

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E PRODUTIVAS EM  
BOVINOS DA RAÇA CANCHIM**

**Fabio Jose Gomes**

Médico Veterinário

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E PRODUTIVAS EM  
BOVINOS DA RAÇA CANCHIM**

**Fabio Jose Gomes**

**Orientador: Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar**

**Co-orientador: Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal.

**2017**

G633c Gomes, Fabio Jose  
Características funcionais e produtivas em bovinos da raça  
Canchim / Fabio Jose Gomes. -- Jaboticabal, 2017  
vi, 55 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: Maurício Mello de Alencar

Co-orientador: Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior

Banca examinadora: Maria Eugênia Zerlotti Mercadante, Cintia  
Righetti Marcondes, Fernando Sebastián Baldi Rey, Henrique Nunes de  
Oliveira

Bibliografia

1. Aprovação ao registro. 2. Características morfológicas. 3. Cor da  
mucosa. 4. Inferência Bayesiana. 5. Parâmetros genéticos. I. Título. II.  
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.2



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E PRODUTIVAS EM BOVINOS DA  
RAÇA CANCHIM

AUTOR: FÁBIO JOSÉ GOMES

ORIENTADOR: MAURICIO MELLO DE ALENCAR

COORIENTADOR: ROBERTO AUGUSTO DE ALMEIDA TORRES JÚNIOR

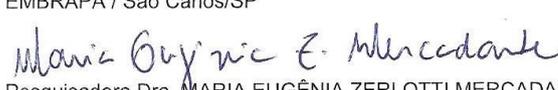
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em GENÉTICA E  
MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROBERTO AUGUSTO DE ALMEIDA TORRES JÚNIOR  
EMBRAPA / Campo Grande/MS



Pesquisadora Dra. CINTIA RIGHETTI MARCONDES  
EMBRAPA / São Carlos/SP



Pesquisadora Dra. MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE  
Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP



Prof. Dr. HENRIQUE NUNES DE OLIVEIRA  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIAN BALDI REY  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 09 de maio de 2017.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**FABIO JOSE GOMES**, nascido em Tibagi, PR, em 4 de julho de 1988, filho de José Jair Gomes e Maria Aparecida Leonardi de Souza Gomes. Iniciou o curso de Medicina Veterinária em fevereiro de 2006 na Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, e obteve o título de Médico Veterinário em dezembro de 2010. Em fevereiro de 2011, ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, sob orientação do professor Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior, tornando-se mestre em Ciência Animal em julho de 2013. Em agosto de 2013 ingressou no curso de Doutorado do programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, sob orientação do professor Dr. Maurício Mello de Alencar e co-orientação do professor Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior.

À minha esposa Tássia,  
Aos meus pais, José Jair e Maria Aparecida,  
Às minhas irmãs, Ana Cláudia e Maria Amélia,  
À minha avó Anita e tia Maria.

Dedico!

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela vida, por me proteger e me guiar em toda a caminhada.

À Tássia, meu amor, esposa, que foi essencial para este trabalho, pela ajuda, ensinamentos, paciência, companheirismo e por colaborar sempre que precisei. Muito obrigado!

Aos meus familiares, pais, irmãs, avós, tios, cunhada e sogros pela fé e apoio.

Ao professor Dr. Danísio Prado Munari por me receber no seu grupo. Ao professor Dr. Maurício Mello de Alencar pela orientação e confiança. Ao co-orientador Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior, pela co-orientação e colaboração com o trabalho. Muito obrigado.

Aos professores da pós-graduação Dr. Adhemar Sanches, Dr. Danísio Prado Munari, Dr. Euclides Malheiros, Dr. Guilherme Rosa, Dr. Henrique Nunes de Oliveira, Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque, Dr. Ricardo da Fonseca, Dr. Dilermando Perecin e Dra. Sandra Aidar de Queiroz. Obrigado pelos ensinamentos.

Aos membros das bancas de qualificação e de defesa, Dr. Maurício Mello de Alencar, Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior, Dr. Fernando Baldi Rey, Dra. Claudia Paro de Paz, Dr. Ricardo da Fonseca, Dr. Henrique Nunes de Oliveira, Dra. Cintia Righetti Marcondes, Dra. Maria Eugênia Mercadante, Dr. Rodrigo Savegnago. Obrigado por colaborarem com o meu trabalho.

Ao pessoal do grupo EAGMA, principalmente ao professor Danísio, obrigado pelo acolhimento, pelos ensinamentos e troca de experiências.

À UNESP, ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, aos funcionários da UNESP, aos funcionários do Departamento de Ciências Exatas, à CAPES pela bolsa de estudos.

À ABCCAN, por ceder os dados para as minhas análises e pela disponibilidade em colaborar com o trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Lista de Tabelas .....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT .....	vi
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1.1. INTRODUÇÃO .....	1
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.2.1. Melhoramento genético na pecuária de corte.....	3
1.2.2. A raça Canchim .....	5
1.3 REFERÊNCIAS.....	12
CAPÍTULO 2 – Associação da aprovação ao registro genealógico dos bovinos da raça Canchim com a classificação dos animais no índice de qualificação genética do programa de avaliação genética .....	17
2.1 INTRODUÇÃO .....	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
2.4 CONCLUSÃO .....	34
2.5 REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO 3 - Definição de modelo para avaliação genética da pigmentação de mucosa em bovinos Canchim .....	37
3.1 INTRODUÇÃO .....	39
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
3.4 CONCLUSÃO .....	53
3.5 REFERÊNCIAS.....	54

## Lista de Tabelas

Capítulo 2	Página
<b>Tabela 1.</b> Medidas descritivas para peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), perímetro escrotal ao sobreano (PE), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), escore de umbigo ao sobreano (UMB), escore de pelame ao sobreano (PEL), classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS) .....	21
<b>Tabela 2.</b> Herdabilidade (diagonal), correlações genéticas aditivas (acima da diagonal) e correlações genéticas maternas (abaixo da diagonal) para peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), perímetro escrotal ao sobreano (PE), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), escore de umbigo ao sobreano (UMB), escore de pelame ao sobreano (PEL) e classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS).....	27
<b>Tabela 3.</b> Componentes de variância e estimativa de herdabilidade para aprovação ao registro genealógico (AP), e correlações genética aditiva ( $ra$ ) e genética materna ( $rm$ ) com peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), perímetro escrotal (PE), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), de umbigo ao sobreano (UMB), de pelame ao sobreano (PEL), classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS).....	31
<b>Tabela 4.</b> Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do caráter classificação final ao desmame (CLD) e seus componentes primários peso ao nascer (PN), peso ao desmame (PD), escore de umbigo (UMB), conformação frigorífica (CFD) e pelagem (PEL), avaliados ao desmame .....	32
<b>Tabela 5.</b> Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do caráter classificação final ao sobreano (CLS) e seus componentes primários perímetro escrotal (PE), conformação frigorífica (CFS) e peso (PS), ao sobreano .....	33

## Capítulo 3

## Página

<b>Tabela 1.</b> Classificação dos animais quanto à coloração da mucosa na raça Canchim e suas frequências absoluta e relativa nos animais avaliados.....	41
<b>Tabela 2.</b> Frequência relativa e observada (entre parênteses) da coloração de mucosa da progênie de acordo com a coloração de mucosa dos pais, em que BC, B,	

BE, CC e C são as mucosas bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara e cinza.....47

**Tabela 3.** Frequência relativa (%) estimada da coloração da mucosa da progênie considerando a coloração das mucosas do touro e da vaca.....48

**Tabela 4.** Estimativas de herdabilidades, desvios-padrão e P-valores para os modelos diferentes agrupamentos de classes de coloração da mucosa de bovinos da raça Canchim.....51

## CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E PRODUTIVAS EM BOVINOS DA RAÇA CANCHIM

**RESUMO** – A utilização de animais como reprodutores em programas de melhoramento genético de bovinos está associada ao registro genealógico pela Associação de Criadores. O objetivo neste trabalho foi avaliar e relacionar a aprovação dos animais ao registro genealógico definitivo com as características avaliadas no programa de avaliação genética da raça Canchim. Foram estimados parâmetros genéticos, por meio de modelo multicaracterística, para os pesos ao nascimento, ao desmame e ao sobreano, escores para conformação frigorífica ao desmame e ao sobreano, classificação final no registro ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS), escores para comprimento de umbigo e qualidade do pelo (PEL) avaliados ao desmame, e perímetro escrotal ao sobreano (PE), e por modelos bicaracterística para aprovação ao registro genealógico (AP) com cada uma das demais variáveis. A relação entre classificação final e as outras características avaliadas foi desdobrada pela análise de trilha para estimar efeitos diretos e indiretos. A probabilidade de aprovação ao registro genealógico foi estudada, as diferenças esperadas na progênie (DEP) para todas as características foram estimadas e foi elaborado o índice de qualificação genética (IQG) utilizado pelo Programa de Avaliação Genética do Canchim. Foi estimada a herdabilidade do escore de coloração da mucosa dos animais e foram obtidas as probabilidades de ocorrência de cada um dos escores de acordo com a coloração da mucosa dos pais. A probabilidade de um animal ser aprovado para registro na Associação Brasileira de Criadores de Canchim ao desmame foi de 77,48% (75,15% para os machos e 79,43% para as fêmeas), enquanto a probabilidade ao sobreano, dado que ele foi aprovado ao desmame, foi de 87,36% (86,43% para os machos e 87,83% para as fêmeas), e a probabilidade total ao sobreano foi de 69,63% (67,71% para os machos e 72,26% para as fêmeas). As correlações genéticas entre as características estudadas variavam de baixa negativa (-0,07) a alta positiva (0,70), com maior estimativa entre PE e CLS. A média das estimativas de herdabilidade de AP foi 0,28 e as correlações com as características citadas acima variaram de baixa (0,15) a muito alta (0,97), com maior estimativa para CLS. O maior efeito direto sobre a CLD foi de PEL (0,8211), indicando sua importância no registro genealógico provisório. O maior efeito direto sobre CLS foi de PE (2,7522), evidenciando sua importância na determinação do registro genealógico definitivo. A correlação entre a classificação dos animais pelo IQG e pela DEP de AP foi de 0,055. Foram observadas variações nas proporções da coloração da mucosa dos filhos em acasalamentos de animais com diferentes colorações de mucosas. Quando as duas primeiras classes fenotípicas da coloração da mucosa (bronze clara e bronze) foram consideradas como uma única classe, a estimativa de herdabilidade foi mais elevada ( $0,427 \pm 0,022$ ). Há variação genética para o escore de pigmentação de mucosa dos bovinos Canchim que permite o seu uso na seleção, visando à produção de animais mais adaptados aos trópicos. A avaliação genética reagrupando os escores em quatro classes que consideram a cor do pigmento e ignoram a intensidade de pigmentação das duas primeiras classes proporciona um modelo com controle genético aditivo mais forte. A pelagem é a característica mais importante na determinação da classificação final ao desmame e o perímetro escrotal a mais importante na classificação final ao sobreano.

**Palavras-chave:** aprovação ao registro, características morfológicas, cor da mucosa, inferência bayesiana, parâmetros genéticos

## FUNCIONAL AND PRODUCTIVE TRAITS IN CANCHIM CATTLE

**ABSTRACT** - The use of animals in beef cattle breeding programs is dependent on their approval to genealogical registry by the breeders association. The aim of this work was to evaluate and to relate the approval of the animals to the definitive genealogical record with the traits evaluated in the genetic evaluation program of the Canchim breed. Genetic parameters were estimated by means of a multi-trait model for birth, weaning and yearling (18 months of age) weights, slaughter conformation scores at weaning (CSW) and yearling (CSY), final registry classification scores at weaning (CLW) and yearling (CLY), navel and hair coat (HC) scores at weaning, and scrotal circumference at yearling (SCY), and using two-trait models for approval to registry (AR) with each of the above traits. The relationship of CLW and CLY with the other traits was studied by path analysis to estimate direct and indirect effects. Probabilities of approval to registry were studied, expected progeny differences (EPD) for all traits were estimated and a genetic qualification index (GQI) used by the Canchim Genetic Evaluation Program was obtained for each animal. Heritability was also estimated for color of the mucosa, and the probability of occurring the various color of mucosa in the offspring according to the mucosa of the parents were obtained. The probability of an animal being approved for registration by the Brazilian Canchim Breeders Association at weaning was 77.48%, 75.15% for males and 79.43% for females, while at yearling, given the approval at weaning, the probability was 87.36%, 86.43% for males and 87.83% for females. The total probability of an animal being approved for registration at yearling was 69.63%, 72.26% for females and 67.71% for males. The genetic correlations among the traits varied from low negative (-0.07) to high positive (0,70), with the highest value for SCY and CLY. The mean of the heritability estimates of AR was 0.28 and the genetic correlations with the other traits varied from low (0,15) to very high (0,97), the highest with CLY. HC showed the highest direct effect on CLW, 0.8211, suggesting its importance in determining temporary approval for registration, at weaning. SCY showed the highest direct effect on CLY, 2.7522, indicating its importance in determining final and definitive approval for registration, at yearling. The correlation between the classification of the animals by GQI and the EPD for AR was 0.055. There were variations in the proportion of color of mucosa of the offspring produced by mating animals with different colors of mucosa. When the first two phenotypic classes of color of mucosa (light bronze and bronze) were joined in one class, the heritability of the trait was the highest ( $0.427 \pm 0.022$ ). The tonality of the mucosa showed a great impact on the estimation of the genetic components. There is enough genetic variation on the mucosa pigmentation scores of the Canchim cattle that allows its use in selection to obtain animals more adapted to the tropics. The classification of mucosa into four classes considering only color of pigment and not the intensity of pigmentation of the two first classes will provide a model with better additive genetic control. Hair coat is the most important trait that establishes CLW and scrotal circumference is the most important for CLY.

**Keywords:** Bayesian inference, color of mucosa, genealogical record approval, genetic parameters, morphological traits

## **CAPÍTULO 1 – Considerações gerais**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

A carne bovina é uma das fontes de proteína animal mais consumidas no mundo. Nos últimos anos o Brasil tem alcançado lugar de destaque na produção e exportação da carne bovina (USDA, 2015), com aumento da produção a cada ano (ABIEC, 2015). Com o aumento da demanda anual de proteína animal é necessário aumentar sua disponibilidade, o que pode ser obtido com o aumento da produtividade dos rebanhos bovinos, por meio da melhoria da qualidade nutricional, do ambiente e da genética dos animais.

O melhoramento genético dos animais ocorre por meio da seleção e do acasalamento dos melhores indivíduos, visando à produção de filhos superiores para as características de interesse. Assim, as Associações de Criadores possuem programas de avaliação genética para dar suporte aos programas de melhoramento genético das raças.

A raça Canchim foi criada com o objetivo de produzir animais especializados para a produção de carne, visando rendimento de carcaça e adaptabilidade ao clima tropical do Brasil, mais precisamente às condições do Brasil Central (VIANNA et al., 1978). A raça Canchim é formada pelo Charolês (5/8) e pelo Zebu (3/8) e apresenta alta produtividade e adaptabilidade ao clima brasileiro, efeitos oriundos da heterose e da complementaridade entre as raças utilizadas na sua constituição (ALENCAR, 1988).

Assim como todas as raças, a raça Canchim possui características que a diferencia das demais. Estas características definem o padrão racial e são desejáveis em todos os animais da raça; os animais que não as apresentam são configurados como desclassificados e não recebem registro genealógico definitivo. A Associação Brasileira de Criadores da Raça Canchim (ABCCAN) é o órgão designado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para fazer o registro genealógico dos animais da raça Canchim. Além da caracterização da raça, o padrão racial também abrange variáveis relacionadas à produtividade, adaptabilidade e funcionalidade dos animais.

O registro genealógico no gado Canchim é realizado em duas etapas, a primeira ao desmame, em que é atribuído um registro provisório, e a segunda ao sobreano com o registro definitivo. Algumas características raciais, como coloração da mucosa e da pelagem, comprimento do umbigo, morfologia da cabeça e orelhas e sexualidade, são de fácil avaliação e não mudam muito com o tempo, podendo ser avaliadas ao desmame, quando há o primeiro descarte de animais que não atendem aos critérios da ABCCAN, reduzindo o número de animais que serão avaliados ao sobreano. Outras características de mais difícil mensuração ou que podem sofrer alteração com o desenvolvimento do animal, como o tamanho corporal, o peso corporal, a conformação frigorífica, o tipo de pelo e o perímetro escrotal, além de serem avaliadas ao desmame, são também avaliadas ao sobreano, quando se faz o registro definitivo ou a desclassificação definitiva dos animais. Quando os animais não apresentam qualquer característica desclassificante, uma variável subjetiva é gerada na avaliação pelos técnicos da ABCCAN, denominada classificação final, definida como a aderência dos animais ao padrão racial do Canchim, com valores de 1 a 6, em que animais com bom desenvolvimento ponderal e bons escores de conformação frigorífica, umbigo, pelo e mucosa recebem notas altas, e animais com características pouco interessantes ou subdesenvolvidos são penalizados e recebem notas baixas.

Na raça Canchim, a avaliação genética é realizada anualmente pelo Programa Geneplus/Embrapa juntamente com a ABCCAN. A avaliação genética utiliza informações de parentesco e de fenótipo para estimar a Diferença Esperada na Progenie (DEP) para várias características de importância. Após a avaliação, os animais são classificados por um índice de qualificação genética que considera as DEPs dos pesos ao nascimento e ao sobreano, perímetro escrotal ao sobreano, efeito total materno ao desmame e conformação frigorífica ao sobreano.

Estudar a relação entre as características avaliadas por ocasião do registro genealógico, a classificação final (índice) do registro genealógico, a aprovação ao registro genealógico e o índice formado pelas DEPs da avaliação genética, e a classificação da coloração da mucosa, característica importante de adaptação, é importante para fornecer subsídios à ABCCAN e aos criadores no sentido de orientar os programas de seleção da raça Canchim. Portanto, os objetivos neste trabalho foram estimar a relação entre o índice de classificação dos animais para os aspectos

raciais, a aprovação ou não para registro, o índice de classificação pelas DEPs e as características avaliadas pelo programa de avaliação genética da raça Canchim realizado pela parceria ABCCAN/Genepplus, e fazer uma avaliação da classificação da coloração da mucosa dos animais.

## **1.2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.2.1. Melhoramento genético na pecuária de corte**

O valor econômico de um animal é o resultado das características desejáveis que determinam sua produtividade. Para tal, é importante determinar o mérito genético do animal, assim como possíveis respostas indiretas associadas às características desejáveis (EUCLIDES FILHO et al., 2001). Os programas de avaliação genética visam determinar o mérito genético dos animais para que os melhores possam ser selecionados nos programas de melhoramento para aprimorar o desempenho produtivo dos rebanhos nos diversos sistemas de produção.

De acordo com Alencar (2004), inicialmente os programas de seleção no Brasil eram feitos dentro de rebanho, mas criadores e pesquisadores verificaram a necessidade de se realizarem avaliações entre rebanhos, levando à criação dos programas de avaliação genética existentes no País. O uso do procedimento BLUP (melhor predição linear não viesada) para solução das equações de modelos mistos foi fundamental para os avanços desses programas de avaliação genética, possibilitando a obtenção de BLUP para valores genéticos.

A estimação das diferenças esperadas na progênie (DEPs) com metodologias estatísticas modernas, possibilitando a avaliação de várias características simultaneamente, e técnicas genômicas são utilizadas como auxílio na seleção dos animais. Embora possa parecer complicado, os resultados das avaliações genéticas são fáceis de serem interpretados e usados (PEREIRA, 2008).

As avaliações genéticas para bovinos de corte no Brasil, utilizando essas modernas tecnologias, tiveram início no final dos anos 1980 (EUCLIDES FILHO, 1999). Desde então, sumários de touros com DEPs para várias características são utilizados por criadores no processo de seleção. Além disso, são estimadas DEPs

também para vacas e animais jovens, com o objetivo de auxiliar a seleção dos animais (ALENCAR, 2002).

A seleção se refere à escolha dos animais que serão os pais da próxima geração, proporcionando que seus alelos se tornem mais frequentes na população. A escolha dos animais é baseada nos critérios de seleção, que são definidos após definição dos objetivos de seleção.

O objetivo do melhoramento genético na pecuária de corte é o aumento da produção de carne e aumento da eficiência de produção. De acordo com Alencar (2004), os critérios de seleção utilizados inicialmente eram constituídos por características de crescimento (pesos e ganhos de peso), por serem de fácil medição e por apresentarem herdabilidade de magnitude mais alta. Depois, na década de 1990, características ligadas à eficiência reprodutiva (perímetro escrotal, idade ao primeiro parto e probabilidade de prenhez da novilha, entre outras) foram incluídas nos programas de avaliação genética. Atualmente, outras características reprodutivas (habilidade de permanência no rebanho, período de gestação), de crescimento (peso adulto), morfológicas (altura, tamanho, conformação, musculosidade, precocidade, condição corporal e tamanho do umbigo), de carcaça (espessura de gordura, área de olho de lombo e marmorização), de adaptação (resistência a carrapato e pelame) e de temperamento estão também sendo avaliadas por alguns programas de avaliação genética. Além das DEPs das características avaliadas, os programas de avaliação genética de bovinos de corte no Brasil normalmente apresentam algum índice geral de desempenho ou de mérito, composto por DEPs ponderadas de características de importância econômica.

Observa-se, portanto, que houve, nas últimas quatro décadas, uma evolução muito grande na avaliação genética de bovinos de corte no Brasil, tanto no que diz respeito às metodologias usadas como na variedade de critérios de seleção utilizados para alcance de diferentes objetivos importantes para diferentes raças e sistemas de criação.

### **1.2.2. A raça Canchim**

A raça bovina Canchim foi desenvolvida no Brasil pelo Dr. Antônio Teixeira Vianna em estudos que iniciaram em 1940 na Fazenda de Criação de São Carlos, também conhecida por Fazenda Canchim, atual Embrapa Pecuária Sudeste, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A formação da nova raça teve como objetivo produzir animais especializados para a produção de carne, visando rendimento de carcaça e adaptabilidade ao clima tropical do Brasil, mais precisamente às condições do Brasil Central (VIANNA et al., 1978).

Atualmente a raça Canchim é utilizada em sistemas de produção de carne principalmente pelo cruzamento de touros Canchim com vacas zebu, em razão da capacidade de monta e fertilidade do touro Canchim e ao desempenho, terminação, qualidade de carne e carcaça dos seus produtos (TUPY; PRIMAVESI; BARBOSA, 2006).

#### **1.2.2.1. Padrão racial**

A necessidade de classificar os organismos para melhor compreensão levou à criação de classes, as quais caracterizam indivíduos que compartilham semelhanças morfológicas ou produtivas, agrupado em um arranjo hierárquico não sobreposto, denominado como raça. Esses animais apresentam a mesma aparência exterior e as mesmas qualidades produtivas, as quais estarão em seus descendentes tal como existiam em seus antepassados (DECHAMBRE, 1911).

No processo de formação, todas as raças sofreram seleção para adaptabilidade ao ambiente em que viveram e com o tempo foram se especializando e formando grupos genéticos isolados (FELIUS et al., 2011). Além das diferenças oriundas da seleção natural, outras podem surgir da seleção artificial ou de cruzamentos.

A especialização da raça é oriunda de acasalamento de animais semelhantes, e em alguns casos, aparentados. Este acasalamento endogâmico induz à fixação ou à perda de alguns alelos e com o passar das gerações as características da raça são fixadas. Entre elas encontram-se algumas relacionadas ao aspecto exterior, as quais apresentam de baixos a altos coeficientes de herdabilidade, dependendo da

característica (LIMA et al., 1989). Muitos desses caracteres não apresentam impacto na produção de carne, mas representam valorização comercial do animal. De acordo com Ledic e Tetzner (2008), a seleção pela conformação exterior tem dois objetivos: valorização do animal no mercado e obter resposta indireta para produtividade. O exterior do animal é relacionado com a função produtiva e a conformação ideal deve estar relacionada aos fins comerciais, em busca da aptidão de produção e controle de produção (PEREIRA, 2004).

De acordo com Lush (1964), tipo racial é o conjunto de características externas típicas de uma raça ou consideradas ideais para a raça. O padrão racial é composto por características morfológicas, produtivas, fisiológicas e temperamentais. A seleção de animais de mérito genético superior para características importantes para a produção a qual se destina, de relevância econômica, deve ser o objetivo da seleção. Entretanto, é indispensável que os animais apresentem estrutura morfológica capaz de possibilitar a expressão das características particulares de um grupo de animais (LEDIC; FERNANDES, 2005).

As avaliações desses caracteres apresentam alta influência na utilização e comercialização de reprodutores e sêmen (FARIA et al., 2008). O tamanho da cabeça e da orelha, o chanfro, a fronte, o chifre, o tamanho do maxilar, o formato do pescoço, o comprimento da barbel e a inserção da cauda são caracteres que compõem o padrão racial da raça Canchim, mas que não contribuem diretamente na produtividade. No entanto, outros caracteres de aspecto exterior podem contribuir indiretamente para a produtividade dos animais, seja no desenvolvimento ponderal ou na reprodução. No padrão racial da raça Canchim, características como a amplitude da anca e da garupa, a largura e o comprimento do dorso, o arqueamento das costelas e a bolsa escrotal e os testículos são também consideradas (ABCCAN, 2017). Algumas características são indicativas de musculosidade e qualidade de carcaça, como a posição da anca e garupa e do dorso (SIQUEIRA et al., 2001; KOURY FILHO, 2005), enquanto a avaliação da bolsa escrotal fornece indícios sobre a precocidade e reprodução do animal (BOLIGON; ALBUQUERQUE, 2010). Além de ter correlação genética favorável com precocidade reprodutiva e produtividade de fêmeas da raça Canchim (SILVA et al., 2000; GIANLORENÇO et al., 2003; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007; BORBA et al., 2011), o perímetro escrotal apresenta

moderado a alto coeficiente de herdabilidade (ALENCAR et al., 1993; SILVA et al., 2000; GIANLORENÇO et al., 2003; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007; BORBA et al., 2011) e possui correlação genética favorável com conformação frigorífica (BORBA et al., 2016).

Existem caracteres morfológicos relacionados à adaptabilidade dos animais, como a coloração da mucosa, cor da pele e dos pelos, qualidade do pelame e comprimento do umbigo. Na raça Canchim esses caracteres são muito importantes, pois ela tem na sua composição cerca de 5/8 do Charolês, gado taurino adaptado a regiões de clima temperado. Portanto, o padrão racial da raça Canchim exige animais de mucosa e pele pigmentadas, pelagem de cor clara (creme em várias tonalidades), com pelos curtos, sedosos e brilhantes e umbigo curto (ABCCAN, 2017). Todas as exigências são relativas à adaptação dos animais ao clima tropical, em que há maior radiação ultravioleta, maior incidência de parasitas e pastagens mais grosseiras (BARICHELLO et al., 2010). Animais que apresentam alta densidade de pelos, pelos curtos, maior diâmetro dos pelos e pelos assentados são mais adaptados às condições tropicais (NICOLAU et al., 2004). Entretanto, em casos específicos, como em determinadas regiões e épocas do ano, animais adaptados podem se cobrir de pelos longos, mas quando a primavera se inicia, os pelos longos devem ser perdidos (SILVA, 1988). A pele pigmentada possui maior quantidade de melanina, que age como um filtro da radiação solar, o que evita que as frações da radiação não refletida pela pelagem alcancem as regiões mais profundas da pele, onde podem causar lesões (LIGEIRO et al., 2006). A adaptabilidade dos animais ao ambiente de criação está associada à produtividade, ao crescimento e à reprodução (TURNER, 1964). Desta forma, o aumento da adaptabilidade dos animais ao ambiente proporcionará melhora na produtividade.

Observa-se, portanto, que o padrão racial do gado Canchim inclui várias características divididas em: 1) atributos zootécnicos - aparência geral, formato do corpo, tamanho da estrutura, aprumos, musculatura, acabamento de gordura a campo e peso a campo; e 2) atributos raciais - fertilidade a campo, características raciais (cabeça: forma, fronte, chanfro, focinho, olhos, chifres, orelhas, maxilares; pelagem; pelos; pele; pescoço; barbela; dorso-lombo; anca e garupa; costelas; ventre, cauda; cascos e pés; órgãos sexuais dos machos; órgãos genitais das fêmeas; e umbigo e

prepúcio) (ABCCAN, 2017). Alguns desses atributos são relacionados direta ou indiretamente a características produtivas e outros não têm impacto direto na produção, mas são importantes pois caracterizam os animais da raça.

### **1.2.2.2. Registro genealógico**

O registro genealógico é o controle da genealogia de um animal, em que é emitido um certificado numerado com a discriminação dos ascendentes até a quarta geração. É uma atividade oficial da Associação de Criadores em relação ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O processo de registro de um animal da raça Canchim se inicia com o acasalamento de seu pai e de sua mãe, obrigatoriamente animais registrados, que deve ser comunicado ao serviço de registro genealógico (SRG) pelo criador, em formulário próprio, denominado comunicação de cobertura.

Após o nascimento, deve haver nova comunicação à associação, também em formulário próprio, denominado comunicação de nascimento. Após o recebimento da comunicação de nascimento, a ABCCAN confere os dados deste com os da comunicação de cobertura e ocorre uma visita de um técnico credenciado para avaliar os animais, até os nove meses de idade. Então, é emitido o registro provisório do animal, caso o animal atenda aos critérios exigidos para essa idade.

Ao desmame, além do desenvolvimento do animal, as seguintes características são avaliadas: umbigo (escores 1 a 6); conformação frigorífica (escores 1 a 6); pelagem (escores 1 a 6); frame (pequeno, médio e grande); cor do animal (escores 1 a 9); e cor da mucosa (escores 1 a 9). Após a avaliação, o animal recebe uma classificação final gerada pela junção de todas as variáveis avaliadas. De forma geral, a classificação indica a aderência ao padrão racial para registro dos animais na associação. Essa variável tem amplitude de 1 a 6, dependendo da composição das informações do animal. Se o animal apresentar boas notas para todas as variáveis, deverá ser classificado entre 5 e 6 e se o animal apresentar notas baixas em algumas variáveis, sua classificação final é inferior. Os animais que atingem notas de classificação final 1 ou 2 são considerados inaceitáveis para registro genealógico, pois normalmente apresentaram alguma característica considerada desclassificante, ou

seja, que não atende ao padrão racial e, portanto, não terá o registro genealógico na Associação. Se a classificação final for intermediária, 3 ou 4, são considerados como animais satisfatórios para rebanhos comerciais. Se a classificação final for 5 ou 6, os animais são considerados bons para utilização em rebanhos Canchim.

Aos 18 meses de idade aproximadamente é realizada a segunda vistoria pelos técnicos credenciados pela Associação, que verificam se os animais atendem às exigências do padrão racial do Canchim. Nesta ocasião as características avaliadas ao desmame (com exceção de cor do animal e cor da mucosa) mais aprumos são também avaliados. Após a avaliação os animais recebem nova classificação final para auxiliar no registro. Caso o animal atenda às exigências, ele terá o certificado de seu registro definitivo emitido pela Associação.

### **1.2.2.3. Coloração da mucosa**

A habilidade dos animais de se adaptarem ao ambiente em que estão expostos tem influência de várias características únicas de cada indivíduo, como a cor da pelagem, a quantidade de pelos e a cor da mucosa. A parte externa do animal está em contato com o ambiente externo e com a radiação solar, desta forma, é fundamental para as trocas térmicas (SILVA, 1999). A coloração das mucosas dos animais é uma característica muito importante para a raça Canchim, pois são desejáveis animais que apresentam maior resistência à radiação solar.

As mucosas são tecidos epiteliais de revestimento interno, com contato externo, que sempre apresentam umidade. Estão associadas a um tecido conjuntivo, a lâmina própria. Existem muitos tipos de mucosa e o tipo depende da região onde esta se encontra. Há as mucosas oral, nasal, genital, do sistema digestório, da bexiga, do aparelho respiratório, oculares, entre outras. Algumas apresentam tecido queratinizado, ou seja, possuem as células da parte mais superficial preenchidas por queratina, tornando-as mais resistentes, como a mucosa oral (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

A região epitelial da mucosa é composta de cinco tipos celulares, os queratinócitos, melanócitos, células de Langerhans, células de Merckel e células inflamatórias. Os queratinócitos são células específicas para produção de queratina

(HADLER; SILVEIRA, 1993). As células de Langerhans são de defesa, e as células de Merckel são especializadas nas sensações mecânicas (HADLER; SILVEIRA, 1993). Mas, em relação à adaptabilidade de bovinos, vários fatores são considerados para regulação da funcionalidade do organismo, como tamanho e tipo dos pelos, cor da pelagem e cor da pele e das mucosas. As mucosas são regiões que recebem grande incidência de radiação solar, por isso são mais propícias a desenvolverem carcinomas, principalmente as mucosas nasolabiais, oculares e genitais (KELLER et al., 2008). Estas mucosas em bovinos são regiões que estão expostas à radiação solar em razão da ausência de pelos. Desta forma, suas variações podem ser indícios sobre a adaptabilidade dos animais.

A coloração da mucosa é definida pela atividade dos melanócitos, que são células que produzem melanina por meio da oxidação da tirosina. Quanto mais melanina produzida, mais resistente o indivíduo é à exposição aos raios ultravioleta, pois a melanina se concentra em regiões próximas ao núcleo celular protegendo o DNA (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013). A absorção de doses elevadas de radiação ultravioleta é prejudicial à saúde, apontada como importante causa de neoplasias (TULIO et al., 2009). A melanina em grandes quantidades, por causa da alta pigmentação, protege a mucosa dos efeitos da radiação (FAÇANHA et al., 2013). O aumento de absorção de calor oriundo da pele mais pigmentada é amenizado pelas características do pelame, o qual permite a perda de calor mais efetiva, como pelos claros e curtos. O animal com pele mais pigmentada é mais adaptado às regiões de clima tropical, assim como animais com pelagem clara e pelos curtos (SILVA, 1999).

A coloração da mucosa para o Canchim é dividida em nove classes: as mucosas bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara, cinza, cinza escura, despigmentada, manchada e preta. Os animais que têm mucosas despigmentadas ou manchadas não são aptos ao registro genealógico e não são usados na reprodução. Isto ocorre para evitar a propagação deste tipo de coloração de mucosa nos rebanhos.

#### 1.2.2.4. Características avaliadas no Programa de Avaliação Genética da Raça Canchim

No programa de avaliação genética da raça Canchim são estimadas DEPs para as seguintes características: peso ao nascer (PN), peso ao desmame, peso ao sobreano (PS), peso da mãe ao desmame da cria, conformação frigorífica ao desmame e ao sobreano (CF), pelagem, umbigo, perímetro escrotal ao desmame e ao sobreano (PE) e idade ao primeiro e ao segundo parto. Após as estimativas de DEPs, cinco características são utilizadas para compor um índice, denominado índice de qualificação genética (IQG), para auxiliar na seleção dos animais. Esse índice é composto pelas DEPs de PN, PS, efeito total materno ao desmame (TMD), CF e PE. A ponderação das DEPs para compor o IQG é feita da seguinte maneira (GENEPLUS, 2017):

$$IQG = - \left( \frac{0,15 * DEP_{PN}}{\sigma_{gPN}} \right) + \left( \frac{0,20 * DEP_{TMD}}{\sigma_{gTMD}} \right) + \left( \frac{0,30 * DEP_{PS}}{\sigma_{gPS}} \right) + \left( \frac{0,20 * DEP_{CF}}{\sigma_{gCF}} \right) + \left( \frac{0,15 * DEP_{PE}}{\sigma_{gPE}} \right)$$

Em que,  $DEP_{PN}$  é a DEP para PN,  $DEP_{TMD}$  é a DEP para TMD,  $DEP_{PS}$  é a DEP para PS,  $DEP_{CF}$  é a DEP para CF e  $DEP_{PE}$  é a DEP para PE.

O peso ao nascimento está relacionado com a facilidade de parto das vacas. Pesos elevados ao nascimento aumentam a probabilidade de partos distócicos e baixos pesos ao nascimento diminuem a probabilidade de sobrevivência do animal.

O efeito total materno ao desmame é uma variável que considera os efeitos genéticos aditivos diretos e os efeitos genéticos maternos e é formado pela soma da metade da DEP direta do peso ao desmame e de toda a DEP materna do peso ao desmame. Esta variável é um indicativo da habilidade das filhas de um animal produzirem bezerros mais pesados ou mais leves.

Por estar diretamente relacionado ao peso de abate, os produtores dão maior ênfase ao peso ao sobreano, que é indicativo do potencial de crescimento do animal após o desmame. O peso ao sobreano é associado com características reprodutivas

e de carcaça, em que a seleção para maiores pesos proporciona aumento no perímetro escrotal e melhoria na área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (YOKOO et al., 2010; CAETANO et al., 2013).

A conformação frigorífica é uma medida utilizada na avaliação da estrutura da carcaça, musculosidade e deposição de gordura (SILVA, 2000).

O perímetro escrotal é uma característica reprodutiva, mas que está associada também com precocidade dos animais (CORRÊA et al., 2006) e com desenvolvimento ponderal (KEALEY et al., 2006).

Observa-se, portanto, que os animais Canchim são avaliados primeiramente por um técnico credenciado da ABCCAN, ocasião em que são classificados por meio de um escore de classificação final elaborado com base no atendimento a critérios zootécnicos e raciais, decidindo-se se são ou não aptos ao registro, e por meio de um programa de avaliação genética para obtenção de DEPs para várias características de importância econômica, quando são também classificados por um índice de qualificação genética elaborado pela ponderação de DEPs de cinco características de interesse. O conhecimento da relação entre as várias características avaliadas, o escore de classificação final, a aptidão para registro e o índice de classificação genética deve fornecer subsídios aos criadores e à ABCCAN na tomada de decisões de seleção e de registro dos animais. Também, um estudo da característica coloração da mucosa, em relação às classes consideradas, deve contribuir para a escolha correta de animais mais adaptados ao clima das regiões onde o Canchim é utilizado, seja como raça "pura" ou em cruzamento comercial.

### 1.3 REFERÊNCIAS

ABCCAN. Associação Brasileira de Criadores de Canchim. **Regulamento de Registro Genealógico e do Controle Genealógico dos Bovinos da Raça Canchim.** Disponível em: <<http://www.canchim.com.br/Regulamento%20de%20Registro%20Geneal%C3%B3gico%20-%20RA%C3%87A%20CANCHIM.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

ABIEC 2015. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Brazilian beef perfil 2015.** Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

ALENCAR, M. M. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. V. Desenvolvimento dos bezerras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 17, n. 5, p. 411-420, 1988.

ALENCAR, M. M. **Critérios de seleção e a moderna pecuária bovina de corte brasileira**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4., 2002, Campo Grande, MS. Campo Grande: Embrapa Pecuária de Corte, 2002.

ALENCAR, M. M., BARBOSA, P. F., BARBOSA, R. T., VIEIRA, R. C. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 572-583, 1993.

BARICHELLO, F.; ALENCAR, M. M.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; SILVA, L. O. C. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 563-570, 2010.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1412–1418, 2010.

BORBA, L. H. F.; BALDI REY, F. S.; FEITOSA, F. L.; SILVA, L. O. C.; PEREIRA, A. S.; ALENCAR, M. M. Genetic correlations between visual slaughter conformation scores and growth and reproductive traits in Canchim cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2016.

BORBA, L. H. F.; BALDI REY, F. S.; SILVA, L. O. C.; BOLIGON, A. A.; ALENCAR, M. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1570-1578, 2011.

CAETANO, S. L.; SAVEGNAGO, R. P.; BOLIGON, A. A.; RAMOS, S. B.; CHUD, T. C. S.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 155, n. 1, p.1-7, 2013.

CASTRO-PEREIRA, V. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, R. T. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1029-1036, 2007 (Suplemento).

CORRÊA, A. B.; VALE FILHO, V. R.; CORRÊA, G. S. S.; ANDRADE, V. J.; SILVA, M. A.; DIAS, J. C. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 388-393, 2006.

DECHAMBRE, P. **Traité de zootechnie**. 2. ed. Charles Amat, 1911.

EUCLIDES FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância**. Embrapa Gado de Corte-Documents (INFOTECA-E), 1999.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R.; BARBOSA, R. A. Eficiência bionutricional de animais Nelore e seus mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 77-82, 2001.

FAÇANHA, D. A. E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; DE VASCONCELOS, A. M.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 91-103, 2013.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYES, A.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 835-841, 2008.

FELIUS M., KOOLMEES P., THEUNISSEN B., CONSORTIUM E. C. G. D., **LENSTRA J. On the breeds of cattle - historic and current classifications. Diversity**, Basel, v. 3, 660–692, 2011.

GENEPLUS 2017: Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte. **Sumário de touros Canchim, MA e Charolês**. 2017. Disponível em: <<http://geneplus.cnpgc.embrapa.br/sumarios/canchim/index.php?tp=conceitos>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

GIANLORENÇO, V. K.; ALENCAR, M. M.; TORAL, F. L. B.; MELLO, S. P.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, P. F. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p.1587-1593, 2003 (Suplemento 1).

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Histologia básica. 12ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 281 p., 2013.

HADLER, W. A.; SILVEIRA, S. R. **Histofisiologia dos epitélios: correlação entre a morfologia e a função dos epitélios**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1993.

KEALEY, C. G; MACNEIL, M. D.; TESS, M. W.; GEARY, T. W.; BELLOWS, R. A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of line 1 Herefords bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 283-290, 2006.

KELLER, D.; RÖNNAU, M.; GUSMÃO, M. A.; TORRES, M. B. A. M. Casuística de carcinoma epidermóide cutâneo em bovinos do Campus Palotina da UFPR. **Acta Scientiae Veterinarie**, Porto Alegre, v. 36, n. 2, p. 155-159, 2008.

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

LEDIC, I. L.; FERNANDES, A. R. **Cartilha para avaliação morfológica de animais**. Uberaba: ABCGIL. 24p, 2005.

LEDIC, I. L.; TETZNER, T. A. D. **Grandezas do Gir Leiteiro. O Milagre zootécnico do século XX**, Uberaba, 324 p., 2008.

LIGEIRO, E. C.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. D.; LOUREIRO, C. M. B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 544-549, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000200029>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

LIMA, F. P.; BONILHA NETO, L. M.; RAZOOK, A. G.; PACOLA, L. J.; FIGUEIREDO, L. A.; PEIXOTO, A. M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **B. Industr. Anim.**, v. 46, n. 2, p. 249-257, 1989.

LUSH, J. L. **Melhoramento genético dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: USAID, 1964.

NICOLAU, C. V. J.; SILVA, R. G.; MOTA, L. S. L. S.; VERÍSSIMO, C. J. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 53, n. 201, p. 25-34, 2004.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal**. 4. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2004.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal**. In: J. C. C. PEREIRA: Introdução, Herança e Meio, Correlações Genéticas, Seleção e Auxílio à Seleção, Heterose e Cruzamentos e Melhoramento Genético das raças Zebu. 5 ed. Belo Horizonte: Editora FEPMVZ. 2008.

SILVA, A. M.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F.; OLIVEIRA, M. C. S.; CORRÊA, L. A.; NOVAES, A. P.; TULLIO, R. R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2223-2230, 2000 (Suplemento 2).

SILVA, L. O. C. Programa de melhoramento genético da raça Canchim. In: CONVENÇÃO NACIONAL DA RAÇA CANCHIM, 4., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA e ABCCAN, p. 70-79, 2000.

SILVA, R. G. Bioclimatologia e melhoramento do gado leiteiro. **Revista do Gado Holandês**, n. 148, p. 5-12, 1988.

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.

SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNADES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate a produção de carne de cordeiro i velocidade de crescimento, caracteres quantitativos da carcaça ph da carne e resultados econômicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 844-848, 2001.

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; BARBOSA, P. F. **Avaliação dos impactos econômicos sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste: Utilização de touros da raça Canchim em cruzamentos terminal com fêmeas da raça Nelore**. São Carlos: Embrapa: CPPSE, 2006. 39 p. (Embrapa-CPPSE. Documentos, 54).

TURNER, H. G. Coat characters of cattle in relation to adaptation. Proceedings of Australian Society of Animal Production, **Rushcutters**, v. 5, p. 181-187, 1964.

USDA. USDA Agricultural Baseline Projections to 2015. Disponível em: <[https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/37699/33280\\_oce20061.pdf?v=41338](https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/37699/33280_oce20061.pdf?v=41338)

VIANNA, A. T.; GOMES, F. P.; SANTIAGO, M. **Formação do gado Canchim pelo cruzamento Charolês-Zebu**. 2. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1978.

YOKOO, M. J.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; ALBUQUEQUE, L. G. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 52–58, 2010.

## **CAPÍTULO 2 – Associação da aprovação ao registro genealógico dos bovinos da raça Canchim com a classificação dos animais no índice de qualificação genética do programa de avaliação genética**

**RESUMO** – Os animais da raça Canchim são avaliados por técnico da Associação de Criadores (ABCCAN) com respeito a critérios zootécnicos e raciais e também por meio de um programa de avaliação genética. O conhecimento da relação entre as várias características avaliadas e índices resultantes das avaliações deve contribuir para a tomada de decisão durante o processo de seleção dos animais para reprodução. Assim, o objetivo neste estudo foi avaliar a relação entre a classificação do animal para aspectos raciais, a aptidão para o registro genealógico, as características avaliadas no programa de avaliação genética e o seu índice de qualidade genética (IQG). Foram estimados parâmetros genéticos, por meio de análises multicaracterística, para classificação final no registro ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS), pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), escores de umbigo (UMB) e de qualidade do pelame (PEL) ao desmame e perímetro escrotal ao sobreano (PE), e por análises bicaracterística, para aprovação ao registro genealógico (AP) com cada uma das demais variáveis. A relação entre classificação final e as outras características avaliadas foi desdobrada pela análise de trilha para estimar efeitos diretos e indiretos. A probabilidade de aprovação ao registro genealógico dos animais e as diferenças esperadas na progênie (DEP) para todas as características foram estimadas e foi elaborado o índice de qualificação genética (IQG) utilizado pelo Programa de Avaliação Genética da raça. A probabilidade de um animal ser aprovado para registro genealógico pela ABCCAN ao desmame foi de 77,48% (75,15% para os machos e 79,43% para as fêmeas), enquanto a probabilidade ao sobreano, dado que ele foi aprovado ao desmame, foi de 87,36% (86,43% para os machos e 87,83% para as fêmeas) e a probabilidade total ao sobreano foi de 69,63% (67,71% para os machos e 72,26% para as fêmeas). As estimativas de herdabilidade para PN, PD, UMB, CFD, PEL, PE, CFS, PS, CLD e CLS variaram de baixa (0,01) a moderada (0,31). As correlações genéticas aditivas variavam de baixa negativa (-0,07) a alta positiva (0,70), com maior estimativa entre PE e CLS. A média das estimativas de herdabilidade de AP foi 0,28 e as correlações genéticas com as características citadas acima variaram de baixa (0,15) a muito alta (0,97), com maior estimativa para CLS. O maior efeito direto sobre a CLD foi de PEL (0,8211), indicando a importância do escore de pelame no registro genealógico provisório. O maior efeito direto sobre CLS foi de PE (2,7522), evidenciando que o perímetro escrotal é uma variável determinante no registro genealógico definitivo. A correlação entre a classificação dos animais pelo IQG e pela DEP de AP foi de 0,055. A pelagem é a característica mais importante na determinação de CLD e o perímetro escrotal na determinação de CLS.

**Palavras-chave:** análise de trilha, aprovação ao registro genealógico, características morfológicas, correlação genética, herdabilidade

## **CHAPTER 2 - Association of approval for the pedigree record of Canchim cattle with the classification of the animals in the genetic qualification index of the genetic evaluation program**

**ABSTRACT** – The animals of the Canchim breed are evaluated by a technician of the Breeders Association (ABCCAN) with respect to zootechnical and breed criteria, and through a genetic evaluation program. Knowing the relationship among the traits evaluated and the indexes resulting from these evaluations should contribute to the selection of animals for reproduction. The objective of this study was to evaluate the relationship among the classification of the animals for breed characters, the approval of the animal for genealogical registry, the traits evaluated by the genetic evaluation program and its genetic qualification index (GQI), in the Canchim breed. Genetic parameters were estimated by means of a multi-trait model for final registry classification scores at weaning (CLW) and yearling (CLY), birth (BW), weaning (WW) and yearling (YW; 18 months of age) weights, slaughter conformation scores at weaning (CSW) and yearling (CSY), navel (NV) and hair coat (HC) scores at weaning, and scrotal circumference at yearling (SCY), and using two-trait models for approval to registry (AR) with each of the above traits. The relationship of CLW and CLY with the other traits was studied by path analysis to estimate direct and indirect effects. Probabilities of approval to registry and the expected progeny differences (EPD) for all traits were estimated and a GQI used by the Canchim Genetic Evaluation Program was obtained for each animal. The probability of an animal being approved for registration by ABCCAN at weaning was 77.48%, 75.15% for males and 79.43% for females, while at yearling, given the approval at weaning, the probability was 87.36%, 86.43% for males and 87.83% for females, and the total probability of an animal being approved for registration at yearling was 69.63%, 72.26% for females and 67.71% for males. The heritability estimates of BW, WW, NV, CSW, HC, SCY, CSY, YW, CLW and CLY varied from low (0.01) to moderate (0.31). The genetic correlations among the traits varied from low negative (-0.07) to high positive (0.70), with the highest value between SCY and CLY. The mean of the heritability estimates of AR was 0.28 and the genetic correlations with the other traits varied from low (0.15) to very high (0.97), the highest with CLY. HC showed the highest direct effect on CLW, 0.8211, suggesting its importance in determining temporary approval for registration, at weaning. SCY showed the highest direct effect on CLY, 2.7522, indicating its importance in determining final and definitive approval for registration, at yearling. The correlation between the classification of the animals by GQI and the EPD for AR was 0.055. Hair coat is the most important trait that establishes CLW and scrotal circumference is the most important for CLY.

**Keywords:** Approval to genealogical registry, final classification, genetic correlation, heritability, morphological traits, path analysis

## 2.1 INTRODUÇÃO

A necessidade de classificação dos organismos para melhor compreensão levou à criação de classes, que caracterizam indivíduos que compartilham semelhanças morfológicas ou produtivas, as denominadas raças. A raça é o conjunto de animais da mesma espécie, os quais apresentam a mesma aparência exterior e as mesmas qualidades produtivas e estes caracteres estarão presentes em seus descendentes tal como existiam em seus antepassados (DECHAMBRE, 1911).

Todas as raças sofreram o fenômeno da adaptação ao ambiente em que vivem e, ao longo do tempo, se especializaram e algumas vezes formaram grupos genéticos isolados (FELIUS et al., 2011). Todas as alterações induzidas pelo ambiente são direcionadas para que o animal apresente maiores chances de sucesso reprodutivo. Todavia, o sucesso reprodutivo é obtido quando o animal tem sucesso no desenvolvimento ponderal, pois as prioridades de utilização de nutrientes são para manutenção, atividades básicas, crescimento, produção e por fim reprodução (MAGGIONI et al., 2008). Sendo assim, a seleção dos animais para características raciais relacionadas à adaptabilidade promove aumento na probabilidade de o animal apresentar melhoria nos índices produtivos, como produção de carne e caracteres reprodutivos. Por não sofrerem grande influência ambiental na expressão do seu fenótipo, as características morfológicas são utilizadas na avaliação do padrão racial mesmo não apresentando nenhum aspecto produtivo direto, pois são mais fáceis de serem avaliadas.

O padrão racial orienta a avaliação dos animais controlados nos livros de registro genealógico das Associações de Criadores. Mesmo que não seja possível observar as características fisiológicas e ponderais e distinguir o real valor para os animais, é sabido que os indivíduos de uma determinada raça são predispostos a apresentarem as características daquela raça, incluindo características produtivas. Assim sendo, a caracterização fenotípica é a primeira forma de avaliação dos animais e a base para os programas de melhoramento genético (EGITO; MARIANTE; ALBUQUERQUE, 2002).

Os produtores de gado de corte que praticam melhoramento genético no rebanho têm mais credibilidade ao utilizarem reprodutores com registro genealógico.

Isso é indicativo de que os ascendentes do animal são conhecidos e que todos eles apresentaram caracteres estabelecidos nos padrões raciais. Ademais, os programas de melhoramento genético são, na maioria das vezes, vinculados às Associações de Criadores, pois essas possuem grande quantidade de informações da raça, como a genealógica e produtivas, o que restringe a participação dos animais nos programas de melhoramento genético à necessidade de registro genealógico na Associação de Criadores.

Sendo assim, é importante quantificar a associação entre as características raciais e as produtivas, de forma a observar se é necessária a inclusão de variáveis raciais nos modelos de avaliação genética. Portanto, o objetivo neste estudo foi estimar a relação entre a classificação final do animal quanto a aspectos raciais, as características avaliadas no programa de avaliação genética da raça Canchim e o índice de qualificação genética obtido nessa avaliação.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para o presente estudo foram avaliadas 80.294 informações de bovinos Canchim nascidos entre 1999 e 2015, informações fornecidas pela Associação Brasileira dos Criadores de Canchim (ABCCAN). As variáveis utilizadas foram peso ao nascimento (PN), peso ao desmame (PD) e peso ao sobreano (PS), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS), umbigo ao sobreano (UMB) e qualidade do pelo avaliado ao desmame (PEL), além do perímetro escrotal ao sobreano (PE) (Tabela 1) e da aprovação ao registro genealógico (AP).

O PD e o PS foram padronizados para 225 (média de idade ao desmame) e 550 dias de idade, respectivamente. Para a padronização de PD e de PS foram utilizados os ganhos de peso médios diários.

Para a atribuição do escore de conformação frigorífica, considerou-se a estrutura de carcaça, musculatura e deposição de gordura subcutânea (KOURY FILHO et al., 2006). A avaliação foi realizada por meio da visualização dos animais superiores, intermediários e inferiores, em relação ao grupo de contemporâneos, de acordo com a metodologia de Silva (2000). Os escores de CF variaram de 1 a 6, em

que 6 representou a melhor expressão da característica, ou seja, a expressão mais desejável.

**Tabela 1.** Medidas descritivas para peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), perímetro escrotal ao sobreano (PE), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), escore de umbigo ao sobreano (UMB), escore de pelame ao sobreano (PEL), classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS)

Variáveis	N	Vacas <sup>1</sup>	VP <sup>2</sup>	Média	Mínimo	Máximo	DP <sup>3</sup>	CV (%)
PN	89.146	34.539	19.130	36,03	15,00	73,00	5,22	14,49
PD	73.947	33.425	17.994	215,91	95,00	335,00	39,61	18,34
PS	40.605	21.314	10.204	327,28	150,30	449,90	57,86	17,68
PE	23.987	15.770	5.514	27,26	14,00	40,00	4,31	15,81
CFD	26.259	13.391	6.494	4,19	1,00	6,00	1,24	29,59
CFS	16.191	9.776	3.779	4,17	1,00	6,00	1,20	28,78
UMB	27.460	14.133	6.798	4,96	1,00	6,00	0,98	19,76
PEL	26.086	13.355	6.443	4,27	1,00	6,00	1,04	24,35
CLD	27.418	14.046	6.703	3,75	1,00	6,00	1,31	34,93
CLS	16.082	9.769	3.707	3,86	1,00	6,00	1,21	31,35

<sup>1</sup>Número de vacas, <sup>2</sup>Número de vacas com mais de uma progênie, <sup>3</sup>Desvio-padrão

O UMB foi determinado por um padrão com intervalo de 1 a 6, em que 1 foi atribuído aos animais com umbigo penduloso e de angulação superior a 45° em relação ao ventre. O escore 6 representou os animais com umbigo colado ao ventre, ou seja, umbigo curto (SILVA, 2000).

Para PEL, a avaliação foi realizada com um padrão com variação de 1 a 6, em que animais com pelos compridos, sem brilho e com baixa densidade, característica não desejável, receberam escore 1, enquanto que os animais com pelos brilhantes, curtos e com alta densidade receberam escore 6 (SILVA, 2000).

O escore de classificação final, oriunda da junção das características citadas anteriormente com inclusão da coloração da mucosa, foi atribuído aos animais como forma de avaliar a aderência dos mesmos ao padrão racial, em que escores 1 e 2 foram atribuídos aos animais que não foram aprovados ao registro genealógico e os animais nas demais classes foram considerados aptos ao registro genealógico (AP). A partir da classificação final foram estimadas frequências para os animais que foram aprovados ao registro genealógico. Para estas informações foram calculadas probabilidades condicionais ligadas à possibilidade de o animal ser aprovado para o registro genealógico, podendo ser avaliado ao desmame ou ao sobreano. As

probabilidades condicionais também foram realizadas considerando o sexo. Os animais aptos ao registro genealógico receberam AP igual a 2, enquanto os animais considerados inaptos ao registro genealógico receberam 1, formando uma característica com dois possíveis resultados.

Para as análises dos dados foram criados grupos de contemporâneos para nascimento, desmame e sobreano, de acordo com a idade de mensuração da característica, formados pela combinação do sexo, fazenda, ano, época (janeiro a março, abril a junho, julho a setembro e outubro a dezembro), grupo genético do produto (Canchim, formado aproximadamente por 5/8 Charolês e 3/8 Zebu, e MA, oriundo do cruzamento de touros Charolês com vacas do grupo A, oriundas de cruzamento de Zebu com Canchim) e grupo genético da vaca (Canchim, MA e A). Antes das análises a consistência dos dados foi realizada por meio do software R (R CORE TEAM, 2016). Foram descartados os grupos de contemporâneos com menos de dois animais, ou que continham menos de duas características avaliadas. Além disso, foram excluídos os animais com valores superiores ou inferiores a três desvios-padrão em relação à média da população.

Os componentes de variância, covariância e os parâmetros genéticos para PN, PD, PS, CFD, CFS, CLD, CLS, PE, PEL e UMB foram estimados por meio de modelo animal e foi utilizada a metodologia da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas (DFREML). A aplicação da metodologia ocorreu por meio do software Wombat (MEYER, 2006), com modelo multicaracterística. Os valores iniciais, requisitados pelo Wombat, foram obtidos por meio de análises de variância e da literatura. O software R (R CORE TEAM, 2016) foi utilizado para validar a matriz (positiva definida). O critério de convergência das análises foi considerado satisfatório quando o logaritmo da função de verossimilhança foi inferior a  $10^{-9}$ .

Para a AP foram estimados componentes de (co)variância por inferência bayesiana, utilizando o *software* “Thrgibbs1f90” (MIZSTAL et al., 2002). Foi utilizado modelo bicaracterística, em que a variável AP foi considerada juntamente com cada uma das outras características utilizadas no estudo. Para as análises foram utilizadas cadeias de 250.000 ciclos com *burn-in* de 50.000 e retirada de amostras a cada 40 ciclos. A convergência e as médias da distribuição a *posteriori* foram calculadas por meio do *software* “Postgibbsf90” (MISZTAL et al., 2002). Ainda, para verificação da

convergência dos resultados, foram realizados os testes de Heidelberger e Welch (HEIDERBERGER; WELCH, 1983), por meio do pacote “CODA” (PLUMMER et al., 2006) do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

Além do efeito de grupo de contemporâneos, havia o efeito de idade da vaca ao parto aninhado ao sexo e o efeito de idade do animal aninhado ao grupo de contemporâneos. No efeito de idade do animal, o valor da idade padrão foi subtraído da data da mensuração e então foi realizada uma regressão linear dessa idade corrigida para cada grupo de contemporâneos. Para todas as características foram considerados no modelo, além dos efeitos fixos, os efeitos genéticos aditivos direto, genético aditivo materno e ambiente permanente materno. Em termos matriciais, o modelo estatístico utilizado foi representado por:

$$Y = \mu + X\beta + Z\alpha + Mm + Wc + \varepsilon,$$

em que,  $Y$  é o vetor de observações;  $\beta$  é o vetor de efeitos fixos (grupo de contemporâneos e covariáveis idade da vaca ao parto e idade do animal);  $\alpha$  é o vetor de efeitos genéticos aditivos diretos;  $m$  é o vetor de efeitos genéticos aditivos maternos;  $c$  é o vetor de efeitos de ambiente permanente materno;  $\varepsilon$  é o vetor de erros aleatórios associados às observações; e  $X$ ,  $Z$ ,  $M$  e  $W$  são as matrizes de incidência para cada efeito.

Foram assumidas as seguintes pressuposições:

$$E[y] = X\beta$$

$$E \begin{bmatrix} a \\ m \\ c \\ \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{VAR} \begin{bmatrix} a \\ m \\ c \\ \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 & 0 \\ A\sigma_{am} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0^m & I_{nc}\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_n\sigma_\varepsilon^2 \end{bmatrix}$$

em que,  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva direta;  $\sigma_m^2$  é a variância genética aditiva materna;  $\sigma_{am}$  é a covariância genética aditiva direta e materna;  $\sigma_c^2$  é a variância de ambiente permanente materno;  $\sigma_\varepsilon^2$  é a variância residual;  $A$  é a matriz de

parentesco;  $I_{nc}$  é a matriz de identidade de ordem  $nc$  (número de mães); e  $I_n$  é a matriz de identidade de ordem  $n$  (número de observações).

A matriz de parentesco foi formada por meio dos animais que continham informação no arquivo de dados. Desta forma, a matriz de parentesco continha dados de 116.222 animais, com média de coeficiente de endogamia de  $0,008 \pm 0,002$ . Os animais com informação eram provenientes de 4.120 touros para PN, 3.604 para PD, 2.132 para PS, 1.600 para PE, 1.012 para CF, 1.093 para UMB, 1039 para PEL, 1089 para CLD e 988 para CLS.

Além dos parâmetros genéticos, foram obtidas previsões de diferença esperada na progênie (DEP) para PN, PD, PS, PE, CFD, CFS, UMB, PEL, CLD, CLS e AP. Após as estimativas das DEPs foi elaborado o índice de qualificação genética (IQG), baseado nos valores adotados pela ABCCAN (GENEPLUS, 2017):

$$IQG = -\left(\frac{0,15 * DEP_{PN}}{\sigma_{gPN}}\right) + \left(\frac{0,20 * DEP_{TMD}}{\sigma_{gTMD}}\right) + \left(\frac{0,30 * DEP_{PS}}{\sigma_{gPS}}\right) + \left(\frac{0,20 * DEP_{CF}}{\sigma_{gCF}}\right) + \left(\frac{0,15 * DEP_{PE}}{\sigma_{gPE}}\right)$$

em que,  $DEP_{PN}$  é a DEP para PN,  $DEP_{TMD}$  é a DEP para efeito total materno ao desmame (metade da DEP direta do peso ao desmame e de toda a DEP materna do peso ao desmame),  $DEP_{PS}$  é a DEP para PS,  $DEP_{CF}$  é a DEP para CFS e  $DEP_{PE}$  é a DEP para PE.

Após a elaboração do índice IQG, foi realizado o ordenamento dos animais pelo valor do IQG. Logo após, os mesmos animais foram ordenados pela DEP obtida para CLS. Logo após foi calculada a correlação de *Spearman* para verificar se houve mudança na classificação dos animais, por meio do pacote “agricolae” do software estatístico R (R TEAM CORE, 2016).

Para a avaliação do efeito causal das características avaliadas neste estudo sobre a característica classificação final dos animais e, conseqüentemente, sobre a aprovação ao registro genealógico, foram estimados coeficientes de trilha (*path analysis*) (LI, 1975) por meio do pacote “agricolae” do software estatístico R (R TEAM CORE, 2016). O diagnóstico de multicolinearidade foi estabelecido com base no

número de condição, a qual é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz, quando valores superiores a 100 foram encontrados, as variáveis que contribuíram para o aparecimento da multicolinearidade foram retiradas da análise.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito do touro na aprovação da progênie ao registro genealógico da ABCCAN, tanto o provisório quanto o definitivo, ou seja, alguns touros tiveram poucos filhos aprovados, enquanto que outros tiveram muitos filhos aprovados.

A probabilidade de um animal ser aprovado para registro na ABCCAN ao desmame foi de 77,48%; 75,15% para os machos e 79,43% para as fêmeas. A probabilidade de um animal ser aprovado ao sobreano, dado que ele foi aprovado ao desmame, foi de 87,36%; 86,43% para os machos e 87,83% para as fêmeas. A probabilidade de um animal ser aprovado ao desmame e ao sobreano foi de 67,69%; 65,26% para os machos e 69,77% para as fêmeas. Houve a probabilidade de 2,04% de que um animal seja aprovado ao sobreano, dado que ele não foi aprovado ao desmame. Desta forma, a probabilidade total de um animal ser aprovado ao sobreano foi de 69,63%, com probabilidades de 72,26% para as fêmeas e 67,71% para os machos.

Para a probabilidade de aprovação ao registro genealógico da progênie de cada touro, houve pequena variação. O número de filhos por touro apresentou variação de 1 a 1.170 e 1 a 889, com média de 36 e 22, quando avaliadas as progênies à desmama ou ao sobreano, respectivamente. A média do número de filhos aprovados para o registro genealógico foi de 29 e 19, com mínimos de 1 e máximos de 1.000 e 689, para avaliações das progênies por ocasião do desmame ou sobreano, respectivamente.

Quando foram considerados os touros com mais de 100 filhos avaliados na desmama, a média de aprovação da progênie foi de 78,13%, com limites de 1,64% a 99,06% dos filhos aprovados. Isso evidencia que alguns touros utilizados como reprodutores apresentaram baixos índices de aprovação ao registro genealógico de suas progênies, ou seja, a utilização dos touros inviabilizou a venda de sua progênie para reprodução. O touro com mais de 100 filhos e com o menor aproveitamento de

aprovação ao registro genealógico da progênie apresentou como principais causas da não aprovação a coloração da pelagem, o frame, a pigmentação da mucosa, o perímetro escrotal e o peso à desmama. Entretanto, as maiores correlações de *Pearson* encontradas foram para a CLD com PD, PEL e CFD (0,35; 0,27; 0,44, respectivamente).

Quando os touros com mais de 100 filhos foram analisados pelo sexo da progênie, houve diferença na proporção de filhos e filhas aprovados. A média de aprovação das progênies do sexo masculino foi de 82,27%, com mínimo e máximo de 15,38% e 100,00%. Para as fêmeas, a média de aprovação foi de 76,22%, com mínimo de 22,41% e máximo de 93,49%.

Para a avaliação ao sobreano, os touros com mais de 100 filhos tiveram 81,80% de probabilidade de sua progênie ser aprovada ao registro genealógico, com mínimo de zero e máximo de 99,25%. Quando a progênie é do sexo masculino, a probabilidade é de 58,76%, enquanto para as fêmeas é de 84,12%. Isso é resultado da maior intensidade de seleção utilizada nos machos. As principais causas de desclassificação ao registro genealógico ao sobreano são, em ordem de importância, CFS, PE, PS e PEL. As correlações de *Pearson* de CLS com CFS, PE, PS e PEL foram 0,42, 0,34, 0,25 e 0,19, respectivamente. A utilização de touros aprovados não implica na certeza de aprovação da progênie. Muitos touros que foram utilizados em larga escala e que deixaram muitos filhos nessa população não apresentaram boa habilidade de gerar progênies que atenderam aos padrões estabelecidos pela ABCCAN.

As estimativas de herdabilidade, correlações genéticas aditivas e correlações genéticas maternas estão presentes na Tabela 2. A estimativa de herdabilidade para PN foi de  $0,31 \pm 0,060$ , moderado e inferior aos encontrados na literatura, 0,41 e 0,39 (CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007; BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010, respectivamente). As maiores correlações genéticas para PN ocorreram com CFD (0,45) e PD (0,28), então a seleção para PN acarretará em resposta indireta para essas características, sugerindo que os efeitos genéticos sobre PN sejam controlados, em parte, pelos mesmos genes de ação aditiva que governam PD e CFD.

**Tabela 2.** Herdabilidade (diagonal), correlações genéticas aditivas (acima da diagonal) e correlações genéticas maternas (abaixo da diagonal) para peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), perímetro escrotal ao sobreano (PE), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), escore de umbigo ao sobreano (UMB), escore de pelame ao sobreano (PEL) e classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS)

	PN	PD	UMB	CFD	PEL	PE	CFS	PS	CLD	CLS
PN	<b>0,31 ± 0,060</b>	0,28 ± 0,057	-0,02 ± 0,015	0,45 ± 0,073	0,07 ± 0,024	0,04 ± 0,012	0,03 ± 0,013	0,19 ± 0,054	0,05 ± 0,010	0,10 ± 0,021
PD	0,15 ± 0,040	<b>0,27 ± 0,055</b>	-0,11 ± 0,024	0,15 ± 0,032	0,01 ± 0,012	0,12 ± 0,021	0,08 ± 0,022	0,42 ± 0,073	0,15 ± 0,022	0,05 ± 0,011
UMB	0,01 ± 0,010	-0,04 ± 0,011	<b>0,24 ± 0,063</b>	0,03 ± 0,011	0,11 ± 0,030	0,05 ± 0,010	0,34 ± 0,071	0,00 ± 0,001	0,14 ± 0,032	0,14 ± 0,030
CFD	0,04 ± 0,011	0,15 ± 0,022	0,07 ± 0,023	<b>0,25 ± 0,040</b>	0,13 ± 0,040	-0,07 ± 0,012	0,14 ± 0,033	0,14 ± 0,032	0,23 ± 0,041	0,25 ± 0,061
PEL	0,01 ± 0,012	0,05 ± 0,023	0,11 ± 0,038	0,14 ± 0,032	<b>0,28 ± 0,042</b>	-0,09 ± 0,031	0,11 ± 0,034	0,08 ± 0,024	0,20 ± 0,043	-0,03 ± 0,014
PE	0,03 ± 0,011	0,09 ± 0,021	0,05 ± 0,013	0,08 ± 0,022	0,06 ± 0,011	<b>0,27 ± 0,062</b>	0,00 ± 0,001	0,14 ± 0,031	0,03 ± 0,010	0,70 ± 0,093
CFS	0,04 ± 0,021	0,09 ± 0,014	0,07 ± 0,014	0,13 ± 0,033	0,11 ± 0,020	0,09 ± 0,021	<b>0,33 ± 0,051</b>	0,18 ± 0,032	0,10 ± 0,020	0,20 ± 0,041
PS	0,10 ± 0,034	0,26 ± 0,052	-0,02 ± 0,015	0,06 ± 0,014	0,02 ± 0,010	0,06 ± 0,014	0,10 ± 0,024	<b>0,35 ± 0,060</b>	0,12 ± 0,022	0,25 ± 0,052
CLD	0,03 ± 0,012	0,16 ± 0,026	0,37 ± 0,076	0,32 ± 0,058	0,52 ± 0,094	0,06 ± 0,010	0,09 ± 0,010	0,03 ± 0,012	<b>0,33 ± 0,050</b>	0,31 ± 0,062
CLS	0,15 ± 0,041	0,21 ± 0,038	0,14 ± 0,020	0,19 ± 0,040	0,33 ± 0,063	0,38 ± 0,060	0,77 ± 0,110	0,16 ± 0,031	0,57 ± 0,071	<b>0,22 ± 0,070</b>

Para PD, a estimativa de herdabilidade foi moderada,  $0,27 \pm 0,055$ , corroborando os encontrados na literatura para estimativa de herdabilidade do peso ao desmame, considerando apenas o efeito genético aditivo no modelo, que foram de 0,28 e 0,42 (CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007; BARICHELO et al., 2010, respectivamente), e inferior a outros que consideraram os efeitos genético aditivo direto, genético materno e de ambiente permanente materno, 0,31 e 0,50 (BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; MELLO et al., 2013, respectivamente). Houve estimativa de correlação genética moderada entre PD e PS, 0,42. Para as demais características analisadas as correlações variaram de baixa negativa (-0,11) a baixa positiva (0,15).

Para UMB a estimativa de herdabilidade obtida neste estudo foi  $0,24 \pm 0,063$ , superior ao valor encontrado na literatura de 0,18 (BARICHELO et al., 2010) também para bovinos da raça Canchim. Esta característica apresentou correlação genética média com CFS (0,34), então a seleção para conformação frigorífica ao sobreano poderá proporcionar resposta correlacionada no tamanho do umbigo na mesma direção. Essa correlação genética é favorável, pois a classificação de escore de umbigo denota que quanto maior a nota, menor o tamanho do umbigo. Também foi possível observar nas correlações genéticas (0,14) que quanto maior o umbigo do animal, menor a nota de classificação final à desmama e ao sobreano.

A CFD apresentou estimativa de herdabilidade de  $0,25 \pm 0,040$ , um pouco acima daquela de 0,20 (BARICHELO et al., 2010) obtida também para bovinos Canchim. A CFD apresentou baixa associação genética com CLD (0,23) e CLS (0,25), indicando que a seleção dos animais para CFD favorece apenas pequena parte dos alelos com ação aditiva que governam a característica classificação final, tanto à desmama quanto ao sobreano. Associação baixa foi obtida com UMB (0,03) e CFS (0,14), então essas duas variáveis não devem ser utilizadas como indicativos de boa conformação frigorífica ao desmame.

A característica PEL, com herdabilidade estimada em  $0,28 \pm 0,042$ , exerceu influência na classificação final à desmama e apresentou correlação genética baixa com essa característica ( $0,20 \pm 0,043$ ). Estimativa de herdabilidade inferior às encontradas na literatura, com variação entre 0,38 e 0,52 (BARRICHELO et al., 2010). Ficou evidente que na avaliação para o registro genealógico provisório, a ênfase é

para aspectos morfológicos, pois se os animais apresentaram características desclassificadoras, podem ser descartados mais precocemente. Além disso, essas variáveis não mudam com o tempo, enquanto que as características de crescimento podem se recuperar após a desmama. Então, a utilização de animais com aprovação ao registro genealógico seleciona indiretamente, de forma moderada, para a adaptabilidade dos animais ao clima tropical. Para o sistema de produção é importante que os animais da raça Canchim sejam adaptados ao clima tropical e a presença de pelos curtos, sedosos e brilhantes é fundamental para a adaptabilidade ao clima tropical do Brasil. Baixas correlações de PEL foram obtidas com as demais características analisadas, e negativas com PE (-0,09) e CLS (-0,03), indicando que quase não há associação entre elas.

O PE apresentou estimativa de herdabilidade moderada de  $0,27 \pm 0,062$ , semelhante às encontradas na literatura para a raça Canchim de 0,24 (ANDRADE et al., 2008) e 0,28 (BUZANSKAS et al., 2010). Alta correlação genética (0,70) de PE foi estimada com CLS, indicando que a seleção para aumentar PE também resulta em animais mais em conformidade com o padrão racial da raça. Conforme anteriormente citado, o perímetro escrotal e o umbigo são alguns dos principais fatores responsáveis pela não aprovação dos animais ao registro genealógico, porém, estas duas variáveis apresentaram baixa correlação genética (0,05), então essas variáveis são governadas por diferentes genes de ação aditiva. Os animais com características ideais devem ter umbigo curto e perímetro escrotal grande, mas as duas variáveis não têm associação, assim sendo, a seleção para uma característica não provocará efeito na outra.

A CFS apresentou estimativa de herdabilidade de  $0,33 \pm 0,051$ , valor um pouco superior ao encontrado na literatura para conformação frigorífica de bovinos Canchim (0,20; BARICHELLO et al., 2010) e Nelore (0,25; WENCESLAU et al., 2012). Correlações genéticas de CFS com UMB (0,34) e CLS (0,20) são indicativos de moderada e baixa associações entre essas características. A baixa correlação genética entre CFS e CLS indica que a seleção para conformação frigorífica deve resultar em pouca mudança na classificação feita durante a avaliação dos animais no registro definitivo.

Para PS a estimativa de herdabilidade obtida foi de  $0,35 \pm 0,060$ , também moderada e corrobora valores encontrados na literatura para as raças Canchim, que

variam de 0,23 a 0,28 (CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007; BUZANSKAS et al., 2010; MEIRELLES et al., 2010; BORBA et al., 2011). Houve associação genética moderada (0,42) de PS com PD, portanto a seleção para qualquer uma dessas características deve resultar em resposta correlacionada na outra. A correlação genética baixa (0,25) entre PS e CLS é indicativo de que o peso do animal no momento da avaliação do registro genealógico tem baixa associação genética com a classificação no registro.

A estimativa de herdabilidade para a CLD foi de  $0,33 \pm 0,050$ , valor que indica a existência de efeito de ambiente moderado na aprovação dos animais ao registro genealógico. CLD apresentou moderada associação genética com CLS (0,31) e baixas correlações com as outras variáveis 0,03 e 0,23 (Tabela 2). Para CLS, a estimativa de herdabilidade obtida foi de  $0,22 \pm 0,070$ . Esses resultados indicam que há campo para seleção tanto para CLD quanto para CLS, mas a resposta para CLD deve ser maior, e a seleção para qualquer uma delas deve resultar em alguma resposta na outra. A correlação genética entre CLS e PE aos 550 dias foi alta (0,70), indicando que a seleção para maior PE deve resultar em bom progresso genético em CLS. Baixas correlações genéticas de CLS com as outras variáveis, à exceção de CLD que é moderada, indicam que a seleção para essas características não deve resultar em grandes progressos em CLS.

As correlações genéticas maternas foram, em geral, baixas (-0,04 a 0,26) entre todas as características (Tabela 2), exceto quando envolveu CLD com UMB (0,37), CFD (0,32) e PEL (0,52), e CLS com PEL (0,33), PE (0,38), CFS (0,77) e CLD (0,57).

A estimativa de herdabilidade para AP foi de  $0,28 \pm 0,020$ , indicando que a utilização de reprodutores com registro genealógico favorecerá o progresso genético dessa característica. As correlações genéticas de AP com PD (0,56) e PS (0,41) foram moderadas (Tabela 3), indicando que a seleção para desenvolvimento ponderal deve resultar em progresso genético em AP. Com CFD (0,26) e CFS (0,28) apesar de as correlações serem baixas algum progresso genético correlacionado também pode ocorrer. Se houver seleção para PN, PE, UMB e PEL, as mudanças em AP serão pequenas.

**Tabela 3.** Componentes de variância e estimativa de herdabilidade para aprovação ao registro genealógico (AP), e correlações genética aditiva ( $r_a$ ) e genética materna ( $r_m$ ) com peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), perímetro escrotal (PE), escores de conformação frigorífica ao desmame (CFD) e ao sobreano (CFS), de umbigo ao sobreano (UMB), de pelame ao sobreano (PEL), classificação final ao desmame (CLD) e ao sobreano (CLS)

	AP	Características	$r_a$	$r_m$
$\sigma_a^2$	0,494 ± 0,022	PN	0,23 ± 0,012	-0,20 ± 0,030
		PD	0,56 ± 0,043	0,10 ± 0,023
$\sigma_m^2$	0,021 ± 0,011	PS	0,41 ± 0,021	0,02 ± 0,011
		PE	0,16 ± 0,020	0,03 ± 0,011
$\sigma_c^2$	0,126 ± 0,014	CFD	0,26 ± 0,030	0,11 ± 0,022
		CFS	0,28 ± 0,042	0,04 ± 0,010
$\sigma_f^2$	1,765 ± 0,032	UMB	0,15 ± 0,011	0,07 ± 0,019
		PEL	0,20 ± 0,014	0,07 ± 0,020
$h_a^2$	0,28 ± 0,020	CLD	0,71 ± 0,093	0,38 ± 0,022
		CLS	0,97 ± 0,090	-0,35 ± 0,027

$\sigma_a^2$  = variância genética aditiva,  $\sigma_m^2$  = variância genética materna,  $\sigma_c^2$  = variância de ambiente permanente materno,  $\sigma_f^2$  = variância fenotípica;  $h_a^2$  = herdabilidade aditiva.

De acordo com as análises de trilha, o maior efeito direto sobre a classificação final ao desmame foi obtido para o escore de pelagem (0,8211) (Tabela 4), indicando que essa característica tem muita importância na avaliação dos animais para a classificação final ao desmame, ou seja, para o registro genealógico provisório. Essa característica explicou 22,37% da variância da CLD. O coeficiente de efeito direto de PN sobre a CLD foi de 0,4533, explicando 12,35% da variância, enquanto que os efeitos indiretos foram 0,1168 via PD, -0,0018 via UMB, -0,2630 via CFD e 0,0574 via PEL, explicando 3,18%, 0,05%, 6,27% e 1,56%, respectivamente. O efeito direto de PD sobre CLD foi um pouco menor (0,4175) do que o de PN, explicando 11,38% da variância de CLD, e os efeitos indiretos foram mais próximos de zero, exceto via PN (0,1269) e responsável por 3,46% da variação de CLD. Para CFD foi obtido efeito direto negativo (-0,5845) sobre CLD, sendo 15,93% da variação de CLD, indicando dificuldade de seleção indireta e ganho simultâneo nessas duas características, enquanto que para o UMB houve pequeno efeito (0,0931), sendo 2,53% da variância.

**Tabela 4.** Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do caráter classificação final ao desmame (CLD) e seus componentes primários peso ao nascer (PN), peso ao desmame (PD), escore de umbigo (UMB), conformação frigorífica (CFD) e pelagem (PEL), avaliados ao desmame

Variável independente	Variável dependente	% da variância explicada
<b>PN</b>		
	CLD	CLD
Efeito direto	0,4533	12,35
Efeito indireto via PD	0,1168	3,18
Efeito indireto via UMB	-0,0018	0,05
Efeito indireto via CFD	-0,2630	6,27
Efeito indireto via PEL	0,0574	1,56
<b>PD</b>		
Efeito direto	0,4175	11,38
Efeito indireto via PN	0,1269	3,46
Efeito indireto via UMB	-0,0101	0,27
Efeito indireto via CFD	-0,0877	2,39
Efeito indireto via PEL	0,0082	0,22
<b>UMB</b>		
Efeito direto	0,0931	2,53
Efeito indireto via PN	-0,0090	0,24
Efeito indireto via PD	-0,0459	1,25
Efeito indireto via CFD	-0,0175	0,47
Efeito indireto via PEL	0,0903	2,46
<b>CFD</b>		
Efeito direto	-0,5845	15,93
Efeito indireto via PN	0,2040	5,56
Efeito indireto via PD	0,0626	1,70
Efeito indireto via UMB	0,0028	0,07
Efeito indireto via PEL	0,1067	2,90
<b>PEL</b>		
Efeito direto	0,8211	22,37
Efeito indireto via PN	0,0317	0,86
Efeito indireto via PD	0,0042	0,11
Efeito indireto via UMB	0,0101	0,27
Efeito indireto via CFD	-0,0759	2,06

A avaliação para o registro provisório é baseada em aspectos morfológicos, como escore para tipo de pelagem, o qual tem importância na adaptabilidade dos animais aos trópicos. O tipo de pelagem é importante para que os animais consigam se manter em ambientes tropicais, pois isso permite a reflexão dos raios ultravioleta, facilita a perda de calor e auxilia no combate aos ectoparasitas.

Os pesos são importantes na avaliação dos animais quanto à sua aderência ao registro genealógico, mas as características de desempenho ponderal são avaliadas

no programa de avaliação genética e utilizadas como critérios de seleção, por isso é importante que as exigências raciais considerem os aspectos que indicam funcionalidade nos ambientes onde os animais são criados. Sendo assim, a utilização da CLD na avaliação genética poderá selecionar os animais que serão utilizados como reprodutores para que suas progênes atendam aos requisitos do registro genealógico e, conseqüentemente, sejam indivíduos adaptados.

O maior efeito direto sobre a CLS foi o de PE (2,7522), seguido de PS (1,1920) e CFS (0,6646), explicando 50,08%, 12,09% e 21,69% da variação de CLS, respectivamente (Tabela 5), evidenciando que o perímetro escrotal é uma variável determinante na classificação final ao sobreano. O perímetro escrotal é uma medida de precocidade sexual, podendo ser utilizada na seleção indireta por apresentar correlação com qualidade do sêmen e características de crescimento (KNIGHTS et al., 1984) e idade ao primeiro parto (CASTRO PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007).

**Tabela 5.** Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do caráter classificação final ao sobreano (CLS) e seus componentes primários perímetro escrotal (PE), conformação frigorífica (CFS) e peso (PS), ao sobreano

Variável independente	Variável dependente	% da variância explicada
PE	CLS	CLS
Efeito direto	2,7522	50,08
Efeito indireto via CFS	0,0000	0,00
Efeito indireto via PS	0,1669	3,04
CFS		
Efeito direto	0,6646	12,09
Efeito indireto via PE	0,0000	0,00
Efeito indireto via PS	0,2146	3,91
PS		
Efeito direto	1,1920	21,69
Efeito indireto via PE	0,3853	7,01
Efeito indireto via CFS	0,1196	2,18

A correlação de *Pearson* entre a classificação dos animais pelo IQG e pela DEP da classificação final foi de 0,055, indicando que essas características são independentes.

## 2.4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados das análises, as características que determinam a baixa aprovação ao registro ou alta intensidade de descarte, ou não são contempladas ou tem baixo peso no IQG, o que indica que o índice, apesar de selecionar animais mais produtivos, não necessariamente identifica os touros com alta aprovação dos filhos para registro genealógico.

## 2.5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. C.; GROSSI, D. A.; PAZ, C. C. P.; ALENCAR, M. M.; REGITANO, L. C. A.; MUNARI, D. P. Association of an insulin-like growth factor 1 gene microsatellite with phenotypic variation and estimated breeding values of growth traits in Canchim cattle. **Animal Genetics**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 480-485, 2008.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M. D.; ALBUQUERQUE, L. G. D. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2409-2417, 2010.

BARICHELLO, F.; ALENCAR, M. M.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; SILVA, L. O. C. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 563-570, 2010.

BORBA, L. H. F.; REY, F. S. B.; DA SILVA, L. O. C.; BOLIGON, A. A.; ALENCAR, M. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1570-1578, 2011.

BUZANSKAS, M. E.; GROSSI, D. A.; BALDI, F.; BARROZO, D.; SILVA, L. O. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; MUNARI, D. P.; ALENCAR, M. M. Genetic associations between stayability and reproductive and growth traits in Canchim beef cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 132, n. 1, p. 107-112, 2010.

CASTRO-PEREIRA, V. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características de crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1037-1044, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000500008>>.

DECHAMBRE, P. **Traité de Zootechnie**. 2. ed. Charles Amat, 1911.

EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S. ALBUQUERQUE, M. S. M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 51, n. 193-194, p. 39-52, 2002.

FELIUS M.; KOOLMEES P.; THEUNISSEN B.; CONSORTIUM E. C. G. D.; LENSTRA J. On the Breeds of cattle - Historic and Current Classifications. **Diversity**, v. 3, n. 4, p. 660–692, 2011.

GENEPLUS 2017: Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte. **Sumário de touros Canchim, MA e Charolês**. 2017. Disponível em: <<http://geneplus.cnpgc.embrapa.br/sumarios/canchim/index.php?tp=conceitos>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v. 31, p. 1109–1144, 1983.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; CHIQUITELLI NETO, M. Genetic parameter estimates of visual score traits and their relationship with growing traits in Brazilian Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006.

KNIGHTS, SUSAN A.; BAKER, R. L.; GIANOLA, D.; GIBB, J. B. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 4, p. 887-893, 1984.

LI, C. C. **Path Analysis – a Primer**. California: The Boxwood Press, 1975. cap. 5-6, p. 100-186.

MAGGIONI, D.; ROTTA, P. P.; ITO, R. H.; MARQUES, J. A.; ZAWADZKI, F.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N. Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. **Pubvet**, Maringá, v. 2, n. 11, 2008.

MEIRELLES, S. L.; ALENCAR, M. M.; OLIVEIRA, H. N.; REGITANO, L. C. A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1437-1442, 2010.

MELLO, S. P.; ALENCAR, M. M.; PASAFARO, T. L.; TORAL, F. L. B. Parâmetros genéticos de relações de pesos, características de fertilidade e crescimento em vacas da raça Canchim. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 70, n. 3, p. 235-241, 2013. Disponível em: <DOI: 10.17523/bia.v70n3p235>.

MEYER, K. "WOMBAT" – Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8, 2006, Belo Horizonte. Proceedings... Belo Horizonte, 2006.

MISZTAL I; TSURUTA S; STRABEL T; AUVRAY B; DRUET T; LEE DH. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. 2002, v. 28, n. 7. Montpellier, Communication.

PLUMMER, M.; BEST, N.; COWLES, K.; VINES, K. **Coda: Convergence diagnosis and output analysis for MCMC**. R News, v. 6, n. 1, p. 7–11, 2006. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>>.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2016.

SILVA, L. O. C. Programa de melhoramento genético da raça Canchim. In: CONVENÇÃO NACIONAL DA RAÇA CANCHIM, 4., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA e ABCCAN, p. 70-79, 2000.

WENCESLAU, R. R.; FELIPE, V. P. S.; VALENTE, B. D.; ROSA, A. N.; NOBRE, P. R. C.; MARTIN NIETO, L.; SILVA, M. A. Variance component estimates for weight and visual scores of slaughter conformation in Nellore cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 2, p. 443-449, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352012000200026>>.

### **CAPÍTULO 3 - Definição de modelo para avaliação genética da pigmentação de mucosa em bovinos Canchim**

**RESUMO-** A produtividade dos animais está associada à adaptabilidade dos mesmos ao ambiente em que são criados. As mucosas dos bovinos são regiões expostas à radiação solar e mucosas escuras são indicativo de animais adaptados. O objetivo neste estudo foi avaliar o controle genético da coloração da mucosa em animais da raça Canchim e encontrar um reagrupamento das mucosas de tonalidade cinza e bronze, para o qual o modelo genético aditivo seja uma aproximação satisfatória e os valores genéticos sejam um bom indicador da intensidade de produção de animais bem pigmentados. Foram estimadas probabilidades de ocorrência de cada uma das colorações das mucosas nos filhos pelo acasalamento dos touros e vacas com cada uma das diferentes combinações. Foram estimados parâmetros genéticos para vários sistemas de atribuição de valor para o escore de coloração de mucosa, alterando a ordem, a quantidade de classes ou a equivalência entre as classes. Foram observadas variações nas proporções da coloração da mucosa dos filhos obtidos de acasalamentos de pais de diferentes colorações de mucosas, sendo que touros ou vacas de mucosas altamente pigmentadas acasalados com vacas ou touros com pouca pigmentação produziram progênie de coloração de mucosa intermediária. Os animais com pigmentação de tonalidade cinza tinham menor probabilidade de produzir filhos com mucosas bronze ou bronze clara. A modificação do ordenamento das classes fenotípicas da coloração da mucosa alterou a estimativa de herdabilidade da cor da mucosa, em que ordenamentos semelhantes aos utilizados pela Associação Brasileira de Criadores da Raça Canchim (ABCCAN) apresentaram de moderada a alta estimativas de herdabilidade e a média de todas as estimativas foi de  $0,172 \pm 0,020$ . Quando as duas primeiras classes fenotípicas da coloração da mucosa (bronze clara e bronze) foram consideradas como uma única classe, a estimativa de herdabilidade foi mais elevada ( $0,427 \pm 0,022$ ). A tonalidade da mucosa apresentou grande impacto na estimação dos componentes genéticos. Há variação genética para o escore de pigmentação de mucosa dos bovinos Canchim utilizado pela ABCCAN, que permite o seu uso na obtenção de valores genéticos, na seleção e no acasalamento visando à produção de animais mais adaptados aos trópicos. A avaliação genética reagrupando os escores em quatro classes que consideram a cor do pigmento e ignora a intensidade de pigmentação das duas primeiras classes proporciona um modelo com controle genético aditivo mais forte, e parece ser a estratégia de escolha para as avaliações genéticas.

**Palavras-chave:** adaptabilidade, herdabilidade, padrão racial, pigmentação da mucosa

### CHAPTER 3 – Model definition for genetic evaluation of mucosa pigmentation in Canchim cattle

**ABSTRACT-** The productivity of the animals is associated with their ability to adapt to the environment they are subjected to. The bovine mucosa is a region of the body exposed to solar radiation, consequently dark mucosa is indicative of adapted animals. The objectives in this study was to evaluate the genetic control of the color of the mucosa in Canchim cattle, and to find an order of classification of gray and bronze mucosa so that additive genetic model fits well and the genetic values are good indicators to produce highly pigmented animals. The probability of occurrence of each color of the mucosa membranes in the offspring was estimated by mating bulls and cows with various combinations of color of mucosa. Genetic parameters were estimated for several systems to assign value for the color of the mucosa score, changing the order, the number of classes or the equivalence between classes. There were variations in the proportions of color of the mucosa of the offspring produced by mating animals with different colors of mucosa. Bulls and cows of highly pigmented mucosa mated to cows or bulls with low pigmented mucosa produced progenies of intermediate color of mucosa. Animals with gray mucosa were less likely to produce offspring with bronze or light bronze mucosa. The modification of the order of the phenotypic classes of color of mucosa altered the estimate of heritability of the trait, in which orders similar to that used by the Brazilian Canchim Breeders Association (ABCCAN) showed moderate to high estimates of heritability, with an average of  $0.172 \pm 0.020$ . When the first two phenotypic classes of the color of mucosa (light bronze and bronze) were considered as a single class, the heritability estimate was higher ( $0.427 \pm 0.022$ ). The mucosa tonality presented great impact in the estimation of the genetic components. There is enough genetic variation on the mucosa color scores of the Canchim cattle used by ABCCAN that allows its use in selection to obtain animals more adapted to the tropics. The classification of mucosa into four classes considering only color of pigment and not the intensity of pigmentation of the two first classes will provide a model with better additive genetic control and seems to be the strategy of chosen for genetic evaluations.

**Keywords:** adaptability, breed standard, heritability, pigmentation of the mucosa

### 3.1 INTRODUÇÃO

A adaptabilidade dos animais ao ambiente em que estão expostos sofre influência de várias características únicas de cada indivíduo, características como a cor da pelagem, quantidade de pele, cor da pele e da mucosa. Segundo Silva (2008), a parte externa do animal é fundamental para as trocas térmicas, pois está em contato com o meio ambiente. As mucosas são tecidos epiteliais de revestimento interno com contato externo e que sempre apresentam umidade. Por serem regiões sem a presença de pelos, estão mais expostas à radiação solar e são regiões onde é mais fácil avaliar a pigmentação da pele do animal.

A coloração da mucosa é definida pela atividade dos melanócitos, que são células que produzem melanina pela oxidação da tirosina e quanto mais melanina produzida, mais resistente o indivíduo é à exposição aos raios ultravioleta. Então, um animal com pele mais pigmentada é mais adaptado aos climas tropicais, assim como também são os animais com pelagem clara e pelos curtos (SILVA, 1999), pois estas características possibilitam a reflexão da luz incidente, a perda de calor mais efetiva e proteção contra os efeitos da radiação (NICOLAU; SILVA; MOTA, 2004; FAÇANHA et al., 2013).

Na raça Canchim são avaliadas várias características dos indivíduos e aqueles que atingem os requisitos mínimos para cada uma delas são considerados aptos a receberem registro na associação dos criadores da raça. Um dos pré-requisitos é a pigmentação das mucosas, pois são desejáveis animais que têm maior resistência à radiação solar. Além disso, dentre aqueles que são aptos, os mais pigmentados são considerados mais interessantes.

A coloração da mucosa para os bovinos Canchim é classificada em nove categorias, quais sejam: mucosas bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara, cinza, cinza escura, despigmentada, manchada e preta (ABCCAN, 2017). Os animais com mucosas despigmentadas ou manchadas não são aptos ao registro genealógico e são desclassificados para evitar a disseminação deste tipo de mucosa nos rebanhos. Entretanto, o acasalamento entre indivíduos de colorações de mucosa aptas ao registro genealógico, e até mesmo semelhantes, pode gerar produtos com colorações de mucosa diferentes, inclusive desclassificatórias. Além disso, por se

tratar de uma medida subjetiva, a avaliação do mesmo animal por dois ou mais técnicos pode dar resultados ligeiramente diferentes.

Se forem consideradas apenas as cinco classes de maior prevalência na raça (bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara e cinza), tem-se uma escala de medida parcialmente ordinal, considerando a intensidade de pigmentação dentro da mesma cor e parcialmente nominal (bronze vs. cinza). Enquanto os modelos para análise do primeiro tipo de escala (modelos de limiar) já estão bem estabelecidos (FARIA et al., 2008), os modelos para análise de características com escala nominal ainda não foram explorados no melhoramento animal (exceto para características com apenas duas classes) e não foram encontrados na literatura relatos sobre modelos para características com esta escala combinada ordinal/nominal.

Assim, o objetivo neste estudo foi avaliar o controle genético da coloração da mucosa do gado Canchim e encontrar um reagrupamento das mucosas de tonalidade cinza e bronze, para o qual o modelo genético aditivo seja uma aproximação satisfatória e os valores genéticos sejam um bom indicador da intensidade de produção de animais bem pigmentados.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados neste estudo são provenientes do banco de dados da Associação Brasileira dos Criadores de Canchim (ABCCAN), com informações de bovinos de vários rebanhos do Brasil. Foram utilizadas informações de observações de coloração de mucosa avaliadas à desmama de 26.232 animais nascidos entre os anos 1.999 e 2.014, filhos de 967 touros e 12.747 vacas. Os animais eram compostos pelos grupos genéticos denominados Canchim (Canchim, 5/8 Charolês ou MA – matriz Canchim, 5/8 Charolês, MA ou V), MA (Charolês - matriz A), 5/8 Charolês (Charolês – matriz  $\frac{3}{4}$  Zebu),  $\frac{3}{4}$  Zebu (Zebu – matriz T), T (–Canchim – matriz A ou Zebu – Charolês), V (Canchim – matriz T) e A (Zebu - Canchim), com 21.614, 4.201, 17, 10, 50, 111 e 229 animais, respectivamente.

Para otimizar o processamento das análises, a amostra de animais considerada envolveu apenas os animais que tinham informação de fenótipo e seus ancestrais. Também foram eliminados os ancestrais sem dados e que não contribuíam para a

descrição do parentesco entre os animais com dados (“prunning”) resultando em um arquivo final de pedigree com 51.342 animais, sendo 3.169 touros, 23.151 vacas e 25.022 produtos, com média do coeficiente de endogamia de 0,012.

Os grupos de contemporâneos foram formados pela combinação de sexo, fazenda, ano, época (janeiro a março, abril a junho, julho a setembro e outubro a dezembro), grupo genético do produto e grupo genético da vaca, sendo excluídos aqueles contendo dois indivíduos ou menos, resultando em 3.712 grupos.

Na Tabela 1 estão apresentadas as colorações de mucosa dos animais bem como suas frequências observada e relativa. Em função da baixa frequência, as colorações de mucosa cinza escura, despigmentada, manchada e preta foram desconsideradas nas análises.

Para ajudar a elucidar o mecanismo de herança de pigmentação da mucosa, foram estimadas as frequências observada e relativa dos escores de pigmentação de mucosa para a progênie de acordo com a pigmentação da mucosa dos pais. No total foram utilizadas 2.045 informações de indivíduos, frutos de 167 touros e 1.434 vacas para os quais estavam disponíveis os escores de pigmentação de mucosa do animal, de seu pai e de sua mãe. Para este cálculo, não foram considerados filhos dos touros com mucosa bronze clara, por apresentarem pequena quantidade de progênies nesta amostra de dados.

**Tabela 1.** Classificação dos animais quanto à coloração da mucosa na raça Canchim e suas frequências absoluta e relativa nos animais avaliados

Mucosa	Frequência observada	Frequência relativa	Apto ao registro
Bronze clara	1.661	6,33	Sim
Bronze	9.595	36,58	Sim
Bronze escura	7.133	27,19	Sim
Cinza clara	4.821	18,38	Sim
Cinza	2.644	10,08	Sim
Cinza escura	195	0,74	Sim
Rosada/despigmentada	102	0,39	Não
Manchas de despigmentação	43	0,17	Não
Preta	38	0,14	Sim
Total	26.232	100,00	-

Foi realizada a análise do impacto da cor da mucosa dos pais sobre o percentual de nascimento dos animais com mucosas de coloração bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara e cinza, por meio da análise de regressão logística.

O modelo de análise considerado foi:

$$Prob[Pigm. Muc. = x] = \text{logit}(\mu + Muc_{pai} + Muc_{m\grave{a}e})$$

para  $x \in \{Bronze Clara, Broze, Broze Esc., Cinza Clara, Cinza\}$

Com os parâmetros estimados na análise foram estimadas probabilidades de ocorrência de filhos de um dado escore de mucosa pelo acasalamento dos touros e vacas com cada uma das diferentes combinações dos escores de mucosa (bronze, bronze escura, cinza clara e cinza para os touros e bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara e cinza para as vacas). Com estes valores foi calculada uma média da distribuição do escore de mucosa da progênie para cada tipo de touro ou vaca, considerando todas possibilidades de acasalamento. Por fim, foi computada a média da distribuição da mucosa na progênie de um animal com cada uma dos escores de mucosa (touro ou vaca), com exceção da coloração bronze clara, a qual estava disponível apenas para as vacas.

No modelo de limiar existe uma escala contínua por trás dos resultados observados. Neste caso, esta escala seria uma espécie de medida contínua da pigmentação de mucosa. De acordo com este modelo, à medida que este valor supera determinados limites ou limiares, o fenótipo observado passa à classe subsequente. Para se ter uma ideia da amplitude destas classes, pode-se estimar o valor dos limiares com base na distribuição acumulada do normal padrão, correspondente à frequência acumulada das classes ordenadas.

Para determinar o funcionamento do mecanismo de ação gênica e a transmissão da coloração da mucosa, foram considerados diferentes sistemas de atribuição de valor as cinco classes originais de forma a alterar a ordem das classes, o número de classes e a equivalência entre as classes. Dessa forma, a ordem original equivale a atribuição dos valores 1, 2, 3, 4 e 5, às classes originais, respectivamente, o que equivale a dizer que as classes são todas diferentes e seguem o ordenamento bronze clara (1), bronze (2), bronze escura (3), cinza clara (4) e cinza (5). Desta

maneira, os animais recebem um valor de pigmentação de mucosa (fenótipo analisado) diferente para cada modelo, considerando a classificação da coloração de mucosa original e o sistema de atribuição de valor do modelo. Foram avaliados 39 diferentes sistemas de atribuição de valor aos escores de pigmentação de mucosa, envolvendo algumas possibilidades de interesse prático elencadas pelos autores onde há sobreposição parcial ou total entre as mucosas de tom bronze e cinza, com o objetivo de identificar o sistema de atribuição de valor para a coloração de mucosa no qual o modelo genético aditivo opere com maior eficiência. Para avaliar a efetividade do modelo genético aditivo, a herdabilidade foi utilizada como critério de comparação dos modelos.

O modelo linear utilizado para estimar os componentes de variância para todos os sistemas de atribuição de valor propostos foi:

$$Y = X\beta + Z\mu + e,$$

em que,  $Y$  representa as observações de coloração de mucosa;  $X$  e  $Z$  as matrizes de incidência para efeito fixo e aleatório, respectivamente;  $\beta$  e  $\mu$  os vetores de efeitos fixos (grupo de contemporâneos) e aleatórios (valor genético aditivo dos animais), onde  $\mu \sim \text{MVN}(0, A\sigma_a^2)$ , e  $e$  representa o erro aleatório,  $e \sim \text{MVN}(0, I\sigma_e^2)$ , onde  $\sigma_a^2$  e  $\sigma_e^2$  são os componentes de variância genética e residual e  $A$  é a matriz de parentesco entre os animais.

Os componentes de variância, covariância e os parâmetros genéticos foram estimados por máxima verossimilhança restrita, utilizando o algoritmo de busca do máximo livre de derivadas (DFREML) utilizando o *software* Wombat (MEYER, 2006). O critério de convergência das análises foi considerado satisfatório quando o logaritmo da função de verossimilhança entre os pontos do conjunto utilizado na busca foi inferior a  $10^{-9}$ .

Para mostrar que a herdabilidade funciona como uma estatística adequada para identificar os melhores sistemas de atribuição de valor aos escores de pigmentação da mucosa foram geradas 1.000 amostras com sistemas de atribuição de valor aleatório de 1 a 5, com probabilidades iguais, para cada uma das classes originais de coloração da mucosa. Assim, foram obtidas as estimativas de

herdabilidade para cada uma das 1.000 amostras e esses valores de herdabilidade utilizados para compor uma aproximação não-paramétrica da distribuição segundo a hipótese nula, em que o valor de cada classe é independente de sua ordem original (MANLY, 1991).

Com base na distribuição anteriormente citada foi estimado o valor de P para cada um dos 39 sistemas pré-selecionados de atribuição de valor listados na Tabela 4. Desta maneira valores de herdabilidade altos e com P baixo são tidos como indicativos que o sistema de atribuição de valores proporcionou grau de correspondência entre o fenótipo e o valor genético mais altos e incompatíveis com a aleatoriedade da atribuição de valor, corroborando a hipótese de que o sistema definido com o ordenamento lógico dos dados pode representar um modelo melhor para a análise da pigmentação de mucosa.

Para os agrupamentos que resultaram as quatro maiores estimativas de herdabilidade (10% dos agrupamentos), foram estimados componentes de (co)variância para o modelo de limiar por inferência bayesiana, utilizando o *software* “Thrgibbs1f90” (MISZTAL et al., 2002). Para as análises foram utilizadas cadeias de 250.000 ciclos com *burn-in* de 50.000 e retirada de amostras a cada 40 ciclos. A convergência e as médias da distribuição a *posteriori* foram calculadas por meio do *software* “Postgibbsf90” (MISZTAL et al., 2002). Para verificação da convergência dos resultados, foram realizados os testes de Heidelberger e Welch (HEIDERBERGER; WELCH, 1983), por meio do pacote “CODA” (PLUMMER et al., 2006) do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a distribuição dos dados foi possível observar que a maior parte da população possui coloração de mucosa bronze, bronze escuro ou cinza claro (Tabela 1), representando 82% da população.

A coloração da mucosa da progênie foi intermediária à coloração da mucosa dos pais, ou seja, touros ou vacas de mucosa muito pigmentada acasalados com vacas ou touros de mucosa com pouca pigmentação produziram progênies com mucosa de pigmentação intermediária (Tabela 2). Isto evidenciou que houve diluição

da pigmentação na progênie quando um dos pais apresentou mucosa clara e o outro escura.

Na seleção dos touros é considerada a pigmentação da mucosa, dando-se preferência aos animais de mucosa mais pigmentadas. Por isso, pequeno número de touros com mucosa bronze clara foram encontrados nesta população. Sendo assim, como a mucosa do touro tem boa pigmentação, são raros os filhos com mucosas de coloração bronze clara.

Os touros de mucosa bronze geraram maiores proporções de filhos com coloração de mucosa bronze ou bronze escura (77,06%) (Tabela 2). Quando acasalados com vacas de mucosa bronze, 55,09% das progênies apresentaram mucosa bronze e quando acasalados com vacas de mucosa bronze escura, produziram progênies de mucosa bronze e bronze escura com frequências muito próximas, 40,65% e 40,19%, respectivamente.

Quando acasalados com vacas de mucosa cinza (cinza clara e cinza), as maiores frequências na progênie ocorreram para mucosa bronze (34,44% e 32,81%, respectivamente), bronze escura (28,33% e 29,69%, respectivamente) e cinza clara (27,22% e 17,19%, respectivamente) (Tabela 2). Este acasalamento aumentou a variabilidade dos fenótipos nas progênies, gerando maiores proporções de filhos de mucosas cinzas, quando comparado com o acasalamento com vacas de mucosa bronze. Isso é evidenciado quando comparadas as progênies em relação à cor da pigmentação das vacas, ignorando a intensidade. Ou seja, os touros de mucosa bronze tiveram 86,87% (549/632) dos filhos de mucosa com tonalidade bronze quando as vacas apresentavam mucosa bronze (bronze clara, bronze, bronze escura), e 65,57% (160/244) quando as vacas que tinham mucosa de cor cinza (cinza clara e cinza).

Os touros de mucosa bronze escura tiveram maior proporção de filhos com a mesma mucosa do pai (45,60%). Quando acasalados com vacas de mucosa bronze escura, a frequência relativa de filhos com esta cor de mucosa foi de 56,28%. Se as vacas tinham mucosa bronze, a frequência relativa dos filhos se dividiu entre bronze (44,83%) e bronze escura (41,38%). Quando acasalados com vacas de mucosa de tonalidade cinza, as proporções nos filhos se diluíram nas demais tonalidades, com exceção da bronze clara (Tabela 2). O acasalamento desses touros com vacas de

mucosa de tonalidade bronze, independentemente da intensidade, gerou 86,10% (316/367) dos filhos com mucosa de tonalidade bronze. Quando as vacas tinham mucosa de tonalidade cinza, as proporções de tonalidade de mucosa dos filhos foram de 57,21% (115/201) para bronze e 42,79% (86/201) para cinza.

Os touros de mucosa cinza clara tiveram maior proporção de filhos de mucosa da mesma coloração (30,05%) (Tabela 2), mas as frequências de filhos com mucosas de colorações bronze escura (26,92%) e bronze (27,64%) ficaram próximas. Quando esses touros de mucosa cinza clara foram acasalados com vacas de mucosa bronze e bronze escura, a maior proporção dos filhos apresentaram as mesmas colorações de mucosa das matrizes. Quando tiveram filhos com vacas de mucosas da mesma coloração, a maioria dos filhos (46,00%) também apresentaram a mesma coloração de mucosa. Entretanto, as progênes das vacas com coloração de mucosa cinza apresentaram maior proporção de mucosa bronze escura (32,50%) (Tabela 2). Isso evidenciou interação entre as tonalidades, de forma que quando os pais apresentaram mucosas cinzas, tiveram filhos de mucosa bronze.

Quando avaliados os filhos de touros de mucosa cinza, a maioria apresentou mucosa de coloração bronze escura (32,97%) (Tabela 2). Quando as vacas tinham mucosa de coloração bronze, a maior proporção dos filhos também apresentou mucosa de cor bronze, enquanto que, quando as vacas eram de mucosa de cor bronze escura, as frequências relativas dos filhos foram semelhantes entre as cores bronze (26,67%), bronze escura (28,89%), cinza clara (24,44%) e cinza (20,00%). Quando os touros foram acasalados com vacas de coloração de mucosa de coloração cinza (cinza clara, cinza), geraram maior proporção de filhos de mucosa bronze escura (30,95% e 41,38%, respectivamente). Porém, o número de filhos dos touros de mucosa cinza é limitado, o que pode ter gerado viés nestes resultados.

Quando os touros de mucosa de tonalidade cinza foram acasalados com vacas de tonalidade bronze, 65,13% da progênie apresentaram mucosa de tonalidade bronze, enquanto que, quando estes touros foram acasalados com vacas de mucosa de tonalidade cinza, 50,70% das progênes apresentaram tonalidade bronze. Isso evidenciou a predominância da tonalidade bronze em relação à cinza na população.

**Tabela 2.** Frequência relativa e observada (entre parênteses) da coloração de mucosa da progênie de acordo com a coloração de mucosa dos pais, em que BC, B, BE, CC e C são as mucosas bronze clara, bronze, bronze escura, cinza clara e cinza.

Touros												
Bronze							Bronze escura					
Progênie							Progênie					
Vacas	BC	B	BE	CC	C	Total	BC	B	BE	CC	C	Total
BC	5,45 (3)	49,09 (27)	34,55 (19)	9,09 (5)	1,82 (1)	55	0	28,57 (2)	71,43 (5)	0	0	7
B	4,96 (18)	55,09 (200)	28,37 (103)	6,34 (23)	5,23 (19)	363	3,45 (5)	44,83 (65)	41,38 (60)	7,59 (11)	2,76 (4)	145
BE	2,80 (6)	40,65 (87)	40,19 (86)	12,62 (27)	3,74 (8)	214	0,5 (1)	26,51 (57)	56,28 (121)	11,63 (25)	5,12 (11)	215
CC	3,33 (6)	34,44 (62)	28,33 (51)	27,22 (49)	6,67 (12)	180	0	19,84 (25)	38,09 (48)	36,51 (46)	5,55 (7)	126
C	1,56 (1)	32,81 (21)	29,69 (19)	17,19 (11)	18,75 (12)	64	1,33 (1)	21,33 (16)	33,33 (25)	26,67 (20)	17,33 (13)	75
Total	3,88 (34)	45,32 (397)	31,74 (278)	13,13 (115)	5,94 (52)	876	1,23 (7)	29,05 (165)	45,60 (259)	17,96 (102)	6,16 (35)	568

Touros												
Cinza clara							Cinza					
Progênie							Progênie					
Vacas	BC	B	BE	CC	C	Total	BC	B	BE	CC	C	Total
BC	12,50 (2)	56,25 (9)	12,50 (2)	12,50 (2)	6,25 (1)	16	0	28,57 (2)	42,86 (3)	14,29 (1)	14,29 (1)	7
B	6,25 (9)	34,72 (50)	22,92 (33)	27,08 (39)	9,03 (13)	144	4,84 (3)	43,55 (27)	32,26 (20)	14,52 (9)	4,84 (3)	62
BE	0	22,41 (26)	37,07 (43)	25,00 (29)	15,52 (18)	116	0	26,67 (12)	28,89(13)	24,44 (11)	20,00 (9)	45
CC	0	18,00 (18)	24,00 (24)	46,00 (46)	12,00 (12)	100	4,76 (2)	21,43 (9)	30,95 (13)	28,57 (12)	14,29 (6)	42
C	2,50 (1)	22,50 (9)	32,50 (13)	22,50 (9)	20,00 (8)	40	0	0	41,38 (12)	24,14 (7)	34,48 (10)	29
Total	2,88 (12)	26,92 (112)	27,64 (115)	30,05 (125)	12,50 (52)	416	2,70 (5)	27,03 (50)	32,97 (61)	21,62 (40)	15,68 (29)	185

Nas proporções da coloração da mucosa nos filhos (Tabela 3) é possível observar que a frequência esperada da coloração da mucosa quando os pais apresentaram mucosa bronze escura e bronze, foi maior para filhos com as mesmas colorações dos pais, sendo 74,80% (29,70% + 45,10%) e 77,00% (44,50% + 32,50%), respectivamente. Quando os touros e vacas apresentaram mucosa bronze escura, a proporção esperada de progênie com mucosa da mesma coloração foi de 45,1%, enquanto que para pais de mucosas bronze, a probabilidade de nascimento de filhos com mucosa bronze escura foi menor (32,50%), sendo maior a proporção de filhos com mucosa bronze (44,50%). Além disso, os pais com mucosa de coloração bronze clara têm maior probabilidade de produzir filhos de mucosa bronze clara, seguido pelos pais com mucosa de coloração bronze. A mucosa bronze clara não é desejável por ser indicativo de menor adaptabilidade dos animais às regiões tropicais.

**Tabela 3.** Frequência relativa (%) estimada da coloração da mucosa da progênie considerando a coloração das mucosas do touro e da vaca

Mucosa dos pais	Mucosa da progênie				
	BC <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	BE <sup>3</sup>	CC <sup>4</sup>	C <sup>5</sup>
BC <sup>1</sup>	4,9	42,3	37,6	11,1	4,1
B <sup>2</sup>	3,9	44,5	32,5	12,9	6,3
BE <sup>3</sup>	1,3	29,7	45,1	16,7	7,3
CC <sup>4</sup>	2,2	24,7	29,4	33,0	10,8
C <sup>5</sup>	2,0	23,9	33,2	22,1	18,7

<sup>1</sup>bronze clara, <sup>2</sup>bronze, <sup>3</sup>bronze escura, <sup>4</sup>cinza clara, <sup>5</sup>cinza

A maior probabilidade de nascimento de mucosa bronze e bronze escura nos filhos oriundos de pais com as mesmas colorações de mucosa acima citadas fez com que a frequência de filhos com mucosas das demais colorações (bronze clara, cinza clara e cinza) fosse baixa. Entretanto, a utilização de touros e vacas com mucosa bronze tem maior probabilidade de gerar filhos com mucosa bronze clara do que os pais que apresentam as demais colorações de mucosa, com exceção de pais com mucosa bronze clara. Isso indica que, embora os animais com mucosa bronze sejam considerados interessantes, podem gerar maior proporção de filhos de pouca adaptabilidade. Embora as mucosas bronzes representem maior adaptabilidade dos animais que as mucosas bronze claras, estas colorações apresentaram estreita

relação entre elas, tornando a mucosa bronze pouco interessante. As demais colorações de mucosa (bronze escura, cinza clara e cinza) se tornam mais desejadas e mais valorizadas, pois além desses animais apresentarem maior adaptabilidade, também produzem maior proporção de filhos de mucosas mais pigmentadas.

Quando os pais apresentaram mucosa de tonalidade cinza, as ocorrências de mucosas bronze clara e bronze foram menores (Tabela 3). Desta maneira, os pais de mucosas cinza clara e cinza produziram maior proporção de filhos mais desejáveis, ou seja, maior proporção de filhos de mucosa bronze escura, cinza clara ou cinza.

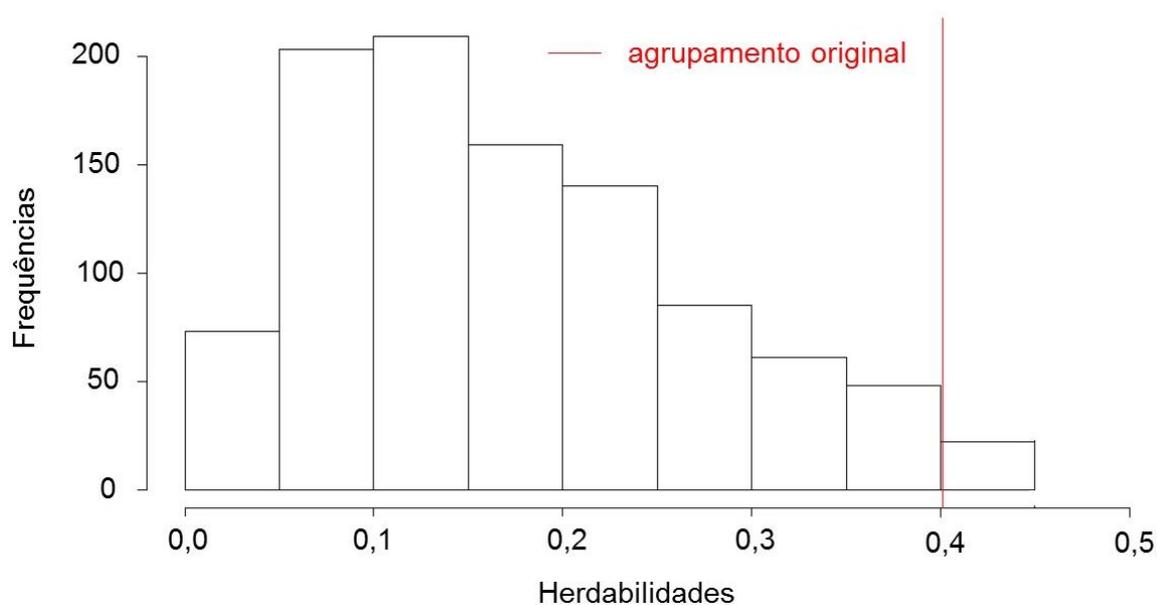
Segundo Lima et al. (1989), a pigmentação da pele e dos pelos apresenta alta estimativa de herdabilidade, sendo assim é possível fazer a previsão da coloração da mucosa da progênie em função da coloração da mucosa dos pais. Desta forma, pais com mucosa mais pigmentada tendem a produzir filhos com mucosas mais escuras. Essa tendência foi observada na Tabela 3, evidenciando que o escore de pigmentação de mucosa da raça Canchim tem um componente genético importante. Por isso, a seleção dos animais utilizados como reprodutores deveria considerar a pigmentação da mucosa e favorecer animais mais pigmentados.

As estimativas de herdabilidade para as amostras aleatórias geradas apresentaram baixa magnitude, média de  $0,174 \pm 0,032$ , mínimo de 0,030, máximo de 0,417 e mediana de 0,159. Essas estimativas indicam que as alterações do ordenamento das colorações da mucosa interferem na estimação dos parâmetros genéticos, ou seja, atribuições de valores mais adequados permitem estimar valores de pigmentação de mucosa para os quais o controle genético aditivo representa uma maior proporção das variações. Os ordenamentos e agrupamentos que representavam situações muito diferentes da ordem natural da pigmentação de mucosa apresentaram menores estimativas de herdabilidade (Figura 1).

Em comparação, o valor da estimativa de herdabilidade para a classificação original foi de  $0,401 \pm 0,023$ , muito superior à média das amostras aleatórias. O valor de P para a classificação original, utilizando a distribuição das amostras aleatórias para o cálculo foi significativo ( $P < 0,05$ ). Isto corrobora a interferência do sistema de atribuição de valores aos escores de coloração da mucosa na estimativa de herdabilidade e, quanto mais adequado o ordenamento, maior o valor da estimativa de herdabilidade. O ordenamento correto possibilita estimar de forma mais adequada

os efeitos genéticos aditivos para a característica coloração da mucosa e, a partir disso, pode-se classificar os animais adequadamente quanto à expectativa de produção de animais bem pigmentados.

A característica coloração de mucosa não sofre grande influência ambiental na sua expressão. Grande parte do efeito não genético presente na estimação é decorrente de erros aleatórios, muitas vezes associados à classificação errônea da coloração e outras vezes pela ineficácia do modelo em explicar a variação da característica. As estimativas de herdabilidade encontradas na literatura para pigmentação utilizando um modelo linear variaram de 0,47 (KOURY FILHO, 2002) para a raça Nelore a 0,75 (MAIA; SILVA; BERTIPAGLIA, 2003) para bovinos Holandeses, mas estes trabalhos não envolviam medidas de pigmentação envolvendo duas cores diferentes no ordenamento (Bronze e cinza).



**Figura 1.** Frequência de estimativas de herdabilidade para as amostras aleatórias geradas pelo teste de permutação (*permutation test*)

As estimativas de herdabilidade para as 39 amostras apresentaram média de 0,210, valor superior à média obtida pelas amostras aleatórias. O agrupamento com maior estimativa de herdabilidade foi o que considerou as mucosas de tonalidade bronze tendo um mesmo valor ( $0,427 \pm 0,022$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Estimativas de herdabilidade, desvios-padrão e P-valores para os diferentes agrupamentos de classes de coloração da mucosa de bovinos da raça Canchim

Agrupamentos	Herdabilidade <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>	Herdabilidade <sup>3</sup>
11123	0,427 ± 0,022	<0,0001	0,656 ± 0,036
11234	0,417 ± 0,019	<0,0001	0,563 ± 0,087
11324	0,417 ± 0,020	<0,0001	0,440 ± 0,061
11122	0,410 ± 0,020	<0,0001	0,720 ± 0,033
12345	0,401 ± 0,023	0,022	0,475 ± 0,091
12234	0,382 ± 0,040	0,037	-
12344	0,363 ± 0,043	0,037	-
12233	0,345 ± 0,037	0,086	-
34512	0,321 ± 0,032	0,131	-
12334	0,300 ± 0,025	0,131	-
23412	0,276 ± 0,021	0,149	-
24513	0,250 ± 0,020	0,228	-
13412	0,245 ± 0,020	0,276	-
12435	0,213 ± 0,022	0,295	-
14523	0,208 ± 0,024	0,315	-
23413	0,206 ± 0,018	0,344	-
12312	0,192 ± 0,020	0,384	-
12434	0,185 ± 0,020	0,384	-
13423	0,162 ± 0,022	0,492	-
23514	0,158 ± 0,021	0,515	-
12322	0,152 ± 0,020	0,515	-
12324	0,150 ± 0,020	0,515	-
12534	0,149 ± 0,020	0,536	-
12413	0,147 ± 0,020	0,554	-
13524	0,144 ± 0,022	0,566	-
12423	0,141 ± 0,019	0,585	-
23414	0,137 ± 0,020	0,604	-
12323	0,137 ± 0,020	0,604	-
12313	0,121 ± 0,020	0,699	-
13424	0,113 ± 0,020	0,699	-
12434	0,090 ± 0,020	0,759	-
23415	0,088 ± 0,020	0,775	-
12314	0,085 ± 0,020	0,807	-
12341	0,080 ± 0,020	0,827	-
22213	0,044 ± 0,020	0,923	-

<sup>1</sup>Estimativas de herdabilidade obtidas por metodologia de máxima verossimilhança restrita, <sup>2</sup>P-valor estimado considerando a distribuição obtida pela amostragem aleatória dos escores,

<sup>3</sup>Estimativas de herdabilidade obtidas por metodologia bayesiana.

A segunda maior estimativa (0,417 ± 0,019) foi obtida pelo agrupamento que considerou as mucosas bronze clara e bronze tendo o mesmo valor, seguida pela estimativa de herdabilidade do agrupamento que considerou a mucosa bronze escura

com valor superior à mucosa cinza clara ( $0,417 \pm 0,020$ ), ou seja, a troca da ordem das colorações bronze escura e cinza clara não interferiu na estimativa da herdabilidade, que foi a mesma para o ordenamento original.

Os três primeiros agrupamentos indicam que as classes bronze clara e bronze devem ser consideradas como uma única categoria, assim como previsto nas estimativas de probabilidade da coloração da mucosa dos filhos com base na coloração da mucosa dos pais. Além disso, a coloração cinza deve ser ordenada como a última classe.

Quando consideradas apenas as tonalidades das mucosas e não as intensidades na atribuição de valores (1 para bronze e 2 para cinza), a estimativa de herdabilidade foi significativa e superior a atribuição com o ordenamento original. Este agrupamento apresentou a quinta maior estimativa de herdabilidade ( $0,401 \pm 0,023$ ). A única característica comum aos sistemas de atribuição de valor que superaram o ordenamento original dos escores de pigmentação de mucosa foi o agrupamento das classes bronze claro e bronze com o mesmo valor e inferior às demais. Em comparação aos agrupamentos aleatórios, essas estimativas diferiram ( $P < 0,05$ ). Isso indica que o agrupamento de algumas classes favorece a estimação dos efeitos genéticos aditivos. As estimativas de herdabilidade evidenciaram que alguns agrupamentos apresentaram estimativa superior ao agrupamento tradicionalmente utilizado pela associação de criadores (Tabela 4). O agrupamento 11122 foi um desses, com estimativa de herdabilidade de  $0,410 \pm 0,020$  e representou o contraste entre as tonalidades da coloração da mucosa (bronze vs. cinza). Isto indicou que a discriminação das tonalidades apresentou diferentes heranças.

Para o agrupamento 12322, que representou a discriminação da tonalidade bronze, desconsiderando a cinza, deixando-a em nível médio na ordem das colorações da mucosa, foi obtida estimativa de herdabilidade de  $0,152 \pm 0,016$ . A correlação genética entre os agrupamentos 11122 e 12322 foi de  $-0,415 \pm 0,049$ . O agrupamento 22213, que representou a discriminação da tonalidade cinza, deixando a tonalidade bronze em nível médio de ordenamento, apresentou estimativa de herdabilidade de  $0,044 \pm 0,010$ . A correlação genética entre os agrupamentos 22213 e 11122 foi de  $-0,510 \pm 0,079$  e entre 22213 e 12322 de  $0,337 \pm 0,109$ . Os agrupamentos que comparam os escores dentro (22213 e 12322) das tonalidades são

inversos ao agrupamento que compara somente as diferenças entre as tonalidades (11122). Ou seja, somente a comparação das diferenças entre as tonalidades não torna possível entender os feitos genéticos existentes dentro das tonalidades. Estes efeitos devem ser considerados, pois filhos de mucosa bronze escura são mais interessantes que animais de mucosa bronze clara, desta forma, avaliar somente a tonalidade não contribui para a seleção de pais para a próxima geração.

A utilização das tonalidades como medida diferencial entre os indivíduos pode favorecer a previsão das mucosas dos filhos, entretanto, em algumas classes essa previsão pode apresentar menor precisão.

O agrupamento 11123 apresentou a maior estimativa de herdabilidade, mas, de modo geral, nos agrupamentos em que as classes bronze clara e bronze são unidas, as estimativas de herdabilidade foram mais elevadas, como os quatro primeiros agrupamentos presentes na Tabela 4, corroborando o que foi encontrado na estimativa da frequência esperada de coloração de mucosa da progênie, indicando que as duas primeiras classes devem ser consideradas conjuntamente.

Os animais com pigmentação de mucosa, e conseqüentemente epiderme pigmentada, são aqueles mais adaptados às regiões tropicais (BONSMA, 1949). Deste modo, a compreensão da variabilidade da pigmentação da mucosa, área exposta à radiação solar, possibilitou uma avaliação mais precisa dos animais, permitindo a previsão e seleção de animais de pigmentação da mucosa da progênie com base na pigmentação da mucosa dos pais.

### **3.4 CONCLUSÃO**

Há variação genética para o escore de pigmentação de mucosa dos bovinos Canchim utilizados pela Associação Brasileira de Criadores de Canchim que permite o seu uso na obtenção de valores genéticos, na seleção e no acasalamento visando à produção de animais mais adaptados aos trópicos. A avaliação genética reagrupando os escores em duas ou três classes que consideram a cor do pigmento e ignora a intensidade de pigmentação proporciona um modelo com controle genético aditivo mais forte, e parece ser a estratégia de escolha para as avaliações genéticas.

O agrupamento que deveria ser utilizado seria o que considera as colorações de mucosa bronze clara e bronze como uma só.

### 3.5 REFERÊNCIAS

BONSMA, J. C. Breeding cattle for increased adaptability to tropical and subtropical environments. **The Journal of Agricultural Science**, v. 39, n. 2, p. 204-221, 1949.

FAÇANHA, D. A. E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; DE VASCONCELOS, A. M.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 91-103, 2013.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYES, A.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 835-841, 2008.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v. 31, p. 1109–1144, 1983.

KOURY FILHO, W.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; MEISTER, N. C.; PINEDA, N. Estimativas de herdabilidades e correlações genéticas entre escores de avaliações visuais e características de desenvolvimento ponderal em uma população da raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4., 2002. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBMA, 2002.

LIMA, F. P.; BONILHA NETO, L. M.; RAZOOK, A. G.; PACOLA, L. J.; FIGUEIREDO, L. A.; PEIXOTO, A. M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **B. Industr. Anim.**, v. 46, n. 2, p. 249-257, 1989.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: Um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 843-853, 2003.

MANLY, B. F. J. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1991. cap. 1, p. 1-22.

MEYER, K. "WOMBAT" – Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8, 2006, Belo Horizonte. Proceedings... Belo Horizonte, 2006.

MISZTAL I; TSURUTA S; STRABEL T; AUVRAY B; DRUET T; LEE DH. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. 2002, v. 28, n. 7. Montpellier, Communication.

NICOLAU, C. V. J.; SILVA, R. G.; MOTA, L. S. L. S.; VERÍSSIMO, C. J. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, 2004, v. 53, p. 25-34.

PLUMMER, M.; BEST, N.; COWLES, K.; VINES, K. **Coda: Convergence diagnosis and output analysis for MCMC**. R News, v. 6, n. 1, p. 7–11, 2006. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>>.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2016.

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.