carcaça sem antagonismo com a seleção para peso ou circunferência escrotal, pois as correlações genéticas foram próximas de zero (-0,03).

2.2.3 Perímetro escrotal

Inicialmente, as provas avaliavam unicamente o ganho em peso diário e o ganho em peso final dos animais, no entanto, ao longo dos anos percebeu-se a necessidade de se aprimorar as provas de ganho em peso quanto a sua qualidade, mediante a inclusão de outras características que pudessem contribuir para aumento da eficiência dessas PGPs.

Dessa forma, o perímetro escrotal passou a ser optativo no índice de classificação final dos animais participantes da PGP. As pesquisas comprovaram a sua correlação favorável com fertilidade e precocidade nos rebanhos, porém é interessante ressaltar que não se deve focar excessivamente nessa característica, devendo sempre levar em conta a sua relação com outras características de interesse econômico.

O perímetro escrotal é uma medida fácil de ser realizada, para sua coleta utiliza uma fita métrica apropriada, com o animal contido circundar firmemente a parte anatômica mais larga da bolsa escrotal, mas sem comprimir os testículos e fazer a mensuração. Essa medida é realizada nas pesagens inicial e final das provas de ganho em peso (JOSAHKIAN et al., 2009).

Conforme WILSON et al. (2001), em seu estudo com a raça Angus as estimativas encontradas de correlação genética entre perímetro escrotal e espessura de gordura foram em torno de 0,06, corroborando com os resultados apresentados por BARBOSA et al. (2010), o qual estimou correlação de 0,09 estudando animais da raça Nelore. O fato sugere que touros selecionados para maior desenvolvimento testicular tenderiam a causar pequenas mudanças genéticas na característica de espessura de gordura ou ao menos não prejudicaria, pois apresentam correlação baixa, porém positiva.

A seleção para perímetro escrotal apresenta também respostas correlacionadas geneticamente positivas com o peso em todas as idades, variando de 0,31 a 0,72, (GARNERO et al., 2001; YOKOO et al., 2007; DIAS et al., 2008; LIRA et al., 2008).

Adicionalmente, segundo relatos da literatura, BARBOSA et al. (2010), BOLIGON et al. (2007), PEREIRA et al. (2007), verificaram estimativas de correlação genética negativa entre o perímetro escrotal e a idade ao primeiro

parto em fêmeas (- 0,23 a -0,37) em animais da raça Nelore e Canchim. O que possibilita a seleção de novilhas mais precoces. Dessa forma a utilização de reprodutores com maior perímetro escrotal poderá favorecer uma menor idade ao primeiro parto.

2.2.4 Avaliação de tipo morfológico

Um dos critérios de seleção utilizados atualmente pelos programas de melhoramento genético é a avaliação morfológica dos animais, pois é de fácil execução e conforme KOURY FILHO (2005) identificam de maneira clara os extremos morfológicos dos animais. Dessa forma as provas de ganho em peso também incluem em seus índices essa avaliação de tipo.

Portanto, faz-se necessário conhecer as herdabilidades e correlações das características que compõe esse índice para que a seleção efetuada por esse método possa ser eficiente na escolha de animais com qualidade de carcaça quanto a distribuição de massa muscular e precocidade dos animais avaliados.

Em estudos realizados com animais da raça Nelore, KOURY FILHO (2005) encontrou estimativas de correlações genéticas positivas para peso ao desmame em relação às características de conformação (098), precocidade (0,93) e musculosidade (0,94) utilizadas na avaliação de tipo. Esses valores indicam que a seleção em avaliação visual promove o aumento nos pesos a desmama dos animais.

Trabalho semelhante foi conduzido com dados de animais da raça Nelore por FARIA et al. (2008), os quais concluíram que seleção direta para peso aos 210 dias de idade do animal promoverá resposta correlacionada para musculosidade (0,74), estrutura física (0,99) e conformação (0,99).

YOKOO et al. (2009), estudando dados da raça Nelore, encontraram valores para estimativas de herdabilidade de moderados a altos para estrutura (0,42), precocidade (0,65) e musculosidade (0,49) e também que precocidade e musculosidade apresentaram alta correlação (0,86), indicando que essas características apresentam o mesmo conjunto de genes de ação aditiva, de forma

que apenas a utilização de uma dessas características pode promover mudanças nas demais.

Os produtores e técnicos possuem a sua disposição métodos para avaliar e pontuar os escores visuais como: CPM, utilizado pelo programa de Melhoramento Genético da empresa Conexão Delta G, EPMURAS utilizado pelos Programas de Melhoramento Genético da Raça Nelore e pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ).

Ao término da prova de ganho em peso é feita a avaliação de tipo pelo método EPMURAS, que a critério do organizador poderá ser realizado por um ou três técnicos credenciados pelo serviço de registro genealógico das raças zebuínas (SRGRZ). Os animais previamente devem ser apartados como cabeceira, meio e fundo para em seguida iniciar a classificação dos participantes da prova de ganho em peso.

No EPMURAS é avaliado as seguintes características e seus respectivos escores. A nota zero desclassifica o animal (JOSAHKIAN et al., 2009).

Estrutura Corporal – 1 a 6
Precocidade – 1 a 6
Musculosidade – 1 a 6
Umbigo – 1 a 6
Características raciais- 1 a 4
Aprumos – 1 a 4
Sexualidade – 1 a 4

2.3 Classificação final da prova de ganho em peso

De acordo com JOSAHKIAN et al. (2009), dependendo das informações colhidas na PGP, o resultado final é baseado em um índice empírico, conforme descrição abaixo:

40% IGMD+40% IPF+20% AV
35% IGMD+35% IPF+20% AV+10% IPE
25% IGMD+25% IPF+20% AV+10% IPE+10% AOL+10% IEG

Em que:

IGMD: índice de ganho em peso

IPF: índice de peso final, corrigido para idade padrão da PGP

IAV: índice da avaliação visual

IPE: índice do perímetro escrotal

IAOL: índice da área de olho de lombo (ultrassonografia)

IEG: índice da espessura de gordura subcutânea (ultrassonografia)

Em 2008 foram implantados pela ABCZ, os índices de classificação que utilizam as características de carcaça e perímetro escrotal. Fica a critério do criador, definir quais as características que serão avaliadas na prova. Os resultados das PGPs eram baseados apenas em ganho médio diário, peso final e avaliação de tipo.

Em função do índice da prova e do seu desvio padrão, os animais são classificados em elite, superior, regular e inferior, sendo também classificados em ordem crescente, do primeiro ao enésimo lugar. Aos animais que forem classificados como superior ou elite, é fornecido um certificado de participação na prova de ganho em peso, contendo os resultados obtidos e a avaliação de tipo.

2.4 Índice de seleção

Toda a base genético-econômica para a seleção de várias características simultaneamente foi desenvolvida por HAZEL (1943), em seu trabalho clássico da teoria do índice de seleção. Este autor considerou que o valor relativo de cada característica depende do aumento no lucro, que pode ser esperado para cada unidade de melhoramento da característica analisada. Os fatores de ponderação que representam as características econômicas das mudanças nos critérios de seleção do rebanho são combinados com os fatores de ponderação genéticos, representando o quanto as práticas de seleção podem causar melhorias em cada característica.

Os valores genéticos e fenotípicos variam em função de cada característica em estudo, sendo que o valor agregado (H) pode ser obtido pelo somatório dos vários genótipos existentes, pressupondo-se distinção genotípica

de cada característica, relacionando-a com seu valor econômico. Este genótipo agregado pode ser representado pela fórmula descrita em (I).

$$H = a_1G_1 + a_2G_2 + ... + a_nG_n \quad \text{(I)}$$

O mérito genético agregado foi então definido como $H = \sum a_iG_i$, em que **H** é uma função linear dos valores genéticos para cada uma das características de interesse ($\mathbf{G_i}$) ponderadas pelo seu valor econômico relativo ($\mathbf{a_i}$). Este autor definiu os valores econômicos $\mathbf{a_i}$ como a "quantidade esperada de aumento no lucro por cada unidade de melhoramento na característica ***i***". Assim, foi introduzido o conceito de genótipo agregado ou do objetivo de seleção (**H**), que foi definido como uma função linear dos valores genéticos ponderados pelos valores econômicos de cada característica (HAZEL, 1943).

Uma vez definidos os objetivos, podem ser calculados os índices de seleção, cujas informações podem ser coletadas em literatura nacional e internacional. O índice de seleção pode ser definido conforme descrito em (II):

$$I = b_1X_1 + b_2X_2 + ... + b_nX_n \quad \text{(II)}$$

Em que, X_1, X_2, ..., X_n representam a desempenho das diversas características e b_1, b_2, ..., b_n são os coeficientes de regressão obtidos de modo que a correlação ($\mathbf{r_{IH}}$) entre o índice e o objetivo de seleção seja maximizada (HAZEL, 1943). Informações para seleção podem vir de várias fontes: o animal, seus irmãos, a mãe, pai e outros parentes. Os índices de seleção podem ser construídos a partir de estruturas familiares diferentes, modificando o número de informações por individuo, número de meio-irmãos e irmãos completos com informação.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar os índices de classificação das provas de ganho em peso em regime de confinamento.

3.2 Objetivos específicos

- Estimar os componentes de (co)variância e os parâmetros genéticos das características avaliadas nas provas de ganho em peso;
- Avaliar a ponderação utilizada nos índices de classificação empíricos das provas de ganho em peso em regime de confinamento;
- Comparar esses índices empíricos com os índices de seleção teóricos;
- Verificar a influência da variância e correlação das características avaliadas nos índices de classificação das provas de ganho em peso.

4 Referências

1. ARAUJO, F. R. C. **The use of real-time ultrasound to estimate variance components for growth and carcass traits in Nelore cattle** [online]. 2003. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – University of California, Davis. Disponível em: http://www.aval-online.com.br/artigostecnicos/artigos/Dissertação_MS_Araujo.pdf. Acesso em: 15 abr. 2009.

2. ARRIGONI, M. D. B. **Eficiência produtiva de bovinos de corte: Modelo Biológico Superprecoce.** 2003. 428 f. Tese (Livre-Docência) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC, Relatórios detalhados sobre as exportações de carne brasileira [online], 2009. Disponível em: http://www.abiec.com.br/estatisticas_relatorios.asp. Acesso em: 01 maio 2010.

4. BARBOSA, V.; MAGNABOSCO. C. U.; TROVO, J. B. F.; FARIA, C. U.; LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; LOBO, R. B.; MAMEDE, M. M. S. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 789-797, 2010.

5. BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 565-571, 2007.

6. BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 596-601, 2008.

7. COSTA, E. C.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. L. C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 31, n. 1, p. 119-128, 2002.

8. DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. M.; EMERICK, L. L.; VALE FILHO, V. R. Correlações genéticas fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 53-59, 2008.

9. FARIA C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYS, A. L.; BEZERRA, L. A. F.; LOBO, R. B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando modelos Bayesianos Linear-Limiar. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 327-340, abr./jun. 2008.

10. GARNERO, A. D. V.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 714-718, 2001.

11. HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Pittsburgh, v. 28, p. 476-490, 1943.

12. JOSAHKIAN, L. A.; LUCAS, C. H.; MACHADO, C. H. C. Associação Brasileira dos Criadores de Zebu. **Manual do Serviço de Registro Genealógico das Raças Zebuínas e PMGZ:** manual de operação. Uberaba, 2009. 190 p.

13. KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

14. LIMA NETO, H. R.; BERGMANN, J. A. G.; GONÇALVES, T. M.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; SILVA, M. A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte , v. 61, n. 1, p. 251-258, 2009.

15. LIRA, T.; ROSA, E. M.; GARNERO, A. D. V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 1-22, jan./mar. 2008.

16. LOPES, J. S.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; BOLIGON, A. A.; COMIN, J. G.; DORNELLES, M. A. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 54-60, 2008.

17. MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. Estimativas de (Co) variâncias entre características de Reprodução e de crescimento em Fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 29, n. 4, p. 997-1004, 2000.

18. PEREIRA, V. M. C.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para característica de crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1029-1036, 2007.

19. POLIZEL NETO, A.; JORGE, A. M.; MOREIRA, P. S. A.; GOMES, H. F. B.; PINHEIRO, R. S. B.; ANDRADE, E. N. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminadas em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 137-145, jan./mar. 2009.

20. PRADO, C. S.; PADUA, J. T.; CORRÊA, M. P. C.; FERRAZ, J. B. S.; MIYAGI, E. S.; RESENDE, L. S. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área

de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 3, p. 141-149, jul./set. 2004.

21. RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; CYRILLO, J. N. S. G.; PACOLA, L. J.; BONILHA NETO, L. M.; TROVO, J. B. F.; RUGGIERI, A. C.; MERCADANTE, M. E. Z. Prova de ganho em peso: normas adotadas pela estação experimental de Zootecnia de Sertãozinho. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.40, p. 5-6, 1997.

22. SAKAGUTI, E. S.; SILA, M. A.; QUAAS, R. L.; MARTINS, E. N.; LOPES, P. S.; SILVA, L. O. C. Avaliação do crescimento de bovinos jovens da raça tabapuã, por meio de analises de funções de covariância. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 864-874, 2003.

23. SUGUISAWA, L.; MATTOS, W. R. S.; OLIVEIRA, H. N.; SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. D. B.; HADDAD, C. M.; CHARDULO, L. A. L.; MARTINS, C. L. Ultrasonography as a predicting tool for carcass traits of young bulls. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 779-784, oct./dec. 2003.

24. TANAKA, A. L. R; CARVALHEIRO, R.; FRIES, L. A.; QUEIROZ, S. A. Comparação de critérios de seleção para precocidade de crescimento em bovinos da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 284-291, 2009.

25. TAROUCO, J. U.; LOBATO, J. F. P.; TAROUCO, A. K.; MASSIA, G. S. Relação entre medidas Ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2074-2084, 2005.

26. TUNDISI, A. G. A.; VILLARES, J. B.; CORRÊA, A.; KALIL, E. B. Contribuição para o estudo do ganho de peso de bovinos zebus. **Boletim de Industria Animal**, Nova Odessa, v. 20, p. 117- 129, 1962.

27. WILSON, D. E.; ROUSE, G.H.; HAYS, C. L. Genetic relationship between live animal ultrasound measures and scrotal cincunference in yearling Angus bulls. **Beef Research Report**, Ames: Iowa State University, 2001.

28. YOKOO, M. J. I. **Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para características de carcaça medidas pelo ultra-som em bovinos da raça Nelore** [online]. 2005. 89f. Dissertação (mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jabuticabal. Disponível em: http://www.aval-online.com.br/artigostecnicos/artigos/Disserta%C3%A7%C3%A3o_MS_Yokoo.pdf#page=13. Acesso em: 08 mar. 2009.

29. YOKOO, M. J. I.; ALBUQUERQUE, L. G.; LOBO, R. B.; SAINZ, R. D.; CARNEIRO JUNIOR, J. M.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em

bovinos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1791-1768, 2007.

30. YOKOO, M. J. I.; ORTELAN, A. A.; SARMENTO, J. L. R.; ALBUQUERQUE, L. G.; RESENDE, K. T.; REIS, R. A.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; ROSA, G. J. M. Estudo de características de crescimento e de carcaça medidas por ultra-sonografia em novilhas de dois grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 948-957, out./dez. 2008.

31. YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultra-som em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009.

CAPÍTULO II – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, CARCAÇA E PERÍMETRO ESCROTAL DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO EM CONFINAMENTO

RESUMO

Objetivou-se com este estudo estimar os parâmetros genéticos das características avaliadas nas provas de ganho em peso, de bovinos da raça Nelore, realizadas pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu - ABCZ. Foram estudados peso final, ganho médio diário, perímetro escrotal, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e as características morfológicas de musculosidade, estrutura física e precocidade. Os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foram estimados usando modelos animais comumente aplicados no método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) por meio do aplicativo MTDFREML. As estimativas de herdabilidade para todas as características foram de medianas a altas. As estimativas de correlações genéticas entre as características peso final e ganho médio diário, perímetro escrotal e características de carcaça foram de baixa magnitude. As estimativas entre peso final e área de olho de lombo, ganho médio diário e espessura de gordura foram consideradas medianas. A tendência genética avaliada para peso final revelou que a seleção para essa característica tem sido promissora. Por outro lado, a espessura de gordura subcutânea foi baixa ou quase nula concluindo a ausência de seleção para esta característica. Os resultados indicam que as características avaliadas nas provas de ganho em peso podem ser usadas como critérios de seleção no intuito de obter progresso genético para tais características.

Palavras-chave: avaliação de tipo, características de carcaça, correlação genética, herdabilidade

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the genetic parameters of several phenotypical traits evaluated during weight gain performance tests by the Brazilian Association of Zebu Breeders – ABCZ. Final body weight, average daily weight gain, scrotal perimeter, ribeye area, subcutaneous fat thickness and muscularity, physical stature and precociousness were assessed. Covariance components and genetic parameters were estimated by the animal models, commonly applied in the Restricted Maximum Likelihood Model (REML) using MTDFREML applicative. Heritability estimates for all traits were medium to high. Genetic correlation estimates were low among final weight and average daily weight gain, scrotal perimeter and carcass traits. Estimates among final weight, ribeye area, average daily weight gain and fat thickness were considered medium. Genetic tendency analysis revealed that animal selection based on final body weight is appropriate and promising. On the other hand, genetic tendency for fat thickness was low or null revealing little selection effect of this trait. The results reveal that the traits used in weight gain performance tests are an important selection criteria to obtain genetic progress for such characteristics.

Keywords: carcass traits, genetic correlation, heritability, type evaluation

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda de consumo de carne bovina imposta pelos mercados internos e também por outros países tem sido atendida pela pecuária de corte brasileira. Um dos fatores determinantes para colocar o Brasil em posição de destaque como grande produtor de carne bovina foi a intensificação do uso do melhoramento genético como ferramenta para a aumento da eficiência da produção animal.

O melhoramento genético animal só teve importância no Brasil no final da primeira década do século XX, quando em Nova Odessa – SP, foi instalado um posto pecuário com o objetivo de selecionar tanto gado mocho nacional quanto Caracu. Depois de constituída essa base deu se importância primeiramente ao peso a desmama, para somente em 1980 consolidar os acasalamentos e seleção, as avaliações genéticas só foram incluídas no final dos anos 80, EUCLIDES FILHO (1999).

Nas últimas décadas os programas de melhoramento genético animal passaram por adequações para fornecer o suporte necessário aos produtores. Para que esses programas possam ser implantados em um rebanho é necessário primeiramente definir os objetivos a serem alcançados, estudar as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, e escolher os critérios de seleção. Após a definição desses itens é possível obter maiores progressos genéticos nos rebanhos e maiores lucros com a atividade.

Além da implantação de outras variáveis nos programas de melhoramento genético faz-se necessário estimar os componentes de (co)variâncias dessas características de forma a conhecer o quanto estão colaborando para auxiliar na produção de bovinos de corte. Se uma característica apresenta baixo valor de variância a seleção para ela será difícil porque naquela população nenhum individuo é superior do que o outro. A covariância também é importante porque ela mede a relação existente entre duas ou mais características e o quanto a mudança na média de uma variável pode afetar na média de outra (BOURDON, 2000).

Os parâmetros genéticos das características devem ser estimados, pois parâmetros como a herdabilidade determinam o grau de confiança do valor

fenotípico como indicador do valor genético. Assim como a estimação da correlação entre as características de interesse irá indicar quanto da mudança genética de uma poderá característica poderá influenciar na outra (GUNSKI et al., 2001).

Objetivou-se com o presente estudo estimar os componentes de (co) variância e os parâmetros genéticos das características avaliadas, assim como conhecer a evolução destas quando mensuradas em provas de ganho em peso de bovinos da raça Nelore em regime de confinamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Arquivos de dados

As informações analisadas no presente estudo foram obtidas no período de 2000 a 2010 oriundas de bovinos da raça Nelore, provenientes de 392 provas de ganho em peso em regime de confinamento, oficializadas pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu – ABCZ. Foram estudadas as características de ganho médio diário (GMD), peso final ajustado aos 426 dias (PF), perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e EPMURAS, características pontuadas na avaliação de tipo (estrutura, precocidade, musculosidade, umbigo, racial, aprumos e sexual).

Foram cedidos, pela ABCZ dois conjuntos de dados: um arquivo de genealogia e outro contendo os registros de desempenho e informações das provas de ganho em peso em regime de confinamento (arquivos de dados com 11.260 animais). O arquivo de dados foi analisado minuciosamente a fim de se retirar *outliers*. Deste, foi criado novo banco de dados contendo registros de 9.970 animais. O arquivo de pedigree, inicialmente fornecido, foi formatado de forma a manter apenas as genealogias relacionadas ao novo arquivo de dados. Dessa forma, 40.415 animais foram mantidos no arquivo de pedigree. Para tanto, foram considerados todos os animais até a nona geração de parentesco.

Os grupos de contemporâneos (GC) foram formados por animais pertencentes à mesma prova de ganho em peso. Foram utilizados dados de 11 anos e descartados os registros que contemplavam avaliações de tipo obtidas por outra metodologia não mais utilizada pela ABCZ.

Todas as variáveis foram verificadas em detalhes por meio do procedimento PROC UNIVARIATE a fim de se testar a distribuição dos dados. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2004).

A estatística descritiva contendo número de animais, média, desvio padrão e coeficiente de variação para as características estudadas estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1 – Número de animais, média, desvio padrão e coeficiente de variação das características estudadas

Características	Nº de animais	Média	Desvio padrão	Coeficiente de Variação (%)
Peso final (kg)	9970	375,27	58,19	15,51
Ganho médio diário (kg)	9769	0,89	0,25	28,64
EPMURAS	6052	25	4,21	16,82
Perímetro escrotal (cm)	3155	25,86	3,43	12,29
Área de olho de lombo (cm^2)	252	62,82	7,34	11,68
Espessura de gordura subcutânea (mm)	180	3,57	1,54	43,37

2.2 Análise genético quantitativa

Os dados foram analisados separadamente (unicaráter) e em conjunto (bicaráter), segundo o modelo descrito abaixo (I). O modelo estatístico incluiu os efeitos fixos dos grupos de contemporâneos, o efeito aleatório genético aditivo direto e os efeitos residuais.

2.3 Análises uni e bi-características

As análises uni e bi-característica das variáveis em estudo, foram realizadas segundo modelo descrito (I):

$$y = X\beta + Za + e \qquad (I)$$

Em que, ***y:*** vetor de observações (PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS); ***β:*** vetor do efeito fixo (grupo de contemporâneo); ***a:*** vetor do efeito genético aditivo; ***X****:* matriz de incidência que associa ***β*** com ***y; Z*** é *a* matriz de incidência do efeito genético aditivo; e, ***e:*** vetor residual.

Para as características analisadas simultaneamente, utilizaram os subscritos 1 e 2, como representada no modelo a seguir.

$$E\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1\beta \\ X_2\beta \end{bmatrix} \quad \text{(II)}$$

$$Var = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma^2_{a_1} & A\sigma_{a_1a_2} & 0 & 0 \\ A\sigma_{a_1a_2} & A\sigma^2_{a_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_N\sigma^2_{e_1} & I_N\sigma_{e_1e_2} \\ 0 & 0 & I_N\sigma_{e_1e_2} & I_N\sigma^2_{e_2} \end{bmatrix} \quad \text{(III)}$$

Em que, $\sigma^2_{a_1}$ é a variância genética aditiva direta para a característica 1; $\sigma^2_{a_2}$ é a variância genética aditiva direta para a característica 2; σ^2_e é a variância residual (característica 1 e 2); $\sigma_{a_1a_2}$ é a covariância genética aditiva entre os efeitos diretos para as características 1 e 2; $\sigma_{e_1e_2}$ é a covariância ente os efeitos residuais para as características 1 e 2; ***A*** é a matriz de parentesco; ***n*** é o número de observações; e, ***I*** é a matriz identidade;

Foram realizadas análises uni-características com a finalidade de se estimar os componente de (co)variâncias e estimar os valores genéticos para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS. Já as análises bi-características foram realizadas para se estimar as correlações fenotípicas e genéticas, entre as características em estudo. Dessa forma, as estimativas de herdabilidade, foram obtidas por meio de análises unicaráter, enquanto as estimativas de correlações, foram obtidas em análises bicaráter. Foram estimados isoladamente os parâmetros genéticos das características estrutura, precocidade e musculosidade que compõem o EPMURAS.

Os componentes de (co)variância necessários para obtenção dos parâmetros genéticos, foram estimados pela metodologia *Restricted Maximum Likelihood* (REML) sob modelo animal (I), descrita por PATTERSON &

THOMPSON (1971), por meio do aplicativo *Multiple trait Derivate-Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML) desenvolvido por BOLDMAN & VAN VLECK (1995).

O critério de convergência considerado para a implementação com MTDFREML foi de 10^{-9}, sendo que a cada convergência o programa era reiniciado com os parâmetros genéticos obtidos da análise prévia.

As tendências genéticas para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS foram obtidas por meio da regressão das médias anuais dos valores genéticos (aditivo direto) pelo ano de nascimento do animal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios obtidos para as características peso final e ganho médio diário (Tabela 1) foram considerados regulares se comparados aos ganhos usuais obtidos em confinamentos comerciais com média de 451,79 kg para peso final e GMD de 1,08 kg (COSTA et al., 2005; EZEQUIEL et al., 2006; PAULINO et al., 2008). No entanto, deve-se considerar que a dieta dessas PGPs obedece a uma regulamentação que limita as porcentagens de proteína e NDT. Destaca-se que esses animais participantes serão utilizados, em sua maioria como reprodutores e não tem como destino final o abate.

BOLIGON et al. (2007) e BARBOSA et al. (2010), estudando o perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore, encontraram valores de 22,96 cm e 25,86 cm, respectivamente. Esses resultados são similares aos apresentados na Tabela 1 desse estudo, considerando o perímetro escrotal para animais na idade entre 15 e 18 meses de idade.

Os valores encontrados para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea nesse estudo devem ser referenciados com cuidado em relação à grande maioria dos relatos obtidos na literatura, logo visto que os mesmos referem-se a trabalhos de raças taurinas, clima temperado, idades e regime alimentar distintos desse estudo. CREWS JUNIOR et al. (2003) encontraram valores de 81,33 cm^2 e 4,06 mm para AOL e EGS em animais da raça Simental. Em estudos com animais da raça Nelore criados a pasto, RIBEIRO et al. (2009) encontraram valores iguais a 78,5 cm^2 para AOL e 5,0 mm para EGS. Porém, RUBIANO et al. (2009) trabalhando com animais da mesma raça em regime de confinamento apresentou resultados de 67,90 cm^2 para AOL.

O coeficiente de variação obtido para a característica EGS foi relativamente alto (43,37%), talvez pelo fato do número de observações dessa característica ser pequena nesse estudo e também pela qualidade da coleta dos dados, pois não se conhece a origem com exceção das PGPs realizadas em fazendas experimentais.

As estimativas dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2 – Estimativas de (co)variância (acima da diagonal) e variância genética (diagonal) para peso final (PF), ganho médio diário (GMD), EPMURAS, perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)

Característica	Fenotípica					
	PF	GMD	EPMURAS	PE	AOL	EGS
PF	2059,20	3,44	122,10	142,60	189,60	35,03
GMD		0,37	0,33	0,20	1,12	1,09
EPMURAS			25,37	3,89	8,88	2,34
PE				25,84	5,40	0,67
AOL					126,27	6,98
EGS						12,23
	Genética aditiva direta					
PF	1231,40	3,81	81,50	96,80	153,15	28,84
GMD		0,21	0,42	-0,19	1,10	0,65
EPMURAS			16,07	-1,25	8,96	-0,12
PE				14,12	5,20	-0,32
AOL					82,92	2,11
EGS						5,01
	Ambiental					
PF	827,80	-0,37	0,55	-34,24	56,48	-3,81
GMD		0,17	-0,89	0,20	0,91	1,54
EPMURAS			9,30	5,15	-0,07	2,46
PE				11,71	-0,81	0,99
AOL					43,35	3,87
EGS						7,21

A variância genética aditiva para a característica peso final foi de alta magnitude (Tabela 2), esses valores se devem a falta de exigência de uma pré seleção para os animais participarem da prova de ganho em peso. Essa situação reflete em uma grande variabilidade dessa característica desde o início da prova.

A variância residual para AOL é alta (Tabela 2) e uma das possíveis causas pode ser a falta de certificação dos técnicos que a mensuram elevando o erro aleatório quando a medida é tomada. No entanto, a variância genética aditiva alta é positiva para o melhoramento genético animal por permitir em teoria maior resposta a seleção. Ressalta-se a necessidade de padronização dessa coleta visando a uma maior acurácia no momento da tomada de dados.

TABELA 3 - Estimativas de correlações genéticas (acima da diagonal), fenotípicas (abaixo da diagonal) e herdabilidade (diagonal) para peso final (PF), ganho médio diário (GMD), EPMURAS, perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)

Característica	PF	GMD	EPMURAS	PE	AOL	EGS
PF	0,60 (±0,038)	0,24	0,58	0,73	0,48	0,37
GMD	0,12	0,55 (±0,021)	0,23	-0,11	0,27	0,64
EPMURAS	0,53	0,11	0,63 (±0,037)	-0,08	0,25	-0,01
PE	0,62	0,11	0,15	0,55 (±0,042)	0,15	-0,04
AOL	0,37	0,16	0,16	0,09	0,66 (±0,078)	0,10
EGS	0,22	0,51	0,13	0,04	0,18	0,41 (±0,099)

As estimativas de herdabilidade para as características estudadas foram consideradas altas (Tabela 3). Isto indica que essas características podem ser incluídas como critério de seleção em programas de melhoramento genético animal pela alta resposta a seleção.

As estimativas de herdabilidade para peso final foi superior as obtidas por PELICIONI et al. (2003), YOKOO et al. (2007), BOLIGON et al. (2008) em animais zebuínos (0,20, 0,48, 0,30, respectivamente). Esses valores podem ser explicados pelo uso de diferentes métodos, assim como, o volume de dados analisados e pelo peso final obtido em idades distintas a desse estudo.

Considerando a característica GMD, a estimativa de herdabilidade foi da ordem de 0,55, resultado superior aos verificados na literatura para essa característica. BALBÊ et al. (2007) estudando animais de população multirracial Angus X Nelore obteve valores da ordem de 0,30.

Altas estimativas de herdabilidade de perímetro escrotal (Tabela 3), têm sido descritas na literatura para raça Nelore (CYRILLO et al., 2001; PEREIRA et al., 2002; YOKOO et al., 2007; PEREIRA et al., 2010). A seleção para perímetro escrotal é feita constantemente, dessa forma é importante utilizar as DEPs para perímetro escrotal para o acasalamento do rebanho.

Para a característica indicadora de rendimento de carcaça (AOL), a estimativa de herdabilidade verificada nesse estudo foi de 0,66 (Tabela 3), mostrando que a seleção para área de olho de lombo trará rápido progresso genético para tal característica. Esses valores encontra-se acima dos descrito por YOKOO et al. (2009) de 0,37. Para EGS a estimativa de herdabilidade são similares aos valores obtidos por YOKOO et al. (2009), BARBOSA et al. (2010) em estudo com animais da raça Nelore (0,55 e 0,41, respectivamente).

A Tabela 3 apresenta as estimativas de correlação genética para todas as características estudadas. A maioria delas foi positivas com exceção das correlações entre GMD e PE, EPMURAS e PE, EPMURAS e EGS e entre PE e EGS. Os resultados de correlações positivas e altas indicam que a seleção de uma característica implicará na elevação do mérito genético da outra.

A correlação genética obtida entre peso final e ganho médio diário foi positiva e baixa (Tabela 3). Este resultado indica que são características distintas, de pouca associação genética. Portanto, a seleção para uma dessas características afetará em pequena proporção a seleção para a outra característica.

A estimativa de correlação genética entre PF e PE foi positiva e alta (Tabela 3), resultado semelhante também com animais da raça Nelore, de 0,57 foi obtido por YOKOO et al. (2007) enquanto, PASTORE et al. (2008) encontraram uma correlação menor de 0,33 em bovinos Nelore a pasto. Esses resultados são indicativos que a seleção para uma das características poderá obter progresso genético para a outra.

A estimativa de correlação entre PF e características de carcaça (AOL e EGS) foram positivas e moderadas com menor intensidade para EGS (Tabela 3). Esperavam-se esses valores, pois mesmo os animais permanecendo em regime alimentar de confinamento a dieta foi voltada para produção de tourinhos e não acabamento. Esses resultados sugerem que a seleção para característica peso final poderá contribuir pouco com a seleção para as características de carcaça.

A correlação entre GMD e as características PF, EPMURAS, AOL e EGS foram positivas, porém apresentou negativa com PE (Tabela 3), isso

significa que a seleção para melhoria de uma característica poderá não ser vantajosa, em virtude da redução na segunda.

Poucos trabalhos estudaram as estimativas de correlação genética entre características de carcaça e perímetro escrotal. As estimativas de correlações genéticas de área de olho de lombo e perímetro escrotal foram de magnitude baixa nesse estudo (Tabela 3), semelhante aos resultados de YOKOO (2009) estudando animais da raça nelore a um ano de idade encontrou valores de 0,20.

Alguns autores, contradizem com os resultados deste estudo para a correlação entre PE e EGS (Tabela 3), entre eles BARBOSA et al. (2010) estudando animais da raça Nelore, relataram estimativas de correlação entre PE e EGS de 0,06, e MEYER et al. (2004) estudando animais da raça Hereford estimaram correlações genéticas entre espessura de gordura subcutânea e perímetro escrotal de 0,09.

Dessa forma, a seleção de touros com maior perímetro escrotal contribui em pequena proporção com a seleção para área de olho de lombo, enquanto que para espessura de gordura subcutânea os resultados sugerem um ligeiro antagonismo na seleção dessa característica. Essas considerações são importantes no sentido de orientar o rebanho na definição de seus critérios de seleção a serem aplicados. Na raça Nelore características de carcaça (AOL e EGS) e de reprodução (PE) representam especial importância considerando as exigências do mercado no que diz respeito ao acabamento de carcaça, relacionado intimamente com a espessura de gordura subcutânea. A seleção direcionada para perímetro escrotal poderá levar a redução de EGS levando em conta a população analisada.

De modo geral, as estimativas das correlações genéticas obtidas indicam que a seleção para musculosidade, precocidade e estrutura, teria como resposta correlacionada o aumento do peso aos 426 dias (Tabela 4). Ressalta-se que as estimativas de correlação genética obtidas por KOURY FILHO et al. (2010), e FARIA et al. (2008), com Nelore, para as características morfológicas precocidade e musculosidade com o peso aos sobreano, foram semelhantes às encontradas neste estudo. Dessa forma a seleção direta para os escores visuais permite obter ganho genético para as características de crescimento.

TABELA 4 – Estimativas de correlações genéticas, fenotípicas e herdabilidade para estrutura (E), precocidade (P) e musculosidade (M)

Característica	h^2	r_g			r_p		
		PF	AOL	EGS	PF	AOL	EGS
E	0,71 (±0,089)	0,80	0,24	0,28	0,87	0,71	0,84
P	0,72 (±0,051)	0,80	0,29	-0,03	0,36	0,42	0,53
M	0,79 (±0,038)	0,75	0,45	-0,05	0,47	0,54	0,52

As correlações estimadas entre AOL com estrutura, precocidade e musculosidade foi positiva e baixa (Tabela 4). Trabalhos como FARIA et al. (2009) encontraram estimativas de correlações altas para AOL com estrutura (0,93) e musculosidade (0,94). Contudo, YOKOO et al. (2009) avaliando animais da raça Nelore, obteve valores de estimativas de correlações entre AOL com estrutura (0,54), precocidade (0,58) e musculosidade (0,61).

Esses resultados sugerem que a seleção por escores visuais de estrutura, musculosidade e precocidade poderá resultar em animais com maior área de olho de lombo. ROBERTSON (1959) sugeriu que, quando a correlação genética entre duas características for abaixo de 0,80, ambas devem ser consideradas nos programas de seleção.

As estimativas de correlações genéticas entre espessura de gordura subcutânea e os escores visuais precocidade e musculosidade foram negativos e baixos (Tabela 4), e indicam que essas características são determinadas por diferentes conjuntos de genes de ação aditiva e que a seleção de uma característica não trará progresso genético para outra. Esses resultados não corroboram com os relatos de YOKOO et al. (2009), que encontraram estimativas de correlação genética positiva e moderada para espessura de gordura com as características morfológicas de musculosidade (0,38) e precocidade (0,40) para bovinos da raça Nelore.

Levando-se em conta que a espessura de gordura é uma característica importante para garantir a qualidade da carne, pois reduz as perdas por desidratação durante o resfriamento da carne e ajuda a evitar o escurecimento, devido à queima pelo frio (COSTA et al., 2007) faz se necessário maiores estudos de correlações dessa característica com as de carcaça, pois a seleção para

precocidade e musculosidade não trará mudanças na característica espessura de gordura subcutânea.

As correlações genéticas estimadas entre estrutura corporal e espessura de gordura foram positivas e baixas (Tabela 4), sugerindo que essa relação não diminui a porcentagem de espessura de gordura. Esses resultados são superiores aos relatados por FARIA et al. (2009), que encontraram estimativas de correlação genética de baixa magnitude (0,05), distintos aos resultados apresentados por YOKOO et al. (2009) que relataram valores de correlação genética negativa (-0,02) entre EGS e estrutura corporal.

Na Figura 1 verifica-se que a tendência genética avaliada para peso final revelou que a seleção para essa característica tem sido promissora, sendo similar ao relato também na raça Nelore do trabalho realizado por HOLANDA et al. (2004). Por outro lado, a tendência genética para espessura de gordura subcutânea foi baixa ou quase nula indicando a ausência de seleção para esta característica.

Uma vez que a tendência genética é reflexo das ações tomadas pela seleção, obtida através de programas de melhoramento genético, o ganho genético está na dependência dos critérios de seleção, bem como, da intensidade dos mesmos. Dessa forma foi possível obter ganhos genéticos (ΔG) da ordem de 5,36, 0,07, 0,62, 0,55, 1,46, 0,28/ano, dos efeitos direto para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS respectivamente, o que corresponde a 1,43%, 7,44%, 2,50%, 2,13%, 2,32% e 7,90% dos valores médios das características. Para que haja efetivo progresso genético, espera-se que essa taxa esteja entre 1 e 3% da média da população SMITH (1985).

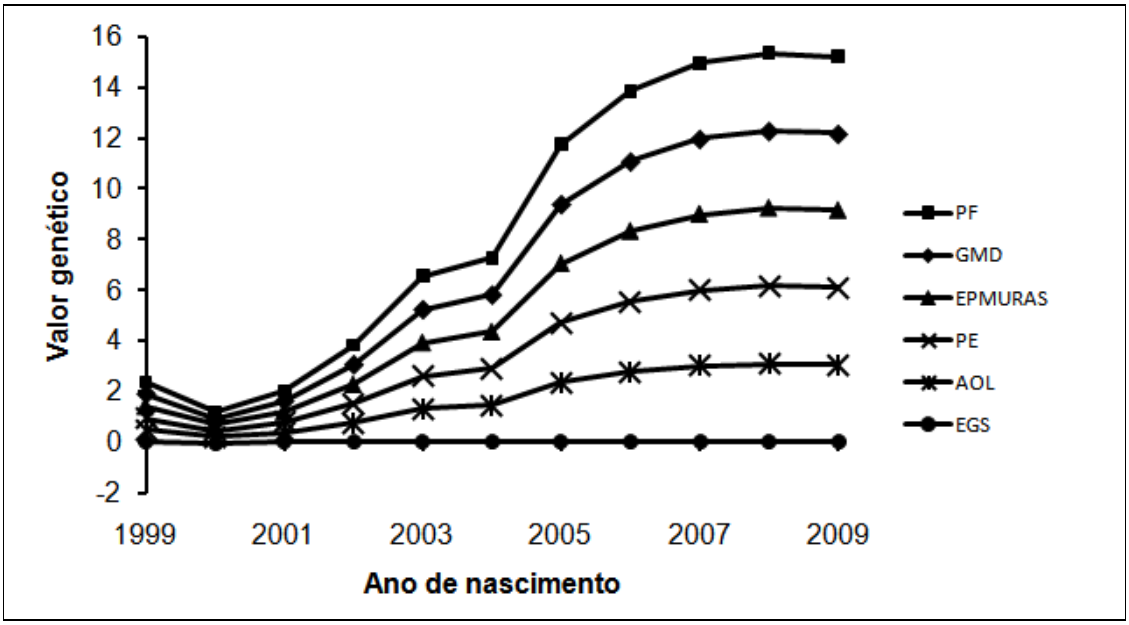

FIGURA 1– Tendência genética do valor genético aditivo em função do ano de nascimento do animal para peso final (PF), ganho médio diário (GMD), EPMURAS, perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)

Observa-se que houve evolução na tendência genética para a característica GMD ao longo dos anos (Figura 1), isto indica que os produtores de bovinos Nelore participantes das PGPs em regime de confinamento estão obtendo progresso anual no desempenho dos animais. Esses resultados corroboram com o trabalho de BOLIGON et al. (2006) que trabalhou com animais multirraciais Angus x Nelore, porém contradiz os resultados apresentados por BALBÊ et al. (2007) que trabalhou com animais da mesma raça e encontrou valores de -0,029g/ano.

Verifica-se que maiores valores de PE (Figura 1) foram encontrados nos anos de 2008 e 2009 da PGP. Isso pode ser atribuído a maiores quantidades de mensurações realizadas nessa época e também determinado pela linhagem do touro de alto valor fenotípico para perímetro escrotal, cujas progênies foram avaliadas nesses anos.

4 CONCLUSÕES

As características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal avaliadas nas provas de ganho em peso apresentaram altos valores de herdabilidade sugerindo a inclusão destas como critério de seleção em programa de melhoramento genético animal devido a sua importância econômica.

As estimativas de correlações envolvendo estas características de modo geral foram positivas e moderadas. O conhecimento das relações genéticas facilita sua correta utilização em processo de seleção.

A tendência genética das características avaliadas nas PGPs demonstrou que as características de carcaça apresentaram pequeno progresso genético, sendo necessária uma maior atenção para a seleção dessas características, pois a AOL afere o potencial genético do individuo para a musculosidade e a EGS demonstra a precocidade de acabamento de carcaça do individuo.

5 REFERÊNCIAS

1. BALBÊ, D. A.; RORATO, P. R. N.; ANDREAZZA, J.; KIPPERT, C. J.; LOPES, J. S.; WEBER, T.; BOLIGNON, A. A.; FERREIRA, G. B. Tendências genéticas e fenotípicas para ganho de peso médio diário entre a desmama e sobreano em população Angus x Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 1, p. 225-232, p. 225-232, 2007.

2. BARBOSA, V.; MAGNABOSCO. C. U.; TROVO, J. B. F.; FARIA, C. U.; LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; LOBO, R. B.; MAMEDE, M. M. S. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 789-797, 2010.

3. BOLDMAN, K. G.; VAN VLECK, L. D. **A manual for use for MTDFREML – a set of programs to obtain of variance and covariances** [DRAF], Lincoln: Departament of Agriculture. 1995.

4. BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; EVERLING, D. M.; LOPES, J. S. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendências genéticas e fenotípicas para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore - Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1323-1328, 2006.

5. BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 565-571, 2007.

6. BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 596-601, 2008.

7. BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding**. 2. ed. New Jersey: Upper Saddle River, 2000. 538 p.

8. COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHAES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de Novilhos Zebuínos alimentados com dieta contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005.

9. COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; SAVASTANO, S.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C.; ROÇA, R. O.; MOURÃO, G. B. Efeito da castração sobre a qualidade da carne de bovinos superprecoces. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 115-123, 2007.

10. CREWS JUNIOR, D. H.; POLLAK, E. J.; WEABER, R. L.; QUAAS, R. L.; LIPSEY R. J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indications in Simmental Cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1427-1433, 2003.

11. CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; BONILHA NETO, L. M.; MERCADANTE, M. E.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 56-65, 2001.

12. EUCLIDES FILHO. K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância**. Campo Grande: EMBRAPA, 1999. 63p.

13. EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C.; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 569-575, 2006.

14. FARIA C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYS, A. L.; BEZERRA, L. A. F.; LOBO, R. B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando modelos Bayesianos Linear-Limiar. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 327-340, abr./jun. 2008.

15. FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2144-2151, 2009.

16. GUNSKI, R. J.; GARNERO, A. D. V.; BORJAS, A. L; R.; BEZERRA, L. A.; LÔBO, R. B. Estimativas de parâmetros genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado Nelore. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 603-607, 2001.

17. HOLANDA, M. C. R.; BARBOSA, S. B. P.; RIBEIRO, A. C.; SANTORO, K. R. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 53, p. 185-194, 2004.

18. KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; FORNI, S.; SILVA, J. A. V.; YOKOO, M. J.; ALENCAR, M. M. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1015-1022, 2010.

19. MEYER, K.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 55, p. 195-210, 2004.

20. PASTORE, A. A.; TONIOLLO, G. H.; LÔBO, R. B.; FERNANDES, M. B.; VOZZI, P. A.; VILA, R. A. GALERANI, M. A. V.; ELIAS, F. P.; CARDILLI, D. J. Características biométricas, testiculares, seminais e parâmetros genéticos de touros pertencentes ao programa de melhoramento genético da raça Nelore. **ARS Veterinária**, Jabuticabal, v. 24, n. 2, p. 124-141, 2008.

21. PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block size are unequal. **Biometrics**, Washington, v. 58, p. 545-554, 1971.

22. PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; OLIVEIRA, D. M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1079-1087, 2008.

23. PELICIONI, L. C.; QUEIROZ, S. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos para pesos ao nascer e mensais até 450 dias em bovinos Guzerá. **Archivos Latinosamericanos de Producion Animal**, Mayaguez, v. 11, n. 1, p. 34-39, 2003.

24. PEREIRA, E.; ELER, J. P; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 703-708, 2002.

25. PEREIRA, M. C.; YOKOO, M. J.; BIGNARDI, A. B.; SEZANA, J. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 613-620, 2010.

26. RIBEIRO, J. S.; LADEIRA, M. M.; GONÇALVES, T. M.; WHATELY, M. A.; BASSI, M. S. Predição de desempenho com uso de sistemas de exigências nutricionais e características de carcaça de tourinhos zebuínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1724-1730, 2009.

27. ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, Arlington, v. 15, p. 469-485, 1959.

28. RUBIANO, G. A. G.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; GONÇALVES, H. C.; ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2490-2498, 2009.

29. SAS INSTITUTE INC. **SAS onlineDOC® 9.1.3**, Cary, NC. 2004.

30. SMITH, C. Rates of genetic change in farm livestock. **Research Development Agricultural**, v. 1, n. 2, p. 79-85, 1985.

31. YOKOO, M. J. I.; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B.; SAINZ, R. D.; JUNIOR, J. M. C.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1761-1768, 2007.

32. YOKOO, M. J. I. **Análise Bayesiana da área de olho e espessura de gordura obtidas por ultrassom e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore** [online]. 2009. 84f. Tese (doutorado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jabuticabal. Disponível em: http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/gma/d/2681.pdf. Acesso em: 01 dez. 2010.

33. YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultra-som em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009.

CAPÍTULO III – ÍNDICES DE SELEÇÃO EM BOVINOS PARTICIPANTES DE PROVAS DE GANHO EM PESO

RESUMO

Objetiva-se com este estudo avaliar a evolução das características mensuradas nas provas de ganho em peso, verificar os ponderadores dos índices empíricos utilizados atualmente assim como, sugerir índices de seleção para classificarem os animais participantes dos testes de desempenho. Os animais participantes das provas de ganho em peso em regime de confinamento são selecionados levando em conta todas as características de importância econômica, mas o faz de maneira subjetiva. Os índices de seleção têm sido propostos em programas de melhoramento animal como critério de selecionar caracteres simultaneamente. As informações analisadas no presente estudo foram obtidas nos anos de 2000 a 2010, em bovinos da raça Nelore, provenientes de 392 provas de ganho em peso confinadas, oficializadas pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu – ABCZ. Foram estudas as características ganho médio diário (GMD), peso final ajustado aos 426 dias (PF), perímetro escrotal (PE), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura (EGS) e EPMURAS, características pontuadas na avaliação de tipo (estrutura, precocidade, musculosidade, umbigo, racial, aprumos e sexual). Estimou-se o valor genético para cada característica utilizando-se o programa MTDFREML, em analises bicaráter, para todas variáveis mensuradas. Após, a composição dos índices de seleção foi elaborada uma simulação, em que os parâmetros genéticos foram aproveitados do banco de dados original, pelo valor genético estimado. Os resultados deste trabalho permitem concluir que ao utilizar os índices cujo objetivo de seleção é o peso final maior será o ganho genético.

Palavras-chave: ganho genético, progresso genético, zebu

ABSTRACT

Despite many subjective criteria are still adopted, feedlot bovines are currently selected by weight gain tests according to varied economic traits. Considering this situation, selection indexes are becoming a possibility to select multiple traits simultaneously in genetic breeding programs. Thus, this study was carried out to investigate the development of traits measured in weight gain traits to verify empiric index ponderer and to suggest selection indexes to classify animals in performance tests. Data analyzed in this study was obtained from 392 weight gain trails in Nellore cattle in feedlot, during 2000 and 2010. The information was supplied by the Brazilian Association of Zebu Breeders – ABCZ. Average daily weight gain (GMD), final body weight adjusted to 426 days (PF), scrotal perimeter (PE), ribeye area (AOL), fat thickness (EGS) besides stature, muscularity, sex, poise, breed and navel score (EPMURAS) were evaluated. Using bi-trait analysis, genetic value estimation of each trait was carried out using MTDFREML software. Following the selection index composition, a simulation was undertaken using genetic parameters obtained from an original database from the predicted genetic value. In conclusion, by the use of indexes aiming at selection based on final weight it is possible to obtain greater genetic gain.
Keyword: genetic gain, genetic progress, zebu

1 INTRODUÇÃO

A seleção em bovinos de corte foi baseada por muitos anos levando-se em conta apenas o peso do animal. Entretanto, considerar uma característica não é suficiente para representar o mérito genético e econômico de uma população. A seleção baseada em apenas um atributo pode incorrer em resultados insatisfatórios, seja por não considerar outras características ou por respostas correlacionadas negativas.

Entre as provas zootécnicas que avalia o desempenho dos indivíduos da raça Nelore, as provas de ganho em peso (PGPs) se constituem em importante ferramenta na avaliação dos animais. Dessa forma, os animais participantes dessas PGPs são selecionados levando em conta as principais características de importância econômica. A PGP é considerada uma ferramenta de seleção eficiente, porém os índices de classificação, hoje utilizados, foram criados e propostos de maneira empírica, não sendo, portanto obtidos, de conceitos preconizados ou disponíveis na teoria de índices de seleção. Os índices de seleção têm sido propostos em programas de melhoramento animal como uma forma de selecionar simultaneamente várias características, conforme descrito por HAZEL (1943).

Uma das dificuldades de utilização do índice de seleção no melhoramento genético animal é a ponderação dos pesos econômicos das características em análise, sendo necessário obter informações de despesas e receitas do sistema de produção de bovinos de corte, como apresentado no relato de HAZEL (1943).

O índice de seleção é baseado em uma combinação linear de informações fenotípicas e fatores econômicos para predizer valores genéticos, com o intuito de favorecer o progresso genético, não apenas para uma característica, mas para todas que estiverem compondo esse índice.

O monitoramento do progresso genético realizado deve ser uma preocupação de toda e qualquer população sob seleção. A evolução genética de uma população tem uma importância não só para proceder a ajustes que se fazem necessários no programa de seleção, mas também para avaliar os resultados dos mesmos.

Neste contexto, a tendência genética é uma medida que permite avaliar a mudança ocasionada por uma tomada de decisão, tornando possível a quantificação da proporção genética responsável pelas mudanças acumuladas ao longo dos anos, em determinado rebanho. A estimativa da tendência genética é, até então, a melhor maneira de se observar o progresso genético, visto que a melhora no desempenho não significa obrigatoriamente melhoria genética (ZOLLINGER & NIELSEN, 1984; SOUZA et al., 2008).

Objetivou-se com esta pesquisa comparar os índices empíricos utilizados atualmente com os índices de seleção teórico assim como, sugerir índices de seleção para classificarem os animais participantes dos testes de desempenho em confinamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Arquivos de dados

As informações analisadas no presente estudo foram obtidas no período de 2000 a 2010 oriundas de bovinos da raça Nelore, provenientes de 392 provas de ganho em peso em regime de confinamento, oficializadas pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu – ABCZ. Foram estudadas as características de peso final ajustado aos 426 dias (PF), ganho médio diário (GMD), perímetro escrotal (PE), EPMURAS (estrutura, precocidade, musculosidade, umbigo, racial, aprumos e sexual), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS).

Foram cedidos, pela ABCZ dois conjuntos de dados: um arquivo de genealogia e outro conjunto de dados contendo os registros de desempenho e informações das provas de ganho em peso em regime de confinamento (arquivos de dados com 11.260 animais). O arquivo de dados foi analisado com o objetivo de verificar a existência de *outliers*. Deste, foi criado um novo arquivo contendo registros de 9.970 animais. O arquivo de pedigree, inicialmente fornecido, foi formatado para manter apenas as genealogias relacionadas ao novo arquivo de dados. Dessa forma, o arquivo de pedigree é constituído de 40.415 animais. Para tanto, foram considerados todos os animais até a nona geração de parentesco.

Os grupos de contemporâneos (GC) foram formados por animais pertencentes à mesma prova de ganho em peso. Foram utilizados dados de 11 anos e descartados os registros que contemplavam avaliações de tipo obtidas por outra metodologia não mais utilizada pela ABCZ.

Todas as variáveis foram verificadas em detalhes por meio do procedimento PROC UNIVARIATE a fim de se testar a distribuição dos dados. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2004).

A estatística descritiva contendo número de animais, média, desvio padrão e coeficiente de variação para as características estudadas estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1 – Número de animais, média, desvio padrão e coeficiente de variação das características estudadas

Características	Nº de animais	Média	Desvio-padrão	Coeficiente de Variação (%)
Peso final (kg)	9970	375,27	58,19	15,51
Ganho médio diário (kg)	9769	0,89	0,25	28,64
EPMURAS	6052	25	4,21	16,82
Perímetro escrotal (cm)	3155	25,86	3,43	12,29
Área de olho de lombo (cm^2)	252	62,82	7,34	11,68
Espessura de gordura subcutânea (mm)	180	3,57	1,54	43,37

2.2 Análise genético quantitativa

Os dados foram analisados separadamente (unicaráter) e em conjunto (bicaráter), segundo o modelo descrito abaixo (I). O modelo estatístico incluiu os efeitos fixos dos grupos de contemporâneos, o efeito aleatório genético aditivo direto e os efeitos residuais.

2.3 Análises uni e bi-característica

As análises uni e bi-característica das variáveis em estudo, foram realizadas segundo modelo descrito (I):

$$y = X\beta + Za + e \qquad (I)$$

Em que, ***y:*** vetor de observações (PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS); ***β:*** vetor do efeito fixo (grupo de contemporâneo); ***a:*** vetor do efeito genético aditivo; ***X****:* matriz de incidência que associa ***β*** com ***y****;* ***Z*** é *a* matriz de incidência do efeito genético aditivo; e, ***e:*** vetor residual.

Para as características analisadas simultaneamente, utilizaram os subscritos 1 e 2, como representada no modelo a seguir.

$$E\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1\beta \\ X_2\beta \end{bmatrix} \quad \text{(II)}$$

$$Var = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma^2_{a_1} & A\sigma_{a_1a_2} & 0 & 0 \\ A\sigma_{a_1a_2} & A\sigma^2_{a_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_N\sigma^2_{e_1} & I_N\sigma_{e_1e_2} \\ 0 & 0 & I_N\sigma_{e_1e_2} & I_N\sigma^2_{e_2} \end{bmatrix} \quad \text{(III)}$$

Em que, $\sigma^2_{a_1}$ é a variância genética aditiva direta para a característica 1; $\sigma^2_{a_2}$ é a variância genética aditiva direta para a característica 2; σ^2_e é a variância residual (característica 1 e 2); $\sigma_{a_1a_2}$ é a covariância genética aditiva ente os efeitos diretos para as características 1 e 2; $\sigma_{e_1e_2}$ é a covariância ente os efeitos residuais para as características 1 e 2; ***A*** é a matriz de parentesco; ***n*** é o número de observações; e, ***I*** é a matriz identidade;

Foram realizadas análises uni-características com a finalidade de se estimar os componente de (co)variâncias e predizer os valores genéticos para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS. Já as análises bi-características foram realizadas para se estimar as correlações fenotípicas e genéticas, entre as características em estudo. Dessa forma, as estimativas de herdabilidade, foram obtidas por meio de análises unicaráter, enquanto as estimativas de correlações, foram obtidas em análises bicaráter. Foram estimados isoladamente os parâmetros genéticos das características estrutura, precocidade e musculosidade que compõem o EPMURAS.

Os componentes de (co)variância necessários para obtenção dos parâmetros genéticos, foram estimados pela metodologia *Restricted Maximum Likelihood* (REML) sob modelo animal (I), descrita por PATTERSON & THOMPSON (1971), por meio do aplicativo *Multiple trait Derivate-Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML) desenvolvido por BOLDMAN & VAN VLECK (1995). O critério de convergência considerado para a implementação com MTDFREML foi de 10^{-9}, sendo que a cada convergência o programa era reiniciado com os parâmetros genéticos obtidos da análise prévia.

2.4 Índices de seleção

Uma vez que não se conhecia o valor econômico das características em estudo, foram calculados índices de seleção para os objetivos de seleção peso final e ganho médio diário, sendo que esses foram escolhidos devido a sua relevância nas provas de ganho em peso e os valores de suas herdabilidades. Posteriormente, seguiram-se as pressuposições descritas por VAN VLECK (1993) e MRODE (1996), os quais descrevem seleção para mais de uma característica mensurada, utilizando dados fenotípicos expressos como desvios da média da população. Isto equivale a utilização de *a=[1, 0, 0, 0, 0, 0] e a=[0, 1, 0, 0, 0, 0]*, como vetores de valores econômicos a ser multiplicado pela matriz de (co)variâncias genéticas.

Os valores genéticos e fenotípicos variam em função de cada característica em estudo e o valor agregado pode ser obtido pelo somatório dos vários genótipos existentes e suas relações com o valor econômico. Este genótipo agregado foi representado pela fórmula descrita em (IV).

$$H = a_1G_1 + a_2G_2 + ... + a_nG_n \qquad \text{(IV)}$$

O mérito genético agregado foi então definido como $H = \sum a_iG_i$, em que ***H*** é uma função linear dos valores genéticos para cada uma das características de interesse (***G$_i$***) ponderadas pelo seu valor econômico relativo (***a$_i$***). Este autor definiu os valores econômicos como "a quantidade esperada de aumento no lucro por cada unidade de melhoramento na característica ***i***". Assim, foi introduzido o conceito de genótipo agregado ou do objetivo de seleção (***H***), definido como uma função linear dos valores genéticos ponderados pelos valores econômicos de cada característica (HAZEL, 1943).

Uma vez definidos os objetivos e escolhidos os critérios de seleção, foram calculados os índices de seleção, cujas informações provem do banco de dados analisados. O índice de seleção foi definido conforme descrito em (V):

$$I = b_1X_1 + b_2X_2 + ... + b_nX_n \qquad \text{(V)}$$

Em que, X_1, X_2, ..., X_n representam o desempenho das diversas características e b_1, b_2, ..., b_n são os coeficientes de regressão obtidos de modo que a correlação (***r$_{IH}$***) entre o índice e o objetivo de seleção seja maximizada (HAZEL, 1943).

A meta foi estimar os coeficientes do índice de seleção, b_n, de modo que a seleção de indivíduos, baseada nos valores de seus índices de seleção, ***I***, maximize a resposta no genótipo agregado, ***H*** (VI):

$$b = P^{-1}Ga \quad \text{(VI)}$$

Em que, ***P*** é matriz *nxn* de (co)variâncias fenotípicas das características de ***I***; e, ***G*** é a matriz *mxm* de (co)variâncias genéticas aditivas entre as características incluídas em ***H*** e em ***I***; e, ***a*** é vetor de valores econômicos.

As matrizes de (co)variâncias fenotípicas e genética aditiva foram obtidas por meio das correlações e variâncias genéticas e fenotípicas, estimadas em análises bicaráter para as características avaliadas nas provas de ganho em peso (Tabela 2).

TABELA 2 – Estimativas de correlação genética (acima da diagonal), fenotípicas (abaixo da diagonal), herdabilidade (diagonal) e variância genética aditiva e fenotípica para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS

Características	PF	GMD	EPMURAS	PE	AOL	EGS
PF	0,60	0,24	0,58	0,73	0,48	0,37
GMD	0,12	0,55	0,23	-0,11	0,27	0,64
EPMURAS	0,53	0,11	0,63	-0,08	0,25	-0,01
PE	0,62	0,11	0,15	0,55	0,15	-0,04
AOL	0,37	0,16	0,16	0,09	0,66	0,10
EGS	0,22	0,51	0,13	0,04	0,18	0,41
Componentes de variância genética aditiva e fenotípica						
σ_a^2	1231,40	0,21	16,07	14,12	82,92	5,01
σ_p^2	2059,20	0,37	25,37	25,84	126,27	12,23

σ_a^2: variância genética aditiva; σ_p^2: variância fenotípica; PF: peso final; GMD: ganho médio diário; EPMURAS: avaliação de tipo; PE: perímetro escrotal; AOL: área de olho de lombo; e, EGS: espessura de gordura subcutânea

Aplicando-se a equação geral de resposta à seleção (S_H), sendo a seleção baseada em ***I*** para melhorar ***H***, pode-se obter a predição da superioridade genética para o genótipo agregado, ***H***, em relação à seleção praticada sobre o índice, ***I*** (VII).

$$S_H = \frac{i \times r_{HI} \times \sigma_H}{L} \qquad \text{(VII)}$$

Em que, ***i*** é a intensidade de seleção praticada, r_{HI} é a acurácia da seleção baseada em ***I*** e σ_H é o desvio padrão de ***H***. Foi considerando uma intensidade de seleção de 1,28 - com retenção de 10% dos machos e 50% das fêmeas (CAMERON, 1997), e o intervalo médio de gerações (***L***) de 6,5 anos.

Para a solução dos sistemas lineares e a obtenção dos coeficientes de regressão dos índices e demais parâmetros analisados, utilizou-se o procedimento *Interactive Matrix Language* (IML) do aplicativo SAS (2004).

2.5 Simulação

Após, a composição dos índices de seleção foi realizada uma simulação, em que os parâmetros genéticos e fenotípicos foram aproveitados do banco de dados original. O rebanho foi composto inicialmente por 1000 fêmeas, acasaladas aleatoriamente com 50 touros. Foram realizados descartes dos machos com menor valor genético e seleção dos filhos com maior valor genético. Todos os animais selecionados e mantidos no rebanho foram classificados por meio dos índices empíricos e de seleção. Os reprodutores foram substituídos após cinco anos de uso. Cinco gerações foram simuladas, totalizando 5 mil registros.

A seleção dos melhores animais que permaneceram no rebanho foram realizadas com base no mérito genético total, obtidos mediante os índices empíricos e índices de seleção para os objetivos PF e GMD. Dessa forma, foram simulados três rebanhos: i) o primeiro rebanho foi simulado considerando a seleção dos melhores animais pelos índices cujo objetivo foi peso final; ii) o segundo rebanho foi simulado considerando a seleção dos melhores animais pelos índices cujo objetivo foi ganho médio diário; iii) o terceiro rebanho foi simulado considerando a seleção dos melhores animais pelos índices empíricos.

As observações referentes ao ganho médio diário (GMD), peso final (PF), avaliação de tipo (EPMURAS), perímetro escrotal (PE), área de olho de

lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) foram simuladas, por meio de análise multivariadas, com base no seguinte modelo matemático (VIII):

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \qquad \text{(VIII)}$$

Em que $\mathbf{Y_{ij}}$ é PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS; $\mathbf{A_i}$ é o efeito genético aditivo; $\mathbf{e_{ij}}$ é erro aleatório, peculiar a cada observação.

Os valores genéticos da população base foram estimados por meio de analise multivariada, assumindo média zero e variância um. As próximas gerações foram simuladas assumindo que o valor de um animal ($\mathbf{g_n}$) é igual ao valor médio de seus pais ($\mathbf{g_m}$ e $\mathbf{g_f}$) mais o efeito de segregação mendeliana, multiplicado por um valor aleatório de distribuição normal com média zero e variância um (IX), conforme descrito por ANALLA et al. (1995) e CLÉMENT et al. (2001).

$$g_n = \frac{(g_m + g_p)}{2} + V \times \sqrt{\frac{\sigma_a^2}{2}} \qquad \text{(IX)}$$

Em que, $\boldsymbol{\sigma_a^2}$ é variância devido ao efeito genético aditivo para PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS; e, **V** é um número aleatório com distribuição normal (0,1).

2.6 Estimação de valores genéticos para os critérios de seleção simulados

Foram estimados valores genéticos referente a cada uma das características, utilizando-se análise uni-característica (X).

$$y = X\beta + Za + e \qquad \text{(X)}$$

Em que, ***y:*** vetor de observações (PF, GMD, EPMURAS, PE, AOL e EGS); ***β:*** vetor do efeito fixo (ano de nascimento); ***a:*** vetor do efeito genético

aditivo; ***X****:* matriz de incidência que associa ***β*** com ***y; Z*** é *a* matriz de incidência do efeito genético aditivo; e, ***e:*** vetor residual.

As estimativas dos valores genéticos para cada característica foram obtidas pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita livre de Derivadas - DFREML, utilizando-se o programa MTDFREML, descrito por BOLDMAN & VAN VLECK (1995). Para avaliar as tendências genéticas utilizou-se a regressão das médias anuais dos valores genéticos (aditivo) sobre o ano de nascimento do animal.

O índice empírico III não foi analisado nesta pesquisa, devido a falta de conhecimento da origem dos dados coletados, ao pequeno número de observações referente às características de carcaça (AOL e EGS) e o elevado valor de variância residual para AOL (43,35).

Com o objetivo de facilitar a compreensão foi elaborado o Quadro 1, contendo os tipos de índices, objetivo de seleção, índices e componentes dos índices.

QUADRO 1- Tipos de índices, objetivo de seleção, índices e componentes dos índices

TIPO	OBJETIVO DE SELEÇÃO	ÍNDICE	COMPONENTES
IE	—	I	PF + GMD + EPMURAS
		II	PF + GMD + EPMURAS + PE
IS_{PF}	Peso final	I	PF + GMD + EPMURAS
		II	PF + GMD + EPMURAS + PE
IS_{GMD}	Ganho médio diário	I	PF + GMD + EPMURAS
		II	PF + GMD + EPMURAS + PE

IE: índice empírico; IS_{PF}: índice de seleção com objetivo peso final; IS_{GMD}: índice de seleção com objetivo ganho médio diário; PF: peso final; GMD: ganho médio diário; EPMURAS: estrutura, precocidade, musculosidade, umbigo, racial, aprumos e sexual; PE: perímetro escrotal; AOL: área de olho de lombo; EGS: espessura de gordura de subcutânea

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos, as acurácias e respostas à seleção dos índices estão apresentados na Tabela 3.

Os resultados desta pesquisa sugerem que a utilização de touros jovens em PGPs em regime de confinamento, quando classificados pelo índice II, o qual avalia as características de crescimento, avaliação de tipo e perímetro escrotal, independente do objetivo de seleção, propiciará às suas progênies um ganho genético maior do que a progênie de touros avaliados com os índices I (Tabela 3).

TABELA 3 - Objetivos de seleção, pesos das características selecionadas, acurácia e resposta à seleção

Objetivos de seleção	Índice	Característica						Acurácia	Resposta à seleção
		PF	GMD	EPMURAS	PE	AOL	EGS		
PF	I	0,56	1,71	0,63				0,78	5,40 Kg/ano
	II	0,35	1,69	1,42	2,27			0,81	5,57 Kg/ano
GMD	I	0,003	6,528	0,085				0,80	0,07 Kg/ano
	II	0,058	6,532	-0,128	-0,612			0,84	0,13 Kg/ano

Os valores apresentados na Tabela 3 mostram que quanto maior o número de características avaliadas maior será a resposta à seleção dessa forma, a utilização dos índices permite a predição de ganhos simultâneos nas características estudadas.

A resposta à seleção mediante a utilização desses índices (I, II), apresentaram valores similares para cada objetivo de seleção, corroborando com os trabalhos de KLUYTS (2004) e SAFUS et al. (2006). Os relatos desses autores mostraram que os resultados obtidos foram semelhantes, independente da quantidade de informações que compõem o índice.

É importante destacar que o índice de seleção não seleciona os extremos, por possuir um limite de variância, não permitindo assim, extrapolar o valor definido. Este aspecto é importante para o melhoramento genético animal,

permitindo a seleção dos melhores animais para todas as características simultaneamente.

Ainda na Tabela 3, pode ser visto que a utilização do índice de seleção tendo como objetivo o peso final (IS_{PF}), promoverá uma resposta superior quando comparado ao índice de seleção cujo objetivo foi ganho médio diário (IS_{GMD}). Estes resultados são decorrentes de uma alta estimativa para variância de peso final, lembrando que quanto maior a variabilidade genética maiores serão as mudanças genéticas.

Foram utilizados os valores genéticos obtidos por simulação com o intuito de analisar as tendências genéticas para GMD, PF, EPMURAS, PE, AOL e EGS, por meio do índice empírico (IE) e dos índices de seleção com objetivos de peso final e ganho médio diário (Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

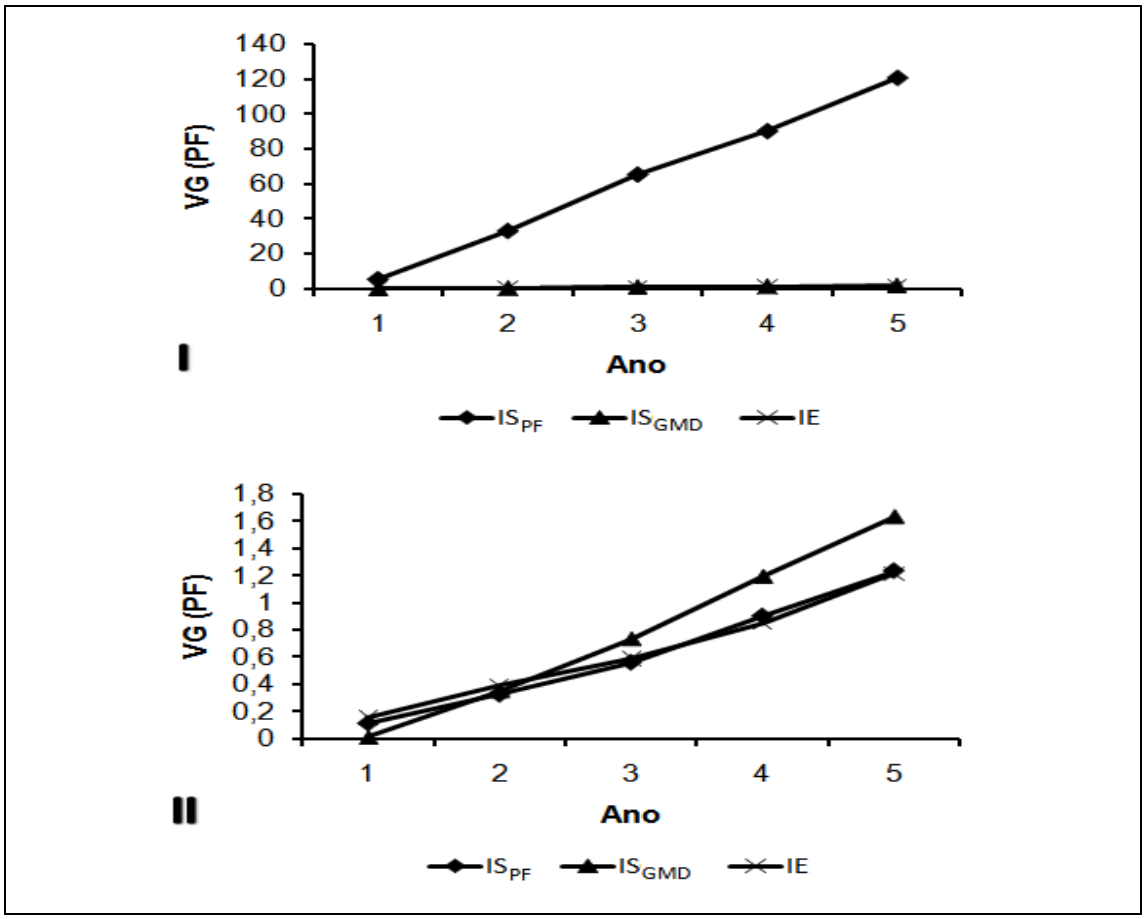

FIGURA 1 – Tendência genética para a característica peso final utilizando os índices I e II

Para a característica peso final (Figura 1), o índice I apresentou maiores estimativas dos valores genéticos quando utilizou IS_{PF}. Já para o índice II os melhores resultados foram obtidos utilizando IS_{GMD} embora, suas tendências tenham apresentado evoluções similares. No índice II a inclusão da característica perímetro escrotal (PE) pode ter favorecido o ganho genético para os animais selecionados pelo IS_{GMD}, devido às relações genéticas entre as características inclusas neste índice. Da mesma forma, a estimativa de correlação genética alta e positiva (0,73) entre peso final (PF) e PE, ponderou os pesos destes critérios de seleção diminuindo a participação do peso final no contributo geral do índice. Esta relação genética promoveu decréscimo do ganho genético do peso final quando avaliado pelo IS_{GMD}.

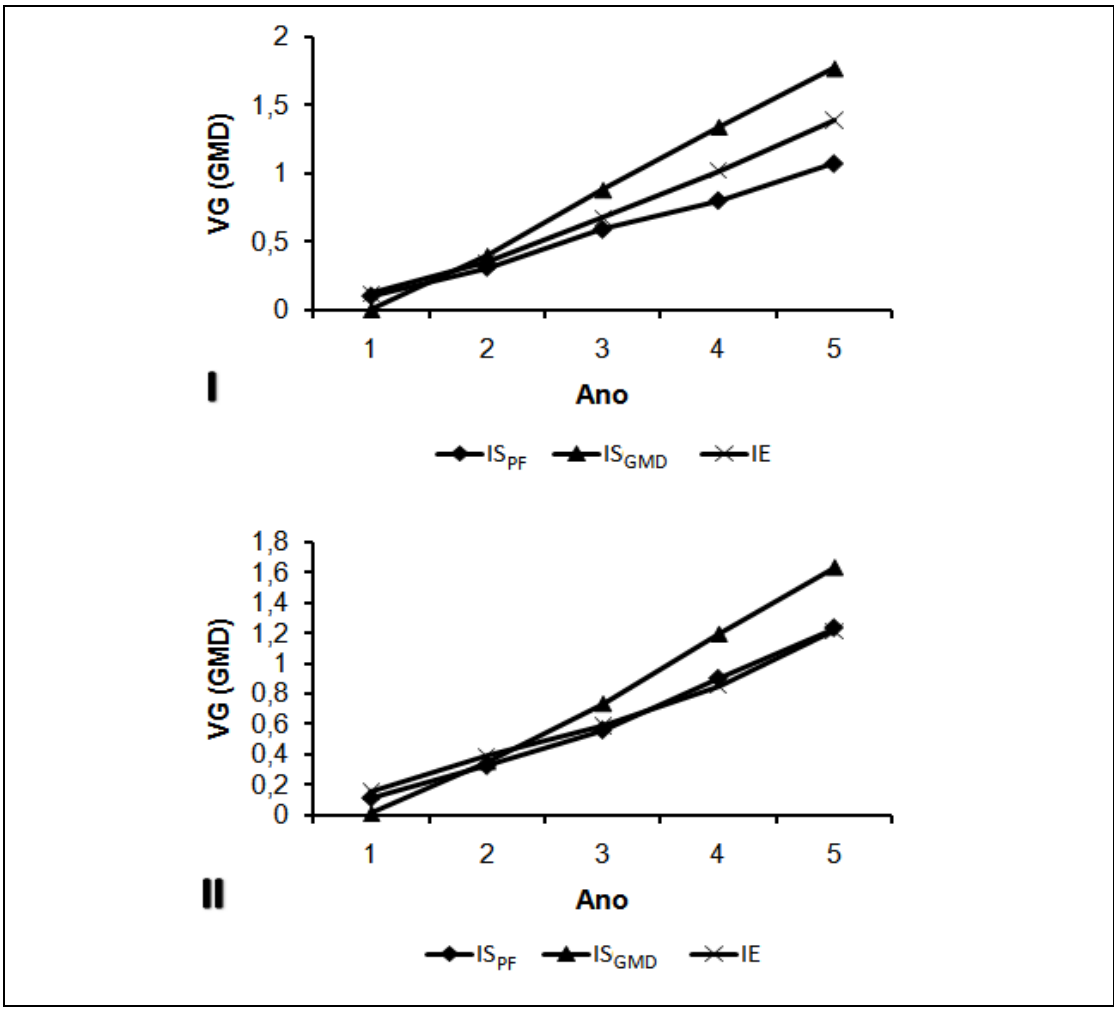

FIGURA 2 – Tendência genética para característica ganho médio diário utilizando os índices I e II

Os melhores resultados para o ganho médio diário foram verificados ao utilizar qualquer um dos índices quando o objetivo de seleção foi GMD (Figura 2), porém, apresentaram baixas estimativas dos valores genéticos para GMD, devido a pequena variância existente para essa característica, o contributo para o melhoramento genético é pequeno. A utilização do IS_{GMD} não favoreceu o progresso genético para as demais características como pode ser verificado nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Isto pode ser explicado pelas baixas correlações genéticas existentes entre GMD e as outras características inclusas nos índices.

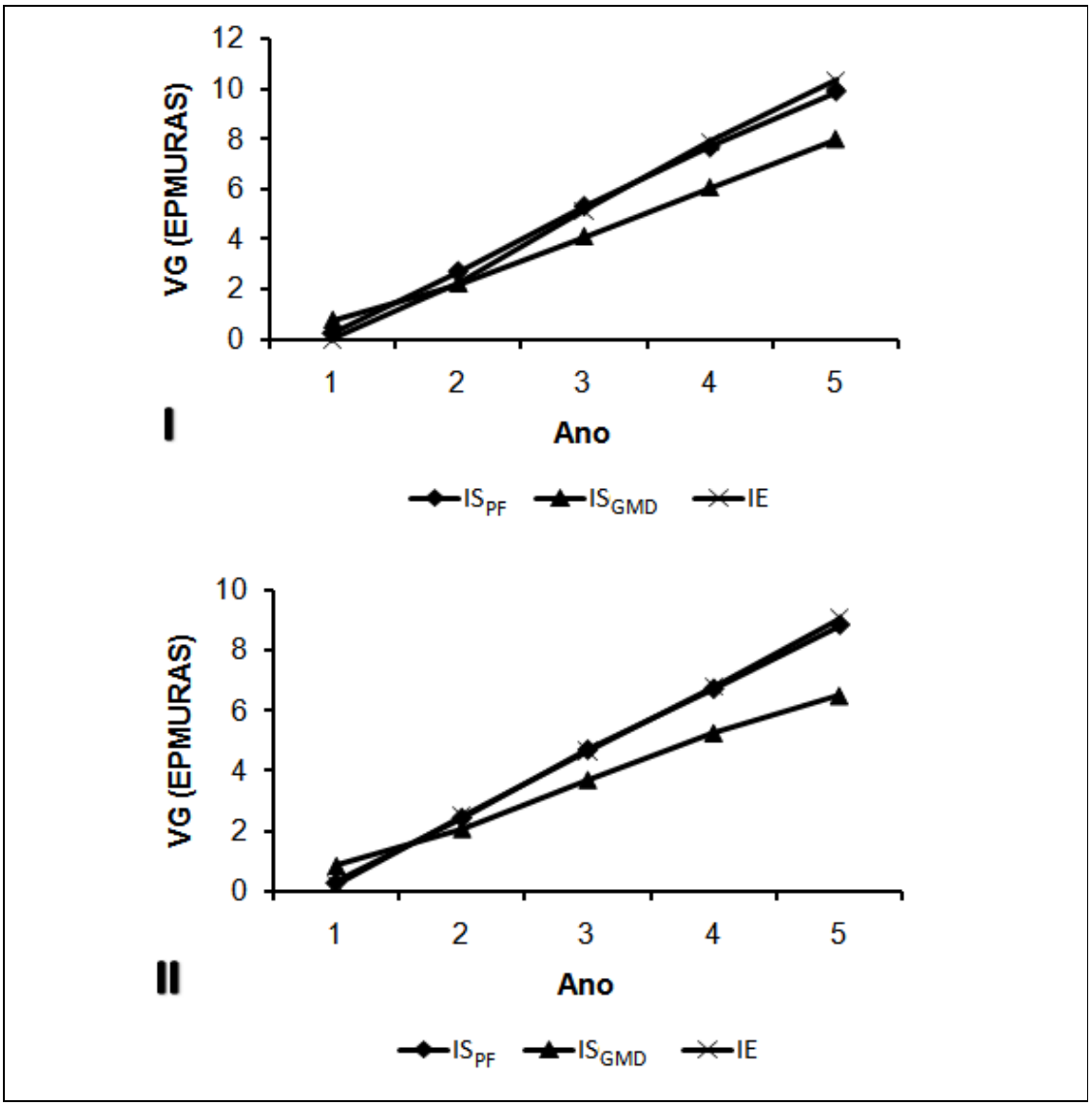

FIGURA 3 – Tendência genética para EPMURAS utilizando os índices I e II

Na Figura 3, observa-se que a utilização do índice empírico (IE) foi semelhante ao IS_{PF}, cujas tendências apresentam uma sobreposição aos índices I e II. No entanto, estas tendências foram superiores quando comparadas com a seleção realizada por meio do IS_{GMD}. A correlação genética entre PF e EPMURAS possui estimativas moderadas a altas (0,58), justificando dessa forma o alto valor genético quando se utiliza IS_{PF} em relação ao IS_{GMD}. A estimativa de correlação genética entre GMD e EPMURAS foi de baixa magnitude (0,28). Esses resultados corroboram para subsidiar os melhores resultados de IS_{PF}.

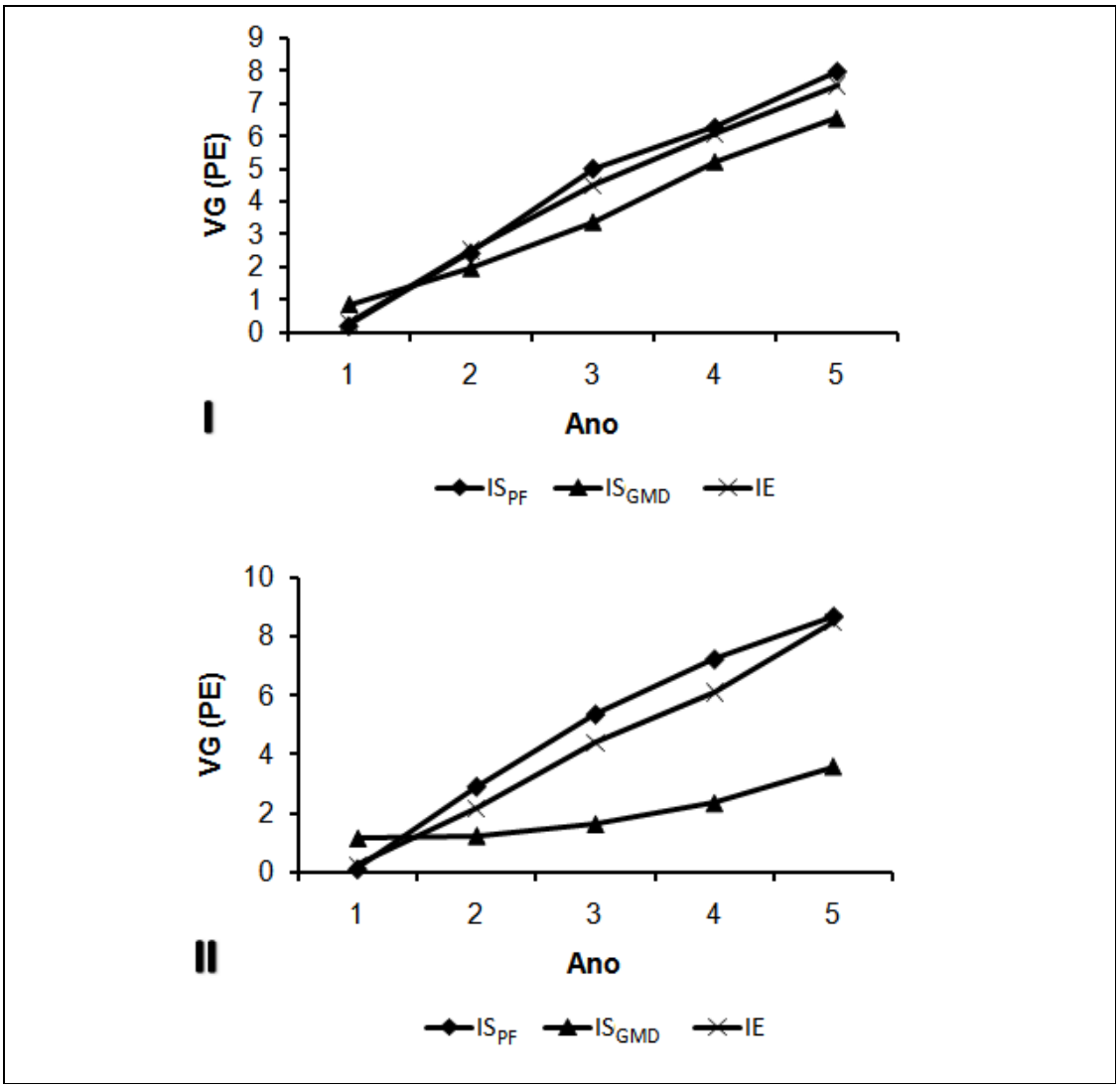

FIGURA 4 – Tendência genética para a característica perímetro escrotal utilizando os índices I e II

A tendência genética para a característica perímetro escrotal (Figura 4) apresentou altas estimativas de valor genético quando utilizou-se IS_{PF}. Com o índice I verificam-se tendências similares, independente do objetivo de seleção. Já para o índice II as regressões obtidas por meio do IS_{PF} apresentaram estimativas aproximadas ao IE e superiores as tendências observadas ao utilizar IS_{GMD}.

A utilização de peso final como objetivo de seleção promoveu ganhos em todas as características, independente do índice utilizado (I e II), sendo interessante lembrar que foram apresentadas tendências similares para a característica EPMURAS, ao se utilizar IE e IS_{PF}.

A seleção de várias características adotando-se índices de seleção é segundo BOURDON (2000), a maneira mais rápida e eficiente de aumentar o valor genético agregado, porque utiliza uma grande quantidade de informações de várias características para produzir o valor do índice que prediz o mérito genético econômico médio de um individuo. Ele torna fácil a classificação dos indivíduos, porém não caracteriza o animal em detalhes. O emprego dos índices evidencia a direção em que a seleção está sendo processada, mas não o alvo a ser atingido.

Destarte, sugere-se a utilização dos índices cujo objetivo de seleção é o peso final. Levando-se em consideração a existência de relações genéticas entre as características, a escolha dos critérios de seleção pode variar conforme a decisão e perfil dos produtores rurais.

CONCLUSÕES

Ao se estudar os índices empíricos e de seleção, conclui-se com essa pesquisa que o índice tendo como objetivo peso final e que leva em conta as características peso final, ganho médio diário, EPMURAS, perímetro escrotal, área de olho de lombo e ganho médio diário levou a obtenção de maiores valores genéticos. A escolha dos critérios de seleção pode variar conforme a decisão e perfil dos produtores rurais

Recomenda-se então, a utilização dos índices de seleção na classificação dos animais participantes das PGPs, permitindo assim a obtenção de ganhos simultâneos em todas as características avaliadas.

5 REFERÊNCIAS

1. ANALLA, M., SANCHEZ, P. A.; SERRANO, M. A.; SERRADILLA, J. M. Simulation analysis with BLUP methodology of different data structures in goat selection schemes in Spain. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 151-55, 1995.

2. BOLDMAN, K. G.; VAN VLECK, L. D. **A manual for use for MTDFREML – a set of programs to obtain of variance and covariances** [DRAF], Lincoln: Departament of Agriculture. 1995.

3. BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding**. 2. ed. New Jersey: Upper Saddle River, 2000. 538 p.

4. CAMERON, N. D. Selection indices and prediction of genetics merit in animal breeding. In: **Appendix**. New York: Cab International, 1997, p. 175.

5. CLEMENT, V.; BIBÉ, B.; VERRIER, E.; ELSEN, J. M.; MANFREDI, E.; BOUIX, J.; HANOCQ, E. Simulation analysis to test the influence of model adequacy and data structure on the estimation of genetic parameters for traits with direct and maternal effects. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v. 33, n. 4, p. 369-395, 2001.

6. HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics,** Pittsburgh, v. 28, p. 476–490, 1943.

7. KLUYTS, J. F. **The development of economic selection índices for the Simmentaler breed in South Africa** [online]. 2004. 166f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Faculty of Natural and Agriculture Sciences, University of the Free State, Bloemfontein. Disponível em: http://etd.uovs.ac.za/ETD-db/theses/available/etd-09292005-155554/unrestricted/KLUYTSJF.pdf. Acesso em: 12 jan. 2011.

8. MRODE, R. A. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 1. ed. New York: Cab International, 1996. 182.

9. PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block size are unequal. **Biometrics**, Washington, v. 58, p. 545-554, 1971.

10. ŠAFUS, P.; PŘIBYL, J.; VESELÁ, Z.; VOSTRÝ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M.; STÁDNÍK, L. Selection indexes for bulls of beef cattle. **Czech Journal Animal Science**, Prague, v. 51, n. 7, p. 285-298, 2006.

11. SAS INSTITUTE INC. **SAS onlineDOC® 9.1.3**, Cary, NC. 2004.

12. SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; SIMÕES, G. H.; MOSER, J. T.; OSTAPECHEN, J.; PINTO, P. H. N.; RUVIERO, V.; MALHADO, C. H. M.; FILHO, P. B. F.; FREITAS, J. A.; SERENO, R. B. Tendências ambientais e genéticas para

características produtivas de bovinos da raça Nelore. **Archivos Latinosamericanos de Producion Animal**, Mayaguez, v. 16, n. 2 p. 85-90, 2008.

13. VAN VLECK, L. D. V. Prediction from linear models. In: **Selection index and introduction to mixed model methods**. Florida: CRC Press, 1993. cap. 23, p. 255-259.

14. ZOLLINGER, W. A.; NIELSON, M. K. An evaluation of bias in estimated breeding values for weaning weight in Angus beef cattle field records. I Estimates of within herd genetic trend. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58 p. 545-549, 1984.

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CLASSIFICAÇÃO DE BOVINOS AVALIADOS EM PROVAS DE GANHO EM PESO, EM CONFINAMENTO

CAPITULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de reprodutores exige atualmente bem mais do que avaliações morfológicas e peso do animal, dessa forma os criadores de bovinos buscam aderir aos programas de melhoramento genético, afim de que seus animais sejam provados mediante as avaliações genéticas. Porém, não é recomendável a escolha de um touro jovem apenas por um critério.

Neste contexto, as provas de ganho em peso (PGPs) se fazem necessárias, pois avaliam os animais participantes mediante mensurações de várias características e pontuações de seus escores. A classificação desses animais é realizada por índices subjetivos, nos quais não sabe ao certo, o quanto os reprodutores participantes desta ferramenta contribuirão com o progresso genético nas próximas gerações.

Esta pesquisa avaliou as herdabilidades das características mensuradas nas PGPs assim como as correlações genéticas existentes entre elas afim de que a seleção não seja baseada apenas em informações fenotípicas, mas sim conhecer a importância de cada característica e o quanto ela poderá ser herdável e influenciar na manifestação de outras.

As estimativas de herdabilidade de todas as características foram de moderadas a altas. Isto garante, que ao ser implementadas nos programas de melhoramento genético, propiciem respostas a seleção satisfatórias.

As correlações genéticas entre as características de carcaça e de reprodução foram de baixas magnitudes ou negativas, dessa forma, a seleção de touros com maior perímetro escrotal contribui em pequena proporção com a seleção de área de olho de lombo, enquanto para espessura de gordura subcutânea elas podem ser nulas, recomenda maiores estudos abordando essa temática.

Os resultados desta pesquisa também concluíram que a utilização de índice de seleção na classificação dos animais participantes das provas de ganho

em peso é eficiente, pois o progresso genético não ocorrerá apenas para uma característica, mas para todas as outras que estão correlacionadas positivamente com elas ou que fazem parte do índice como critério de seleção.

Sugere-se que seja realizado novas pesquisas considerando provas de ganho em peso que incluam em seu regulamento a pré seleção dos animais participantes e que os mesmos estejam inclusos em programas de melhoramento genético.

Considerando que o melhoramento genético animal faz necessário para maiores ganhos em características de crescimento, carcaça e reprodução, recomenda-se implantar o índice de seleção nas provas de ganho em peso para que dessa forma todas as características de interesse econômico possam ser selecionadas ao mesmo tempo.