

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Diego Costa de Souza

**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA
CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONAIS EM EQUINOS DA RAÇA
CRIOULA PARTICIPANTES DA COMPETIÇÃO FREIO DE OURO**

Santa Maria, RS
2016

Diego Costa de Souza

**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS
MORFOFUNCIONAIS EM EQUINOS DA RAÇA CRIOLA PARTICIPANTES DA
COMPETIÇÃO FREIO DE OURO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof.Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato
Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Fernanda Cristina Breda Mello

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Costa de Souza, Diego
PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS
MORFOFUNCIONAIS EM EQUINOS DA RAÇA CRIOULA PARTICIPANTES
DA COMPETIÇÃO FREIO DE OURO / Diego Costa de Souza.-
2016.

54 p. ; 30 cm

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato
Coorientadora: Fernanda Cristina Breda Mello
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Cavalo Crioulo 2. Correlação 3. Herdabilidade 4.
Inferência Bayesiana 5. Valor Genético I. Roberto Nogara
Rorato, Paulo II. Cristina Breda Mello, Fernanda III.
Título.

©2016

Todos os direitos autorais reservados a Diego Costa de Souza. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Afílio Zampieri, n. 781, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97105-490

Fone (0xx) 55 999333192; E-mail: diegosouza.zootecnia@yahoo.com.br

Diego Costa de Souza

**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS
MORFOFUNCIONAIS EM EQUINOS DA RAÇA CRIOLA PARTICIPANTES DA
COMPETIÇÃO FREIO DE OURO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovado em 31 de agosto de 2016:

Paulo Roberto Nogara Rorato, Dr. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)

Eduardo Brum Schwengber, Dr. (UNIPAMPA)

Mariana de Almeida Dornelles, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

DEDICATÓRIA

A meu pai Luiz e minha mãe Carmem

... pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e apoio incondicional

Aos meus irmãos Daniel e Luziane

... pelo apoio

A minha esposa Priscila

...por todo companheirismo, cumplicidade, paciência, apoio e amor

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela família, saúde e serenidade, obrigado pela vida.

A família pelo apoio incondicional, amor, união, valores e paciência, obrigado por fazer parte.

A todos os amigos do Laboratório de Melhoramento Animal - LMA que contribuíram de alguma forma, em especial ao Alan Miranda Prestes, que muitas vezes abdicou de seu trabalho para dar atenção e ajudar a mim e aos outros.

A todos os mestres que contribuíram na minha formação, em especial nesse período, ao professor e orientador Paulo Roberto Nogara Rorato pela paciência, experiência e principalmente seus ensinamentos, meu muito obrigado. A professora Fernanda Cristina Breda Mello, pelo conhecimento, ensinamentos, seu entusiasmo, carisma e dedicação, meu muito obrigado.

Ao bolsista de pós-doutorado Mauricio Morgado de Oliveira, obrigado pela preocupação e disponibilidade de tempo desprendida.

Voltando ao passado, queria agradecer aos professores Eduardo Brum, Cleiton Stigger Perleberg e Adriana Pires Neves por toda a orientação e incentivo a pesquisa desde o início da graduação. Que esta parceria e ensinamentos perdure por anos, meu muito obrigado.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia que me acolheram nesse tempo todo, sou muito grato por ter feito parte e quem sabe continuar por mais alguns anos durante o Doutorado.

E por fim, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas, lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser,
mas, graças a Deus, não sou o que era antes."

(Martin Luther King Jr.)

RESUMO

PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONAIS EM EQUINOS DA RAÇA CRIOLA PARTICIPANTES DA COMPETIÇÃO FREIO DE OURO

AUTOR: Diego Costa de Souza
ORIENTADOR: Paulo Roberto Nogara Rorato

O cavalo Crioulo considerado como símbolo do Rio Grande do Sul, tem considerável importância econômica para o estado. Originário da raça Andaluza é respeitado como um animal extremamente dócil e multifuncional, utilizado para montaria em cavalgadas, serviço com pecuária, Polo, Hipismo entre outras atividades. Entretanto, pouco se conhece sobre programas de melhoramento genético que venham sendo implementados nesta raça. O objetivo deste trabalho foi estimar a tendência genética e os coeficientes de herdabilidade para as características biométricas e morfofuncionais, altura da cernelha (AC), perímetro torácico (PT), circunferência de canela (CC), morfologia (MOR), andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM), bem como a correlação genética entre elas, para uma população de equinos da raça Crioula. Foram utilizadas informações de 350 animais (170 machos e 180 fêmeas), participantes das competições do Freio de Ouro nos anos de 1998 a 2015, nascidos entre os anos de 1989 e 2011 com idades entre três e doze anos. Para estimar os componentes de (co)variâncias utilizou-se a metodologia da *Inferência Bayesiana* através do método de amostradores de *Gibbs*. Os coeficientes de herdabilidade para AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN e CAM foram, 0,42, 0,39, 0,55, 0,40, 0,37, 0,25, 0,33, 0,38 e 0,17, respectivamente. As estimativas de correlações genéticas estimadas variaram entre, -0,76 (MOR e MAN) e 0,91 (AC e CC). As estimativas de herdabilidade mostram que é possível obter ganhos genéticos futuros, através da seleção fenotípica das características de AC, PT, CC, MOR, AND, VSPEB e MAN. A correlação negativa e alta entre morfologia e mangueira mostra que se deve ter atenção ao selecionar uma das características, pois, ao melhorá-la estará logo piorando a outra. A análise da estimativa de tendências genéticas apresentou-se praticamente nula para as características biométricas e morfofuncionais estudadas, indicando que o ganho genético foi praticamente irrelevante ao longo dos anos.

Palavras-chave: Correlação. Herdabilidade. Inferência *Bayesiana*. Valor Genético.

ABSTRACT

GENETIC PARAMETERS AND TRENDS FOR BIOMETRICS AND MORPHOFUNCTIONAL TRAITS FOR CRIOLA HORSE BREED ANIMALS PARTICIPANTS OF FREIO DE OURO

AUTHOR: Diego Costa de Souza
ADVISOR: Paulo Roberto Nogara Rorato

The Crioula horse breed is considered as a symbol of the State of Rio Grande do Sul and has considerable economic importance for the State. Originating from the Andalusian breed is considered an extremely docile and multifunctional animal, used in activities with livestock and in sport activities like polo, races and other activities. However, little is known about breeding programs in this breed. The objective of this study was to estimate the genetic trend and the heritability coefficients for the biometric and morphofunctional characteristics, height of the withers (AC), thoracic perimeter (PT), circumference of cannon bone (CC), morphology (MOR), gait proof (AND), figure proof (FIG), turns on legs and to sliding stop proof (VSPEB), separate cattle proof (MAN) and field proof (CAM), as well as the genetic correlation between them, for a population of Crioula horse breed. Informations from 350 animals (170 males and 180 females), born between the years 1989 and 2011, participants of the Freio de Ouro (golden brake) competition in the years 1998-2015 were used. To estimate the components of (co)variance an animal model and the methodology of Bayesian Inference using the Gibbs sampler method were used. The heritability coefficients for AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN and CAM were 0.42, 0.39, 0.55, 0.40, 0.37, 0.25, 0, 33, 0.38, and 0.17, respectively and suggest that is possible to obtain genetic gains through phenotypic selection for the following traits: AC, PT, CC, MOR, AND, VSPEB and MAN. The genetic correlation coefficients estimated ranged from -0.76 (MOR and MAN) to 0.91 (AC and CC). The negative correlation between morphology and high hose suggest that special attention must be pay at the selection process because to improve of one can promote deterioration of the other. The estimated genetic trends practically null for the biometric and morphofunctional traits studied, suggest that the genetic gain was irrelevant over the years.

Keywords: Correlation. Heritability. Bayesian Inference. Genetic Value.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 2 – TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA MEDIDAS BIOMÉTRICAS E CARACTERÍSTICAS MORFÓLOGICA E DE DESEMPENHO PARA A RAÇA CRIOULA.....	34
Figura 1 – Tendência genética em metros para características biométricas estudadas altura da cernelha (AC), perímetro torácico (PT) e circunferência de canela (CC) em uma população de equinos da raça Crioula.....	43
Figura 2 – Tendência genética em pontos para as provas de morfologia (MOR), andadura (AND) e figura (FIG) em uma população de equinos da raça Crioula.....	44
Figura 3 – Tendência genética em pontos para as provas de voltas sobre patas e esbarradas (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM) em uma população de equinos da raça Crioula.....	45

LISTA DE TABELAS

APRESENTAÇÃO

Tabela 1 – Amplitude das medidas biométricas, em metros, exigidas pela raça Crioula para registro.....	17
--	----

ARTIGO 1

Tabela 1 – Estatística descritiva para as características biométricas estudadas, altura da cernelha (AC), perímetro torácico (PT) e circunferência de canela (CC) para uma população de animais da raça Crioula.....	30
Tabela 2 – Estatística descritiva para as características morfologia (MOR), andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM) para uma população de 350 animais, machos e fêmeas, da raça Crioula.....	31
Tabela 3 – Estimativa das herdabilidades, erro padrão, coeficiente de variação e região de credibilidade para uma população de animais da raça Crioula.....	32
Tabela 4 – Estimativa das correlações genéticas entre as características altura da cernelha, (AC), perímetro torácico (PT), circunferência de canela (CC), morfologia (MOR), andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM) para uma população de animais da raça crioula.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCCC	Associação Brasileira de Cavalos Crioulos
AC	Altura da cernelha
AND	Andadura
CAM	Campo
CC	Circunferência de canela
CV	Coefficiente de Variação
FIG	Figura
MAN	Mangueira
Max	Máximo
Min	Mínimo
MOR	Morfologia
PT	Perímetro torácico
REML	Máxima Verossimilhança Restrita
DP	Desvio Padrão
EP	Erro Padrão
VSPESB	Volta sobre patas e esbarradas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	COMPONENTES DE VARIÂNCIA	14
2.2	ALGORITMO DE GIBBS	15
2.3	MEDIDAS BIOMÉTRICAS	16
2.4	PROVAS MORFOFUNCIONAIS	17
2.4.1	Morfologia	17
2.4.2	Andadura	17
2.4.3	Figura	17
2.4.4	Volta sobre patas e esbarradas	18
2.4.5	Mangueira	18
2.4.6	Campo	18
	ARTIGO 1 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA UMA POPULAÇÃO DE EQUINOS DA RAÇA CRIOLA PARTICIPANTE DA COMPETIÇÃO FREIO DE OURO	19
	Introdução.....	20
	Material e métodos.....	21
	Resultados e discussão.....	23
	Conclusões.....	26
	Referências bibliográficas.....	27
	ARTIGO 2 – TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA MEDIDAS BIOMÉTRICAS E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICA E DE DESEMPENHO PARA A RAÇA CRIOLA	34
	Introdução.....	35
	Material e métodos.....	37
	Resultados e discussão.....	39
	Conclusões.....	41
	Referências bibliográficas.....	41
3	DISCUSSÃO	46
4	CONCLUSÃO	47
	REFÊNCIAS	47
	ANEXO A – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	49

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2014), o Brasil possui o maior rebanho de equinos na América Latina e o terceiro mundial, com mais de cinco milhões de cabeças que somados aos muares e asininos perfazem um total de oito milhões de cabeças. De acordo com MAPA (2016), o movimento financeiro, considerando apenas a produção de cavalos, chegou a R\$ 7,3 bilhões.

A raça Crioula é a terceira colocada considerando o número de animais registrados no Brasil e, no Rio Grande do Sul é considerada como um dos símbolos do Estado (SOUZA et al., 2012).

No Brasil, os equinos são bastante utilizados nas atividades relacionadas à exploração pecuária. No Rio Grande do Sul, principalmente na região da campanha, os equinos, em sua maioria da raça Crioula, são fundamentais para exploração e desenvolvimento da pecuária bovina, ovina, bubalina e também equina.

A Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) promove anualmente, desde 1982, a competição chamada de Freio de Ouro. A competição consiste em avaliar os animais que executam várias atividades, sendo avaliados quanto a características morfofuncionais nas provas de morfologia, andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo, altamente relacionadas com as atividades desempenhadas em nível de campo.

Entretanto, pouco se conhece sobre programas de melhoramento genético que venham sendo implementados nesta raça. Para que sejam obtidas informações que possibilitem o planejamento de programas que possam aperfeiçoar as qualidades inerentes a raça, é necessário que estudos visando estimar parâmetros genéticos e tendência genética para as características de importância sejam realizados.

O objetivo deste estudo foi estimar a tendência genética e os coeficientes de herdabilidade para as características biométricas e morfofuncionais, bem como a correlação genética entre elas, para uma população de equinos da raça Crioula.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMPONENTES DE VARIÂNCIA

Estimativas acuradas dos componentes de variância têm sido importantes na produção animal, uma vez que as diferenças entre o valor verdadeiro e o valor estimado aumentam o erro de predição dos efeitos aleatórios, interferindo na estimação dos valores genéticos (FARIA et al., 2007).

Ultimamente, os métodos frequentistas entre eles o da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) tem sido preferido entre os pesquisadores para estimar os componentes de variância (BLASCO, 2001). Entretanto, este autor afirma que as técnicas frequentistas apresentam dificuldade para estimar os componentes de variância numa análise multivariada quando a base de dados é grande e, além disto, existe o erro de estimação de componentes de variância na predição de criação de valores, principalmente quando o banco de dados é pequeno pois, neste caso, os dados não tendem a distribuição normal, requisito básico para convergência das análises.

Uma alternativa para obter estimativas mais acuradas é a utilização da metodologia da *Inferência Bayesiana* que possui grande flexibilidade em análises genéticas, permitindo a obtenção de densidades posteriores, podendo ser utilizada tanto em pequenos quanto em grandes conjuntos de dados, sem a necessidade do conhecimento da distribuição inicial do parâmetro que se deseja estimar (FARIA et al., 2007).

O método de Amostragem de *Gibbs* pode ser utilizado como uma ferramenta para propiciar a *Inferência Bayesiana*, gerar um valor para cada parâmetro desconhecido e apresentar fácil implementação, uma vez que os resultados permitem estimar os componentes de variância e parâmetros genéticos (FARIA et al., 2007).

A análise *Bayesiana* baseia-se no conhecimento da distribuição *a posteriori* dos parâmetros genéticos e possibilita a construção de intervalos exatos para as estimativas dos parâmetros genéticos (REZENDE, 2000). Esta análise propicia uma descrição mais completa sobre a confiabilidade dos parâmetros genéticos do que o método REML (GIANOLA e FERNANDO, 1986; RESENDE, 1999).

Segundo Yokoo (2013), uma alternativa aos programas de melhoramento animal é a estimação de parâmetros genéticos pelo método da *Inferência Bayesiana*, pois possibilita a resolução de problemas relacionados a modelos mais complexos, estimação de características de interesse econômico que não tenham distribuição normal e também sua fácil implementação para estimação confiável de parâmetros genéticos.

2.2 ALGORITMO DE GIBBS

Para a implementação do Algoritmo de *Gibbs* são necessários cuidados especiais com a definição das análises, como a distribuição inicial, período de descarte amostral, intervalo amostral, tamanho de cadeia amostral e, principalmente, o critério de convergência (MAGNABOSCO, 1997).

O algoritmo de *Gibbs* produz uma cadeia de amostras de tantos ciclos quantos forem especificados, aspecto muito importante, porque está intimamente relacionado com a convergência das distribuições posteriores dos parâmetros de convergência (FARIA et al., 2007). O critério de convergência deve ser alcançado para que as diferentes estimativas obtidas pelas amostras das cadeias de *Gibbs* não sejam distintas entre si e permitam as inferências marginais sobre os componentes de variância (WANG et al., 1993).

Garcia-Cortés et al. (1998) relataram que a convergência amostral dificilmente é alcançada com tamanhos de cadeia relativamente pequenos, o que pode sugerir tamanhos de cadeia de até 1.000.000 ciclos ou mais.

Para isso, existem critérios desenvolvidos para auxiliar na identificação e monitoramento da convergência, tamanho de cadeia amostral, da distribuição inicial, período de descarte amostral e intervalo amostral. Estes critérios foram desenvolvidos por Gelman e Rubin (1992), Geweke (1992), Heidelberger e Welch (1983), Raftery e Lewis (1992) e estão disponíveis no pacote BOA (Bayesian Output Analysis) do *software* R (2011), os quais podem auxiliar na tomada de decisão da utilização de valores adequados para as estimativas.

2.3 MEDIDAS BIOMÉTRICAS

Para que os cavalos da raça Crioula sejam registrados no *stud book* da raça, além da condição de serem filhos de pais registrados, devem estar dentro do padrão racial quanto as suas medidas biométricas de altura da cernelha, perímetro torácico e circunferência de canela. Estas medidas com diferentes amplitudes de macho para fêmea (Tabela 1) são mensuradas por um técnico da associação quando submetidos à confirmação; animais que apresentarem as medidas dentro dos padrões biométricos estabelecidos pela associação estão aptos a serem confirmados.

Tabela 1 – Amplitude das medidas biométricas, em metros, exigidas pela raça Crioula para registro

Sexo	Altura da cernelha		Perímetro Torácico	Perímetro de canela
	Mínimo	Máximo	Mínimo*	Mínimo*
Macho	1,40	1,50	1,68	0,18
Fêmea	1,38	1,48	1,70	0,17

*=não possui valor máximo

Fonte: (ABCCC, 2009).

2.4 PROVAS MORFOFUNCIONAIS

As características morfofuncionais são obtidas por meio de avaliações visuais procedidas por três técnicos credenciados e capacitados, escolhidos a cada prova pela ABCCC seguindo a metodologia criada pela associação onde a nota final de cada prova é composta pela média dos três técnicos (ABCCC, 2009).

2.4.1 Morfologia

A prova morfológica avalia o selo racial (características da raça), a correção da linha superior, a harmonia e o equilíbrio do conjunto, a masculinidade ou a feminilidade, o temperamento e a docilidade, com pontuação máxima de 10 para os animais ideais (ABCCC, 2009).

2.4.2 Andadura

No julgamento de andadura avalia-se quanto à qualidade do deslocamento do animal em três andamentos distintos: tranco ou passo (pontuação máxima três), trote (pontuação máxima oito) e galope (pontuação máxima quatro), com pontuação total máxima de 15 pontos. Devido à grande utilização dos equinos da raça Crioula em longas jornadas diárias de trabalho no campo, a ponderação maior para trote se deve a maior utilização desta andadura (ABCCC, 2009).

2.4.3 Figura

A prova de figura avalia o animal percorrendo a galope um percurso pré-determinado, avalia a velocidade, a correção dos movimentos, o posicionamento de pescoço e cabeça, a colocação das mãos e patas, a correta embocadura e sujeição às rédeas, a força empregada nos comandos do cavaleiro, o equilíbrio e potência do animal durante o percurso, a pontuação varia de 0 a 15 pontos (ABCCC, 2009).

2.4.4 Voltas sobre patas e esbarradas

Na prova voltas sobre patas e esbarradas avalia-se o animal fazendo no mínimo duas voltas sobre as patas para cada lado, com valor da etapa de 5 pontos, também são avaliadas duas carreiras a galope pleno de 20 metros e consequentes esbarradas em raias pré-estabelecidas, com pontuação de até 10 pontos, considerando então uma pontuação total de 0 a 15 (ABCCC, 2009).

2.4.5 Mangueira

No julgamento de mangueira, o equino concorrente entra montado pelo seu cavaleiro dentro de uma mangueira com dois novilhos, a fim de apartar um deles, indicado pelos jurados, e mantê-lo apartado demonstrando a aptidão “vaqueira” do cavalo num tempo máximo de 45 segundos com nota de 0 a 10. A segunda etapa com outro novilho, consiste em duas abalroadas, uma de cada lado na altura da escapula contra a parede da mangueira, com o intuito de não deixar que ocorra a progressão do novilho, cada abalroada deve ser realizada no tempo máximo de 45 segundos de cada lado, com pontuação de 0 a 5. Pontuação final de 0 a 15 (ABCCC, 2009).

2.4.6 Campo

A prova de campo consiste em duas "paleteadas", realizada em dupla, um novilho é solto de dentro da mangueira e deve ser conduzido "preso" entre os cavalos e cavaleiros até o final da raia indicada, após, é realizada a retomada com a recondução do novilho em direção ao ponto de partida. Realizadas com alternância de lado entre as duplas de concorrentes com pontuação de 0 a 15, para cada animal (ABCCC, 2009).

ARTIGO 1**Parâmetros genéticos para uma população de equinos da raça Crioula participante da competição Freio de Ouro****Genetic parameters for a Crioula breed horses population participant of Freio de Ouro competition****RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi estimar parâmetros genéticos (herdabilidade e correlação genética) para as características biométricas e morfofuncionais, altura da cernelha (AC), perímetro torácico (PT), circunferência de canela (CC), morfologia (MOR), andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM) para animais da raça Crioula, concorrentes à competição Freio de Ouro. Foram utilizadas informações de 350 animais (170 machos e 180 fêmeas). Para estimar os componentes de (co)variâncias foi utilizada a metodologia da *Inferência Bayesiana* utilizando o método de amostradores de *Gibbs*. Os coeficientes de herdabilidade para AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN e CAM foram 0,42, 0,39, 0,55, 0,40, 0,37, 0,25, 0,33, 0,38 e 0,17, respectivamente. Estes valores mostram que é possível obter ganhos genéticos futuros através da seleção fenotípica principalmente para as características de AC, PT, CC, MOR, AND, VSPEB e MAN. As estimativas de correlações genéticas variaram entre, -0,76 (MOR x MAN) e 0,91 (AC x CC). A correlação genética negativa entre as características MOR e MAN mostra que a seleção para qualquer uma delas promoverá resposta correlacionada contrária sobre a outra. As correlações estimadas entre as medidas biométricas mostram que utilizando como critério de seleção a característica CC, é possível obter ganho genético correlacionado também para as características AC e PT.

Palavras-chave: amostragem de *Gibbs*, correlação, herdabilidade, inferência *Bayesiana*.

1 **ABSTRACT**

2 The aim of this study was to estimate genetic parameters (heritability and genetic
3 correlations) for the biometric and morphofunctional traits, height of the withers (AC),
4 thoracic perimeter (PT), circumference of cannon bone (CC), morphology (MOR), gait proof
5 (AND), figure proof (FIG), turns on legs and to sliding stop proof (VSPEsb), separate cattle
6 proof (MAN) and field proof (CAM). Information from 350 animals (170 males and 180
7 females), born between the years 1989 and 2011, participants of the Freio de Ouro (golden
8 brake) competition in the years 1998-2015 were used. To estimate the components of
9 (co)variance an animal model and the methodology of Bayesian Inference using the Gibbs
10 sampler method was used. The heritability coefficients for AC, PT, CC, MOR, AND, FIG,
11 VSPEsb, MAN and CAM were 0.42, 0.39, 0.55, 0.40, 0.37, 0.25, 0.33, 0.38 and 0.17,
12 respectively, and suggest that is possible to obtain genetic gains through phenotypic selection
13 for the following traits: AC, PT, CC, MOR, AND, VSPEsb and MAN. The genetic
14 correlation coefficients estimated ranged from -0.76 (MOR and MAN) to 0.91 (AC and CC).
15 The negative genetic correlation between MOR and MAN features shows that selection for
16 any of them promote correlated opposite response on the other. The estimated genetic trends
17 showed practically null evolution for the studied biometric and morphofunctional traits,
18 indicating that the genetic gain over the years was almost irrelevant.

19 **Keywords:** sampling Gibbs, genetic correlation, heritability, Bayesian Inference.

20

21 **INTRODUÇÃO**

22 De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC,
23 1999), o cavalo Crioulo é descendente da raça Andaluza originária da Espanha, introduzida
24 por espanhóis na América do Sul em meados de 1493. O "Cavalo das Américas", forma como
25 hoje é conhecida à raça, ficou concentrada principalmente na América do Sul. Estes animais

1 foram selecionados pelo meio (seleção natural) e pelos índios, tornando-os mais fortes,
2 rústicos e com maior capacidade de sobrevivência (VILANOVA & PRADO, 2007).

3 A raça Crioula tornou-se importante economicamente em meados do século XXI, na
4 Argentina, no Brasil, no Chile e no Uruguai e, ultimamente, com as exportações, tem
5 conquistado espaço em outros países.

6 Contudo, os métodos e critérios de seleção utilizados pelos criadores muitas vezes tem
7 por base experiências empíricas, sem um conhecimento mínimo das interações genéticas que
8 influenciam o desempenho destes animais. Neste contexto, conhecer a base genética desta
9 população e as estimativas de herdabilidade para as características de importância econômica,
10 bem como as correlações genéticas entre elas, são fundamentais para o planejamento e
11 tomada de decisão em programas de melhoramento genético (DORNELLES et al., 2008).

12 O conhecimento das características de importante valor econômico como a morfologia
13 dos animais e da associação desta com características funcionais e biométricas são
14 importantes para definição do tipo de treinamento e para um bem sucedido programa de
15 seleção dos equinos (ZAMBORLINI, 1996).

16 O presente estudo teve como objetivo estimar coeficientes de herdabilidade para as
17 características biométricas e morfofuncionais, bem como as correlações genéticas entre elas
18 para equinos da raça Crioula.

19

20 **MATERIAL E MÉTODOS**

21 Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Melhoramento Animal (LMA) da
22 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O banco de dados usado para realização deste
23 estudo foi proveniente da Associação Brasileira de Cavalos Crioulos (ABCCC) com
24 informações biométricas e morfofuncionais das competições do Freio de Ouro que ocorreram
25 entre os anos de 1998 e 2015.

1 O banco de dados original estava constituído de registros obtidos de 883 animais da
2 raça Crioula para as características biométricas de altura da cernelha (AC), perímetro torácico
3 (PT) e circunferência da canela (CC) e de avaliações morfofuncionais, morfologia (MOR)
4 com pontuação de 0 a 10, andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas
5 (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM) com pontuações de 0 a 15 cada.

6 Para avaliar a consistência dos registros, bem como para preparação do arquivo de
7 dados para análise, foram utilizados os *softwares* Windows Excel (2007) e SAS® *University*
8 *Edition*, sendo descartados neste processo animais que não tinham dados de parentesco,
9 informações incompletas e garanhões com menos de três filhos.

10 Restaram no arquivo de estudo informações de 350 animais (170 machos e 180 fêmeas),
11 nascidos entre os anos de 1989 e 2006, com idades entre três e doze anos, formando uma
12 matriz de parentesco de 618 animais.

13 A Análise de Variância Multivariada (MANOVA) pelo procedimento *PROC GLM* do
14 pacote estatístico SAS® *University Edition* mostrou a significância estatística do efeito das
15 variáveis (sexo e ano da prova) sobre as características estudadas.

16 Os componentes de (co)variância foram estimados usando a metodologia da *Inferência*
17 *Bayesiana*, por meio de um modelo animal em análises univariadas e multivariadas.

18 Na forma matricial o modelo adotado pode ser representado como segue

19

$$20 \quad y = Xb + Za + e$$

21

22 Em que y é o vetor das características (AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN
23 e CAM); X e Z são matrizes de incidência, para os efeitos fixos de sexo e ano da prova e o
24 aleatório genético aditivo direto b e a , respectivamente, e é o efeito aleatório residual. Como
25 (co)variável, efeito linear e quadrático, foi utilizado à idade do animal no dia da prova.

1 A *Inferência* foi baseada no método de Amostragem de *Gibbs*, desenvolvido por
2 MISZTAL (2007), considerando o tamanho da cadeia de 1.000.000, com *burn-in* de 200.000
3 e intervalo de amostragem igual a 200, resultando em 4.000 amostras disponíveis para
4 avaliação das distribuições *a posteriori*.

5 A convergência foi testada usando o critério proposto por GEWEKE (1992) e
6 HEIDELBERGER & WELCH (1983) utilizando o *Software R* (versão 2.12.0), com algumas
7 rotinas do pacote *Bayesian Output Analysis Program* (BOA).

8

9 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

10 Os equinos da raça Crioula, considerados animais com aptidão de sela, possuem menor
11 altura de cernelha (Tabela 1) se comparados com outras raças como Lusitano, Finnhorse,
12 Lipzzan e Árabe. Em relação ao perímetro torácico e circunferência de canela, assemelham-se
13 a raças como Pantaneiro, Mangalarga, Lipzzan, Árabe e Quarto de Milha.

14 KAPS et al. (2014) e PRADO & MOTA (2008) encontraram valores semelhantes aos
15 deste trabalho para perímetro torácico (1,79m e 1,75m) e circunferência de canela (0,19m e
16 0,19m) e maiores para altura da cernelha (1,62m e 1,53m) para equinos da raça Lipzzan e
17 Mangalarga, respectivamente. Todavia, para a raça Finnhorse, SUANTAMA et al. (2009)
18 relataram valores maiores AC (1,57m), PT (1,84m), CC (0,20m).

19 A pontuação média para as provas de morfologia, andadura, figura, voltas sobre patas e
20 esbarradas, mangueira e campo variaram de 7,17 a 10,66 (Tabela 2).

21 Para as provas de morfologia, andadura e figura, SOUZA et al. (2014), encontraram
22 resultados semelhantes (7,11, 10,47 e 10,58 pontos) para a raça Crioula, da mesma forma que
23 o relatado por VICENTE et al. (2014) para morfologia (7,17 pontos) para raça Lusitano. Para
24 a mesma característica SCHRODERUS & OJALA (2010), VIKLUND et al. (2008) e

1 VIKLUND et al. (2010), encontraram médias maiores nas raças Standardbred (7,7 pontos),
2 Warmblood (7,68 pontos) e Warmblood (7,8 pontos), respectivamente.

3 A média da prova de andadura, foi de 10,49 pontos, valor superior aos relatados por
4 DORNELLES et al. (2010), VICENTE et al. (2014), VIKLUND et al. (2008) e VIKLUND et
5 al. (2010), respectivamente para as raças Warmblood (9,3 pontos), Crioula (7,27 pontos),
6 Warmblood (7,04 pontos) e Lusitana (6,57 pontos).

7 As herdabilidades estimadas para altura da cernelha, perímetro torácico, circunferência
8 de canela, morfologia, andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo
9 foram iguais a 0,42, 0,39, 0,55, 0,40, 0,37, 0,25, 0,33, 0,38 e 0,17 respectivamente, com maior
10 valor para circunferência de canela (0,55) (Tabela 3).

11 O valor da herdabilidade estimada para morfologia (0,40), foi superior a encontrada em
12 equinos das raças Warmblood (0,30), Finnhorse (0,13) e Lusitano (0,14), por ROVERE et al.
13 (2015), SUANTAMA et al. (2013) e VICENTE et al. (2014). Todavia, esta estimativa é
14 inferior a relatada por DORNELLES et al. (2010) e próxima a encontrada por SOUZA et al.
15 (2016) para raça Crioula, (0,51) e (0,35), respectivamente.

16 Referente à prova de andadura a herdabilidade estimada foi 0,37, inferior a relatada por
17 DORNELLES et al. (2010) para a raça Crioula (0,54).

18 A estimativa de herdabilidade para figura foi 0,25, semelhante ao valor estimado por
19 SOUZA et al. (2014) e maior que o encontrado por SOUZA et al. (2016), para equinos da
20 mesma raça do estudo 0,20 e 0,13, respectivamente.

21 As características biométricas estudadas, altura da cernelha, perímetro torácico e
22 circunferência de canela geralmente são rotineiramente estudadas na maioria das raças de
23 equinos, assim como, morfologia e andadura. Entretanto, ainda não foram publicados
24 trabalhos sobre as provas de figura, voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo,
25 exclusivas para a raça Crioula.

1 As estimativas de correlações genéticas mostradas na (Tabela 4) variaram entre, -0,76
2 (MOR e MAN) e 0,91 (AC e CC).

3 As correlações genéticas estimadas para característica altura da cernelha foram
4 positivas, de moderadas a altas com perímetro torácico, circunferência de canela, e
5 mangueira, e negativas com figura e campo. O estudo mostra que a seleção sobre altura da
6 cernelha deve resultar em acréscimo considerável em perímetro torácico, circunferência de
7 canela, e mangueira uma vez que há grande probabilidade destes genes estarem influenciando
8 positivamente a expressão destas características (pleiotropia).

9 É sabido que equinos mais altos possuem o exoesqueleto mais desenvolvido para
10 suportar tal estrutura, e que, além disso, muitas vezes apresentam menor comprimento
11 proporcionalmente à altura, resultando em maior destreza e equilíbrio para desenvolver
12 movimentos laterais, que são fundamentais para um melhor desempenho na prova de MAN e
13 é o que pode explicar as correlações existentes entre AC com CC, PT e MAN.

14 A correlação negativa e alta existente entre altura da cernelha e campo (-0,67), pode ser
15 devido ao fato de que animais de maior estatura proporcionalmente possuem dorso mais
16 curto, o que pode conferir menor comprimento dos músculos resultando em passadas menos
17 amplas durante o galope que é fundamental para prova de mangueira.

18 A raça Crioula prima por animais que estejam dentro dos padrões biométricos indicados
19 e cujo formato seja retangular, portanto, cavalos mais altos e de certa forma
20 proporcionalmente mais curtos, tem menor harmonia, equilíbrio e sincronia nos movimentos
21 explicando a correlação negativa entre altura da cernelha com figura.

22 As estimativas de correlação genética de perímetro torácico foram positivas, de
23 moderadas a altas, com circunferência de canela e mangueira, negativas com andadura e
24 figura e praticamente nula com morfologia, voltas sobre patas e esbarradas e campo.

1 A correlação negativa de perímetro torácico com andadura e figura indica que a seleção
2 de animais com maior PT diminui o desempenho da população nas provas de AND e FIG.
3 Segundo NASCIMENTO, (1999), costelas muito arqueadas são sustentadas por peito largo o
4 que acaba prejudicando os andamentos pela exagerada separação dos membros torácicos.

5 Uma das características mais importantes na formação e continuidade de uma raça é a
6 morfologia, característica esta que apresentou correlação negativa com quatro das nove
7 características estudadas, variando de -0,20 (FIG) a -0,76 (MAN), todavia, a correlação com
8 andadura (0,67) e campo (0,84) positiva alta.

9 Em trabalhos com equinos das raças Warmblood e Standardbred, DUCRO et al. (2009)
10 e SHORODERUS & OJALA (2010) encontraram correlações maiores entre morfologia e
11 altura da cernelha, 0,35 e 0,41, respectivamente, diferente de SUANTAMA et al. (2009) que
12 encontraram correlação negativa de -0,28 em equinos da raça Finnhorse.

13 DORNELLES et al. (2010) encontraram correlação genética igual a deste trabalho entre
14 as características de morfologia e andadura (0,67) para a mesma raça.

15 Uma maior atenção na seleção para as provas de andadura, figura, voltas sobre patas e
16 esbarradas e campo deve ser dada, uma vez que a correlação destas com a maioria das
17 características estudadas foram negativas, indicando que a seleção direta para uma destas
18 características promoverá redução no valor genético do rebanho para as outras características
19 em questão.

20 Com todas as peculiaridades encontradas e características estudadas, é muito difícil
21 encontrar um cavalo completo, que atenda perfeitamente todas as necessidades que as
22 competições do Freio de Ouro exigem.

23

24 **CONCLUSÕES**

1 Os valores estimados para os coeficientes de herdabilidade indicam ser possível obter
2 ganhos genéticos através da seleção para as características altura da cernelha, perímetro
3 torácico, circunferência de canela, morfologia, andadura, voltas sobre patas e esbarradas e
4 mangueira.

5 A seleção para morfologia pode promover redução no desempenho das provas de voltas
6 sobre patas e mangueira, devido à correlação negativa entre elas, sugerindo mais atenção nos
7 procedimentos seletivos.

8

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10 ABCCC. **Regulamento de provas funcionais**. 1999. 70p.

11
12 DORNELLES, M.A. et al. Estimativa de herdabilidade para altura na cernelha, perímetro
13 torácico e de canela para equinos da raça Crioula. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
14 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Sociedade
15 Brasileira de Zootecnia, 2008, (CD-ROM).

16
17 DORNELLES, M.A. et al. Parâmetros genéticos para as características andadura e morfologia
18 em uma população equina da raça Crioula. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
19 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: Sociedade
20 Brasileira de Zootecnia, 2010, (CD-ROM).

21
22 DUCRO, B.J.; BOVENHUIS, H.; BACK, W. Heritability of foot conformation and its
23 relationship to sports performance in a Dutch Warmblood horse population. **Equine**
24 **Veterinary Journal**, v.41, n.2, p.139-143, 2009. Disponível em:
25 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2746/042516409X366130/pdf>>. Acesso em: 10ago.
26 2016. doi: 10.2746/042516409X366130.

27
28 GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of
29 posterior moments. **Bayesian Statistics 4**(eds. Bernardo, J.M.; Berger, J.O.; Dawid, A.P.;
30 Smith, A.F.M.), New York: Oxford University Press, p.625-631, 1992.

31
32 HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial
33 transient. **Operations Research**, v.31, p.1109-44, 1983.

34
35 KAPS, M.; CURIK I.; BABAN, M. Modeling variance structure of body shape traits of
36 Lipizzan horses. **Journal of Animal Science** v.88, p.2868-2882, 2014. Disponível em:
37 <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/88/9/2868>>. Acesso em:
38 10 ago. 2016. doi: 10.2527/jas.2009-2453.

39
40 MISZTAL, I. [2007]. BLUPF90 family of programs. Disponível em:
41 <<http://nce.ads.uga.edu/~shogo/>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

- 1
2 NASCIMENTO, J. F. Mangalarga marchador: tratado morfofuncional. Belo Horizonte:
3 ABCCMM, 1999, 577p.
4
- 5 PRADO, R.S.A.; MOTA, M.D.S. Correlações entre deslocamento e conformação em equinos
6 Mangalarga. **Archivos de Zootecnia**. v.57 n.218, p.165-169, 2008.
7
- 8 R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing.
9 **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL
10 <<http://www.R-project.org/>>.
11
- 12 ROVERE, G. et al. Effect of specialization on genetic parameters of studbook–
13 entryinspection in Dutch Warmblood horses. **Journal of Animal Breeding and**
14 **Genetics**,v.132 p.441-448, 2015.Disponível em:
15 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbg.12166/abstract>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
16 doi: 10.1111/jbg.12166.
17
- 18 RUSTIN, M. et al. Multi-trait animal model estimation of genetic parameters for linear type
19 and gait traits in the Belgian Warmblood horse. **Journal of Animal Breeding and**
20 **Genetics**,v.126, p.378-386, 2009.Disponível em:
21 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0388.2008.00798.x/abstract>>. Acesso em:
22 10 ago. 2016. doi: 10.1111/j.1439-0388.2008.00798.x.
23
- 24 SAS® UNIVERSITY EDITION - Statistical Analyses System - SAS/University Edition, ©
25 SAS Institute Inc.
26
- 27 SCHRODERUS, E.;OJALA, M.Estimates of genetic parameters for conformation measures
28 and scores in Finnhorse and Standardbred foals. **Journal of Animal Breeding and**
29 **Genetics**,v.127 p.395-403, 2010.Disponível em:
30 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0388.2010.00856.x/abstract>>. Acesso em:
31 10 ago. 2016. doi: 10.1111/j.1439-0388.2010.00856.x.
32
- 33 SOUZA, D.C. et al. Estimativa da herdabilidade e correlação para morfologia, andadura e
34 figura em equinos concorrentes ao Freio de Ouro. In:XXIX Jornada Acadêmica Integrada,
35 Santa Maria, RS.**Anais...** Santa Maria: Jornada Acadêmica Integrada, 2014, (CD-ROM).
36
- 37 SOUZA, D.C. et al.Estimativa de Parâmetros Genéticos em Equinos da Raça Crioula
38 Concorrentes ao Freio de Ouro. In:XXVI Congresso Brasileiro De Zootecnia/ZOOTEC, Santa
39 Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Congresso Brasileiro De Zootecnia, 2016, (CD-ROM).
40
- 41 SUONTAMA, M. et al. Genetic correlations for foal and studbook traits with racing traits and
42 implications for selection strategies in the Finnhorse and Standardbred trotter. **Journal of**
43 **Animal Breeding and Genetics**,v.130 p.178-189, 2013. Disponível em:
44 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0388.2012.01011.x/abstract>>. Acesso em:
45 10 ago. 2016. doi: 10.1111/j.1439-0388.2012.01011.x.
46
- 47 SUONTAMA, M.; SAASTAMOINEN, M.T.; OJALA, M. et al. Estimates of non-genetic
48 effects and genetic parameters for body measures and subjectively scored traits in Finnhorse
49 trotters. **Livestock Science**, v.124 n.1, p.205-209, 2009.Disponível em:

- 1 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141309000365>>. Acesso em: 10 ago.
2 2016. doi: 10.1016/j.livsci.2009.01.017.
3
- 4 VICENTE, A.A. et al. Selection for morphology, gaits and functional traits in Lusitano
5 horses: II. Fixed effects, genetic trends and selection in retrospect. **Livestock Science**. v.164
6 p.13-25, 2014.Disponível
7 em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141314001693>>. Acesso em: 10
8 ago. 2016. doi: 10.1016/j.livsci.2014.03.017.
9
- 10 VIKLUND, A. et al. Genetic parameters for traits evaluated at field tests of 3- and 4-year-old
11 Swedish Warmblood horses. **Animal**,v.2, n.12, p.1832-1841, 2008.Disponível em:
12 <[http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=2704992&fileI](http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=2704992&fileId=S1751731108003030)
13 [d=S1751731108003030](http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=2704992&fileId=S1751731108003030)>. Acesso em: 10 ago. 2016. doi:10.1017/S1751731108003030.
14
- 15 VIKLUND, A. et al. Genetic variation in competition traits at different ages and time periods
16 and correlations with traits at field tests of 4-year-old Swedish Warmblood horses. **The**
17 **Animal Consortium**. v.4, n.5, p.682-691, 2010.Disponível em:
18 <[http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM4_05%2FS17517311](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM4_05%2FS1751731110000017a.pdf&code=ad72454e6992929600062d1042e9273c)
19 [10000017a.pdf&code=ad72454e6992929600062d1042e9273c](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM4_05%2FS1751731110000017a.pdf&code=ad72454e6992929600062d1042e9273c)>. Acesso em: 10 ago. 2016.
20 doi:10.1017/S1751731110000017.
21
- 22 VILANOVA, R.P.; PRADO, F.R.A. Aspectos morfológicos e funcionais em equinos da raça
23 Crioula. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. v.4, n.8, 2007.
24
- 25 ZAMBORLINI, L.C. Estudo genético quantitativo das medidas lineares da raça Mangalarga
26 Marchador. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
27 Minas Gerais, 1996. Tese (doutorado).

1 Tabela 1 – Estatística descritiva para as características biométricas estudadas, altura da
 2 cernelha (AC), perímetro torácico (PT) e circunferência de canela (CC) para uma população
 3 de animais da raça Crioula.

4

	N	Média/DP*	Mínimo*	Máximo*
Machos				
AC	170	1,41 ± 0,02	1,40	1,47
PT	170	1,76 ± 0,05	1,68	1,89
CC	170	0,19 ± 0,01	0,18	0,25
Fêmeas				
AC	180	1,39 ± 0,01	1,38	1,44
PT	180	1,75 ± 0,04	1,70	1,92
CC	180	0,18 ± 0,01	0,17	0,20

5 *-metros; DP=desvio padrão; N=número de animais

6

1 Tabela 2 – Estatística descritiva para as características morfologia (MOR), andadura (AND),
 2 figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPEB), mangueira (MAN) e campo (CAM)
 3 para uma população de 350 animais, machos e fêmeas, da raça Crioula.

4

Provas	Média/DP*	CV*	Mínimo*	Máximo*	Mediana*	Moda*
MOR	07,17 ± 0,53	07,44	06,03	09,23	06,83	07,15
AND	10,49 ± 1,42	13,49	05,87	14,60	09,50	10,47
FIG	10,56 ± 1,76	16,68	04,50	15,00	10,50	10,75
VSPEB	10,66 ± 1,44	13,52	03,92	14,50	11,50	10,75
MAN	10,07 ± 1,65	16,43	03,92	14,25	08,96	10,26
CAM	10,47 ± 2,10	20,57	03,00	15,00	10,87	10,87

5 *=pontos; DP=desvio padrão; CV=coeficiente de variação

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

1 Tabela 3 – Estimativa das herdabilidades, erro padrão, coeficiente de variação e região de
 2 credibilidade para uma população de animais da raça Crioula.

3

Características	h²/EP	CV	Mediana	RC (95%)
Altura cernelha	0,42 ± 0,18	43,55	0,43	0,07 - 0,79
Perímetro torácico	0,39 ± 0,11	28,91	0,39	0,16 - 0,58
Circunferência de canela	0,55 ± 0,18	31,97	0,56	0,17 - 0,89
Morfologia	0,40 ± 0,11	27,33	0,40	0,17 - 0,60
Andadura	0,37 ± 0,24	38,20	0,36	0,10 - 0,64
Figura	0,25 ± 0,16	64,25	0,23	0,01 - 0,58
Voltas sobre patas e esbarradas	0,33 ± 0,12	38,02	0,33	0,09 - 0,58
Mangueira	0,38 ± 0,13	35,01	0,39	0,11 - 0,62
Campo	0,17 ± 0,10	59,71	0,15	0,01 - 0,39

4 h² =herdabilidade; EP=erro padrão;CV=coeficiente de variação; RC=região de credibilidade

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

1 Tabela 4 – Estimativa das correlações genéticas entre as características altura da cernelha,
 2 (AC), perímetro torácico (PT), circunferência de canela (CC), morfologia (MOR), andadura
 3 (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPESB), mangueira (MAN) e campo
 4 (CAM) para uma população de animais da raça Crioula.

5

	AC	PT	CC	MOR	AND	FIG	VSPESB	MAN
PT	0,28							
CC	0,91	0,63						
MOR	0,13	0,16	-0,26					
AND	0,17	-0,54	0,08	0,67				
FIG	-0,67	-0,54	-0,56	-0,20	0,63			
VSPES	0,18	-0,09	-0,13	-0,60	-0,46	0,20		
MAN	0,38	0,20	-0,01	-0,76	-0,47	0,37	0,51	
CAM	-0,67	0,10	0,02	0,84	-0,11	-0,23	-0,32	-0,32

6

ARTIGO 2**Tendências genéticas para medidas biométricas e características morfológicas e de desempenho para a raça Crioula****Genetic trends for biometric measurements and morphological and performance traits to the Crioula breed****RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi estimar as tendências genéticas para as características de altura da cernelha (AC), perímetro torácico (PT), circunferência de canela (CC), morfologia (MOR), andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPESB), mangueira (MAN) e campo (CAM). Foram utilizadas informações de 350 animais da raça Crioula, (170 machos e 180 fêmeas), concorrentes ao Freio de Ouro nos anos de 1998 a 2015. Para estimar os componentes de (co)variâncias foi utilizado um modelo animal unicaracterística e a metodologia da *Inferência Bayesiana* pelo método de amostradores de *Gibbs*. A tendência genética para as características estudadas foi calculada pela regressão das médias dos valores genéticos, ponderadas pelo número de observações, sobre o ano da prova. As tendências genéticas estimadas para as características biométricas AC (-0,00002cm), PT (0,0003cm) e CC (0,00004cm) foram próximas de zero, indicando que a seleção de animais tem obtido êxito, uma vez que a população manteve-se nas medidas estabelecida pela associação de cavalos Crioulos ao longo dos anos. Para as características morfofuncionais MOR, AND, FIG, VSPESB, MAN e CAM, as tendências genéticas foram próximas de zero, 0,0035, 0,0072, -0,003, 0,0065, 0,0063 e 0,0062 pontos, respectivamente, sugerindo que a seleção não foi eficiente e que, para melhorar estas características é necessária a implementação de programas de melhoramento genético na raça.

Palavras-chave: Freio de Ouro, *Inferência Bayesiana*, valor genético.

1 **ABSTRACT**

2 The aim of this study was to estimate the genetic trend for the characteristics height of the
3 withers (AC), thoracic perimeter (PT), circumference of cannon bone (CC), morphology
4 (MOR), gait proof (AND), figure proof (FIG), turns on legs and to sliding stop proof
5 (VSPEB), separate cattle proof (MAN) and field proof (CAM). Information from 350
6 animals (170 males and 180 females), born between the years 1989 and 2011, participants of
7 the Freio de Ouro (golden brake) competition in the years 1998-2015 were used. To estimate
8 the components of (co)variance an animal was used model and the methodology of Bayesian
9 Inference using the Gibbs sampler method considering the size of the chain 1,000,000, with
10 burn-in of 200,000 and sampling interval of 200, resulting in 4,000 samples available by a
11 posteriori distribution. The genetic trends for the studied traits were calculated by the
12 regression of the breeding values, weighted by the number of observations on the year of
13 birth. The procedure used was the PROC REG of SAS® University Edition software. The
14 estimated genetic trends for the biometric traits AC (-0.00002cm), PT (0.0003cm) e CC
15 (0.00004cm) were close to zero, indicating that the selection of animals has been well
16 successfully, since the population remained in the measures established by the Association of
17 Crioulo horses over the years. For the functional characteristics MOR, AND, FIG, VSPEB,
18 MAN and CAM the genetic trends close to zero during the studied period, respectively
19 0,0035, 0,0072, -0,003, 0,0065, 0,0063 and 0,0062 points, suggest there was no selection, or if
20 there was, it was not efficient and that to be improve these traits is necessary the
21 implementation of breeding programs.

22 **Keywords:** Freio de Ouro, Bayesian inference, genetic value.

23

24 **INTRODUÇÃO**

1 Segundo dados do IBGE (2014), o Brasil possui o maior rebanho de equinos na
2 América Latina e o terceiro mundial, com mais de cinco milhões de cabeças; se a eles forem
3 somados os muares (mulas) e asininos (asnos), perfazem um total de oito milhões de cabeças.
4 De acordo com MAPA (2016), a produção de cavalos no Brasil movimentou R\$ 7,3 bilhões
5 no ano de 2015.

6 Existe uma relação muito grande entre a produção pecuária e a utilização de equinos na
7 execução dos trabalhos pertinentes a esta atividade no Brasil e, principalmente, no Rio grande
8 do Sul, onde os cavalos, em sua maioria da raça Crioula, são fundamentais para exploração e
9 desenvolvimento da pecuária bovina, ovina, bubalina e também equina.

10 A raça Crioula envolve mais de 30 segmentos, distribuídos entre insumos, criação e
11 destinação final e compõe a base do chamado Complexo do Agronegócio Cavalo, responsável
12 pela geração de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos (MAPA, 2016).

13 O cavalo Crioulo ocupa a terceira posição no país quanto ao número de animais
14 registrados (SOUZA et al., 2012), entretanto, os métodos de seleção, na maioria das vezes são
15 realizados de acordo com o interesse de cada produtor e tão pouco se conhece sobre algum
16 programa de melhoramento genético consistente na raça.

17 A implantação de um programa de melhoramento é um dos principais meios para se
18 obter evolução genética para um rebanho; porém, uma vez implantado, é necessário que seja
19 feita, periodicamente, a verificação de sua eficiência (MELLO, 1999). Segundo BALBÉ
20 (2004), em qualquer programa de melhoramento genético é indispensável o acompanhamento
21 dos resultados para que se possa avaliar a evolução do rebanho, bem como efetuar ajustes, de
22 modo eficiente, com vistas na otimização do ganho genético.

23 Uma das maneiras de se realizar esse monitoramento é por meio da avaliação da
24 tendência genética ao longo do tempo, pelo qual se avaliam as mudanças ocasionadas pelo
25 processo de seleção (SILVA et al., 2001).

1 É notória a escassez de trabalhos sobre tendência genética em equinos e os mesmos, em
2 sua maioria, resultam em tendências próximas de zero, como os encontrados por COSTA et
3 al. (1998; 2001) e DORNELLES et al. (2012). Isso evidencia a necessidade da implantação de
4 programas de melhoramento genético que possibilitem um melhor desempenho dos equinos.
5 Sendo que a estimação de tendências genéticas em uma população permite visualizar a
6 eficácia dos procedimentos de seleção (BALBÉ, 2004).

7 O objetivo deste trabalho foi estimar a tendência genética para as características
8 biométricas e morfofuncionais altura da cernelha, perímetro torácico, circunferência de
9 canela, morfologia, andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo nas
10 competições do Freio de Ouro em uma população de equinos da raça Crioula.

11

12 **MATERIAL E MÉTODOS**

13 Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Melhoramento Animal (LMA) da
14 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O banco de dados utilizado foi proveniente da
15 Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) e contém informações
16 biométricas e morfofuncionais de animais participantes das competições do Freio de Ouro que
17 ocorreram entre os anos de 1998 e 2015.

18 O banco de dados original estava constituído de registros para as características
19 biométricas de altura da cernelha (AC), perímetro torácico (PT) e circunferência da canela
20 (CC) e de avaliações morfofuncionais de morfologia (MOR) com pontuação de 0 a 10,
21 andadura (AND), figura (FIG), voltas sobre patas e esbarradas (VSPESB), mangueira (MAN)
22 e campo (CAM) com pontuações de 0 a 15 cada, constituída de uma população de 883
23 animais da raça Crioula.

24 Para avaliar a consistência dos registros, bem como para preparação do arquivo de
25 dados para análise, foram utilizados os *softwares* Windows Excel (2007) e SAS® *University*

1 *Edition*, sendo descartados neste processo animais que não tinham informações de parentesco,
2 informações incompletas e garanhões com menos de três filhos.

3 Restaram no arquivo de estudo informações de 350 animais (170 machos e 180 fêmeas),
4 nascidos entre os anos de 1989 e 2006, com idades entre três e doze anos, formando uma
5 matriz de parentesco de 618 animais.

6 A Análise de Variância Multivariada (MANOVA) pelo procedimento *PROC GLM* do
7 pacote estatístico SAS® *University Edition* mostrou a significância estatística do efeito das
8 variáveis (sexo e ano da prova) sobre as características estudadas.

9 Os componentes de variância e (co)variância foram estimados usando a metodologia da
10 *Inferência Bayesiana*, por meio de um modelo animal em análises univariadas e
11 multivariadas.

12 Na forma matricial o modelo adotado pode ser representado como segue:

13

$$14 \quad y = Xb + Za + e$$

15

16 Em que y é o vetor das características (AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPESB, MAN
17 e CAM); X e Z são matrizes de incidência, para os efeitos fixos de sexo e ano da prova e o
18 aleatório genético aditivo direto b e a , respectivamente, e é o efeito aleatório residual. Como
19 (co)variável, efeito linear e quadrático, foi utilizado à idade do animal no dia da prova.

20 A *Inferência* foi baseada no método de Amostragem de *Gibbs*, desenvolvido por
21 MISZTAL (2007), considerando o tamanho da cadeia de 1.000.000, com *burn-in* de 200.000
22 e intervalo de amostragem igual a 200, resultando em 4.000 amostras disponíveis para
23 avaliação das distribuições *a posteriori*.

1 A convergência foi testada usando o critério proposto por GEWEKE (1992) e
2 HEIDELBERGER & WELCH (1983) utilizando o *Software R* (versão 2.12.0), com algumas
3 rotinas do pacote *Bayesian Output Analysis Program* (BOA).

4 A tendência genética para as características estudadas foi calculada pela regressão das
5 médias dos valores genéticos, ponderadas pelo número de observações, sobre o ano da prova.
6 O procedimento utilizado foi o *PROC REG*, do *software SAS® University Edition*, com a
7 utilização do seguinte modelo matemático:

$$Y_i = b_0 + b_1 x_i$$

8
9
10
11 Em que, Y_i é a média ponderada dos valores genéticos para as características avaliadas,
12 (AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN E CAM) do ano da prova; b_0 =
13 intercepto; b_1 = coeficiente angular da reta; $x_i = i^{\text{ésimo}}$ ano da prova.

14

15 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

16 A análise da estimativa de tendência genética (Figura 1) apresentou-se praticamente
17 nula para as características biométricas estudadas, altura da cernelha, perímetro torácico e
18 circunferência de canela.

19 Os trabalhos encontrados relativos a tendência genética em equinos são poucos e em sua
20 maioria realizados em outros países e, principalmente, em raças especializadas em hipismo e
21 corrida como o relatado por ARNASON & VAN VLECK (2000) em equinos de diferentes
22 raças e por TENNAH et al. (2012) em equinos das raças Arabian e Thoroughbred.

23 As tendências genéticas estimadas para as medidas biométricas mostram que quase não
24 houve ganho genético ao longo dos anos. Entretanto, como o foco da raça não é aumentar
25 estas medidas e sim fazer com que os animais fiquem dentro dos padrões estabelecidos para a

1 raça, pré-requisito para confirmação do registro, a seleção para estas características foi bem
2 fundamentada e exitosa.

3 DORNELLES et al. (2012), estimou em 0,0009m/ano o ganho genético para altura da
4 cernelha em uma população de equinos do Exército Brasileiro, composta pelas raças
5 Brasileiro de Hipismo, Bretão e animais Sem Raça Definida (SRD). Para a raça de Pônei
6 brasileira, COSTA et al. (1998; 2001), relataram estimativas de tendências genéticas
7 negativas para a característica altura da cernelha, iguais a -0,0002m/ano e -0,00075m/ano,
8 respectivamente, uma vez que o objetivo da seleção é o de promover a diminuição da estatura
9 destes animais.

10 As estimativas de tendências genéticas (Figuras 2 e 3) para as provas morfofuncionais
11 variaram de negativa -0,003 pontos (figura) a positiva 0,0072 pontos (andadura).

12 Vários fatores podem explicar o efeito das baixas tendências genéticas, principalmente
13 das características de andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo.
14 Estudos realizados por OKI et al. (1995) e PARK (2011), com equinos da mesma raça,
15 Thoroughbred, concluíram que características funcionais são muito influenciadas pelos efeitos
16 de ambiente permanente e ou temporário. Considerando que os efeitos de ambiente não se
17 transferem de uma geração para outra é necessário que programas de seleção sejam
18 implementados para melhorar estas características.

19 A morfologia é uma das características que a Associação Brasileira de Cavalo Crioulos
20 considera para concessão de registro e, portanto, a estimativa de tendência genética embora
21 positiva foi próxima de zero (0,0035 pontos/ano).

22 Voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo, tiveram tendências genéticas
23 estimadas muito próxima uma das outras 0,0065, 0,0063 e 0,0062 pontos, respectivamente,
24 mostrando que o ganho genético ao longo dos anos para estas características foi semelhante.

1 Os efeitos de domador, ginete e avaliadores não foram incluídos no modelo pelo fato da
2 inconsistência dos dados, o que pode ter influenciado nas estimativas das tendências
3 genéticas.

4 Por outro lado, a falta de um programa de melhoramento consistente na raça acaba
5 gerando variabilidade genética e fenotípica entre os animais que concorrem na competição
6 Freio de Ouro o que pode estar relacionado as flutuações existentes na tendência genética ao
7 longo dos anos das provas (Figuras 1, 2 e 3).

8 Embora suposições sejam feitas, o fato é que a raça Crioula não possui um programa de
9 melhoramento quanto às provas funcionais e esta pode ser a razão das singelas tendências
10 genéticas encontradas neste estudo.

11

12 **CONCLUSÃO**

13 Os ganhos genéticos estimados de pequena magnitude indicam que para melhorar estas
14 características programas de melhoramento devem ser implementados pela Associação
15 Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos.

16

17 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

18 ARNASON, L.; DALE VAN VLECK, T. Genetic Improvement of the Horse. New York:
19 **CABI Publishing**, p.473-497, 2000.

20

21 BALBÉ, D.D. Tendência genética para ganhos de peso pós desmama e estimativas de
22 herdabilidade para escores visuais em uma população multirracial Nelore Angus. 2004, Santa
23 Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004, 69p. Dissertação (Mestrado em
24 Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

25

26 COSTA, M.D. et al. Avaliação dos Fatores Genéticos e de Ambiente que Interferem nas
27 Medidas Lineares dos Pôneis da Raça Brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3,
28 p.491-497, 1998.

29

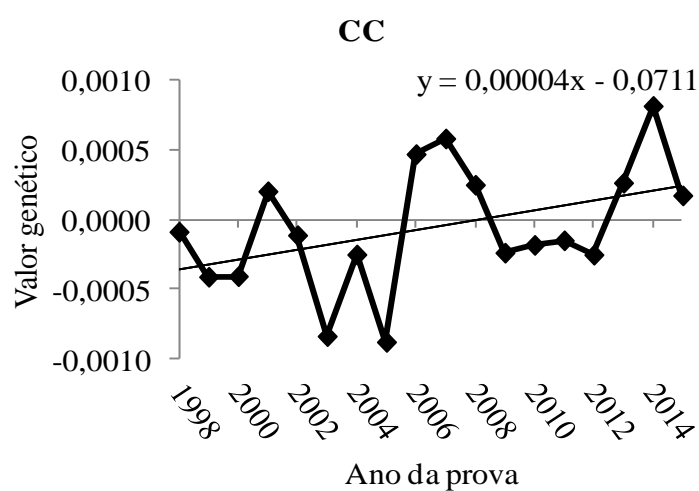
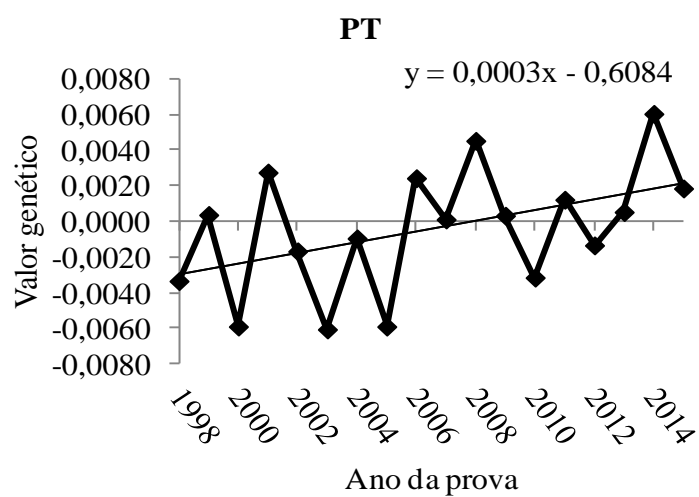
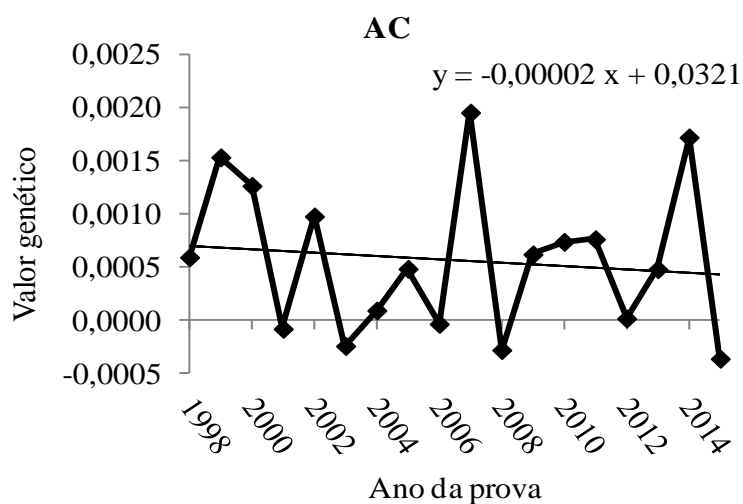
30 COSTA, M.D. et al. Tendência genética de medidas lineares de pôneis da raça Brasileira.
31 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.2, 2001.

32

- 1 DORNELLES, M.A. et al. Genetic parameters and genetic and phenotypic trends of
2 performance traits of equines from the Brazilian Army. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
3 v.41, n.6, p.1419-1425, 2012.
4
- 5 GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of
6 posterior moments. **Bayesian Statistics 4** (eds. Bernardo, J.M.; Berger, J.O.; Dawid, A.P.;
7 Smith, A.F.M.), New York: Oxford University Press, p.625-631, 1992.
8
- 9 HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial
10 transient. **Operations Research**, v.31, p.1109-44, 1983.
11
- 12 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
13 <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>>. Acesso em: 20 mai. 2016.
14
15
- 16 MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:
17 <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>>. Acesso em 20/05/2016. Acesso
18 em: 20 mai. 2016.
19
- 20 MELLO, S.P. Tendência genética para pesos em um rebanho da raça Canchim. 1999.
21 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
22 Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
23
- 24 MISZTAL, I. [2007]. **BLUPF90 family of programs**. Disponível em:
25 <<http://nce.ads.uga.edu/~shogo/>>. Acesso em: 21 nov. 2014.
26
- 27 PARK K. Genetic parameters of finish time in Korean Thoroughbred racehorses. **Livestock**
28 **Science**. v.140, I.1–3, p.49–54, 2011. Disponível em:
29 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141311000461>>. Acesso em: 09 set.
30 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.02.006>.
31
- 32 OKI H. et al. Influence of jockeys on racing time in Thoroughbred horses. **Journal of Animal**
33 **Breeding and Genetics**. v.112, p.171-175, 1995.
34
- 35 R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing.
36 R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL
37 <<http://www.R-project.org/>>.
38
- 39 SAS® UNIVERSITY EDITION - Statistical Analyses System - SAS/University Edition, ©
40 SAS Institute Inc.
41
- 42 SILVA, M.V.G.B. et al. Estimativas de tendência genética para características produtivas em
43 um rebanho do ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1466-
44 1475, 2001.
45
- 46 SOUZA, D.C. et al. Seasonal effects on behavioral traits of stabled Crioulo stallions during
47 semen collection. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.32, n.8, p.483, 2012.
48
- 49 TENNAH, S. et al. Assessment of non-genetic parameters of the racing performances of
50 Arabian and Thoroughbred horses in Algeria. **African Journal of Biotechnology**, v.11, n.79,

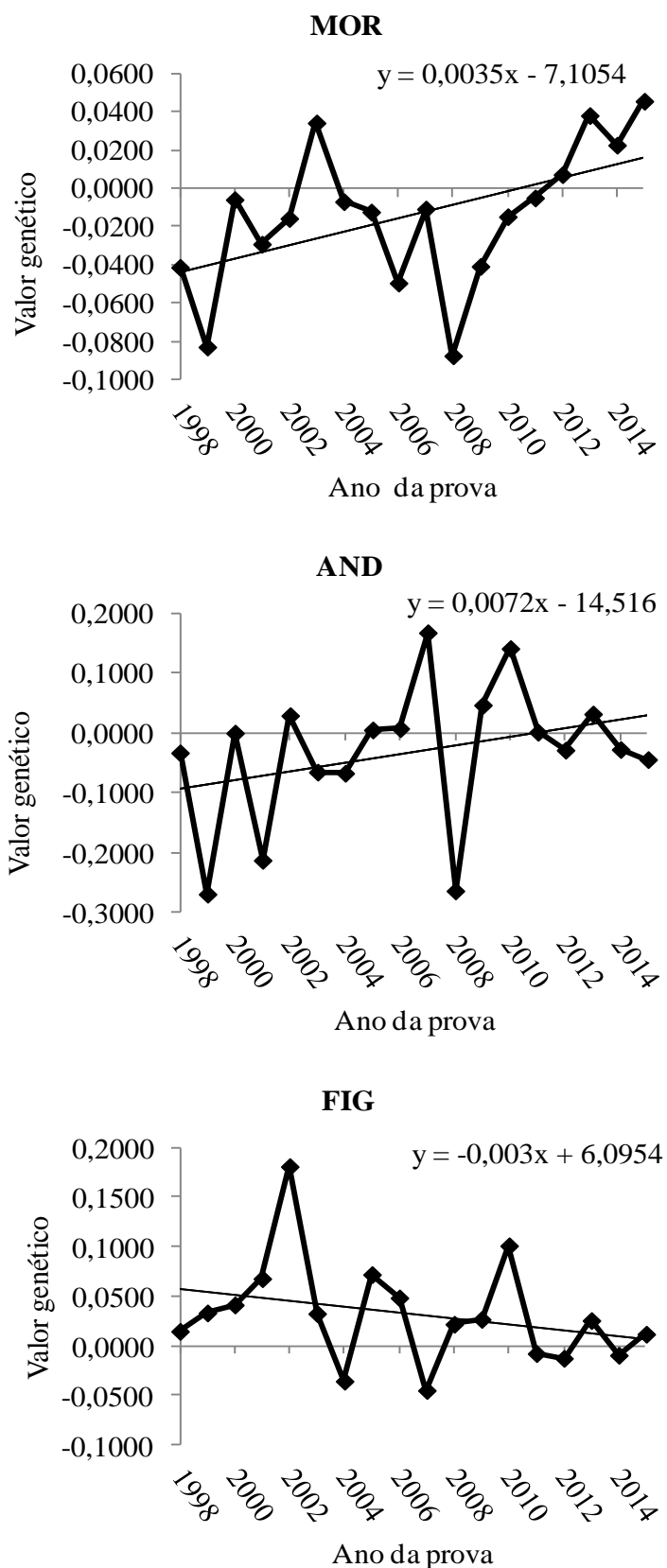
- 1 p.14507-14518, Oct. 2012. Disponível em:
- 2 <<http://www.academicjournals.org/journal/AJB/article-abstract/1FB5EC526419>>. Acesso
- 3 em: 10ago. 2016. doi: 10.5897/AJB11.3805.

1

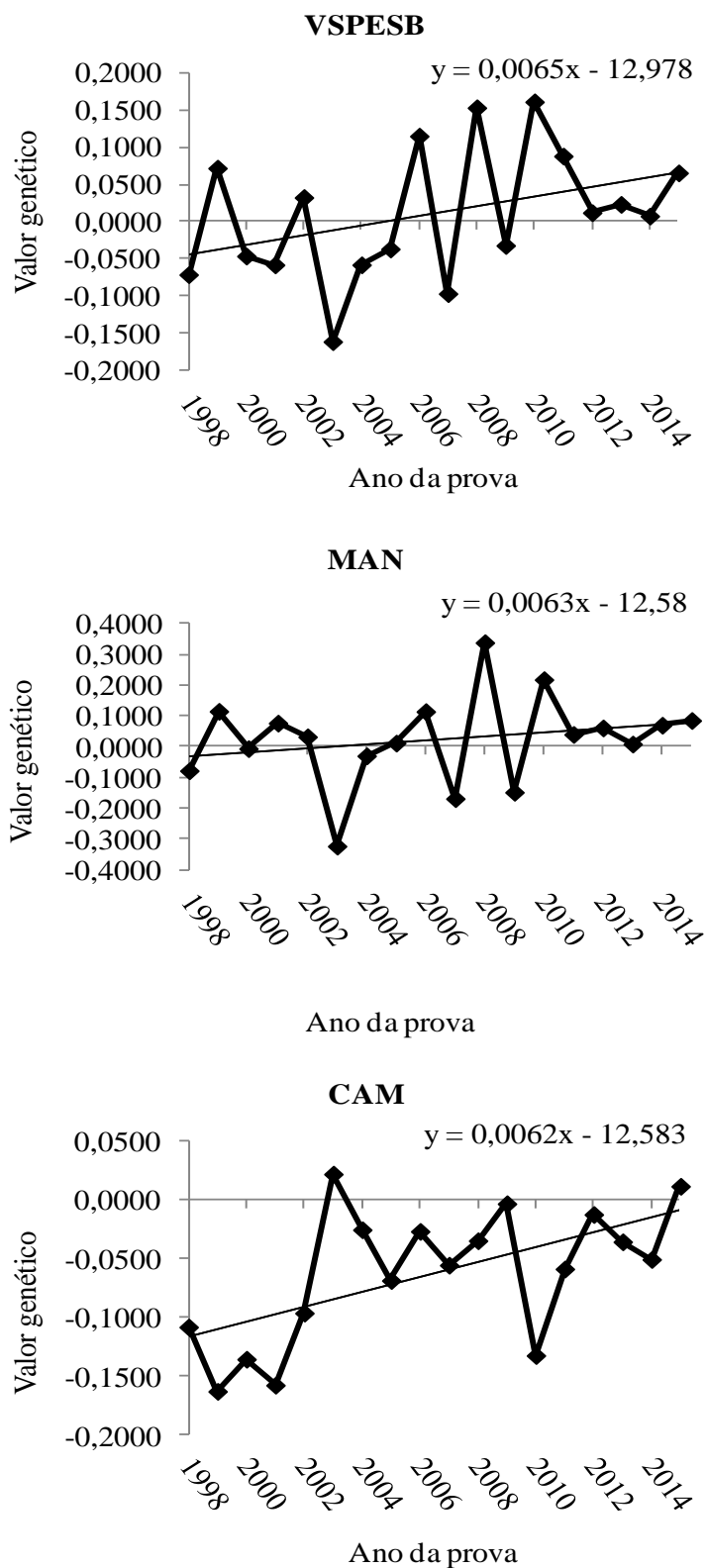


2

3 Figura 1 – Tendências genéticas em metros para características biométricas estudadas altura
 4 da cernelha (AC), perímetro torácico (PT) e circunferência de canela (CC) em uma população
 5 de equinos da raça Crioula.



- 1
- 2 Figura 2 – Tendências genéticas em pontos para as provas de morfologia (MOR), andadura
- 3 (AND) e figura (FIG) em uma população de equinos da raça Crioula.



- 1
- 2 Figura 3 – Tendências genéticas em pontos para as provas de voltas sobre patas e esbarradas
- 3 (VSPESB), mangueira (MAN) e campo (CAM) em uma população de equinos da raça
- 4 Crioula.

3. DISCUSSÃO

Os valores médios, referentes às características biométricas de altura da cernelha, perímetro torácico e circunferência de canela na população estudada encontram-se dentro da amplitude de medidas exigidas como padrão da raça indicados pela associação.

Observa-se que as médias das provas de figura, voltas sobre patas e esbarradas, mangueira e campo foram superiores a 10 pontos, mostrando que os animais em questão estão muito próximos do que se define como excelente, ou seja, da pontuação máxima (15).

A estimativa de herdabilidade para as características estudadas AC, PT, CC, MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN e CAM foram de moderadas a altas (0,42, 0,39, 0,55, 0,40, 0,37, 0,25, 0,33, 0,38 e 0,17), respectivamente, revelando que é possível obter ganhos genéticos futuros através da seleção fenotípica principalmente para as características de AC, PT, CC, MOR, AND, VSPEB e MAN.

As altas correlações genéticas estimadas entre as medidas biométricas, circunferência de canela com altura da cernelha e perímetro torácico, sugerem que a seleção com o objetivo de aprimorar estas características pode ser feita levando em conta apenas a medida de circunferência de canela.

Uma das características mais importantes na formação e continuidade de uma raça é a morfologia, característica esta que apresentou correlação negativa com quatro das nove características estudadas, variando de -0,20 (FIG) a -0,76 (MANG); todavia, a correlação com AND (0,67) e CAMP (0,84) foi positiva alta. Estes resultados sugerem que a seleção morfológica requer atenção especial, uma vez que, a medida que o plantel melhora quanto a morfologia, estará diminuindo o progresso genético, principalmente sobre as provas de VSPEB e MANG, devido a correlação genética negativa e a ação pleiotrópica dos genes.

As tendências genéticas encontradas neste estudo para as características biométricas AC (-0,00002cm), PT (0,0003cm) e CC (0,00004cm) foram próximas de zero; entretanto a seleção praticada para as mesmas foi exitosa, uma vez que estas medidas devem estar dentro de um padrão estabelecido pela ABCCC.

Já as tendências genéticas para as características morfofuncionais MOR, AND, FIG, VSPEB, MAN e CAM (0,0035, 0,0072, -0,003, 0,0065, 0,0063 e 0,0062 pontos, respectivamente), variaram de negativas a positivas ficando próximas de zero durante o período estudado. Isso pode estar relacionado aos métodos de seleção que cada produtor emprega em sua propriedade, entretanto, para que haja melhora nestas características deve ser implantado um programa de melhoramento na raça Crioula.

4. CONCLUSÃO GERAL

Outros estudos devem ser realizados utilizando-se mais medidas lineares e, principalmente, angulares para poder explicar de forma mais consistente sobre as interações que ocorrem entre estas medidas e o desempenho dos animais.

Um programa de melhoramento genético se faz necessário para a evolução da raça, e onde todos os criadores possam trabalhar juntos com o mesmo foco.

REFERÊNCIAS

ABCCC. **Regulamento de provas funcionais**.1999. 70p.

BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2023–2046. 2001.

FARIA, C. U. et al. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.75-86, jan./mar. 2007.

GARCIA-CORTÉS, L. A.; RICO, M.; GROENEVELD, E. Using Coupling with the Gibbs Sampler to Assess Convergence in Animal Models. **Journal of Animal Science**, v.76, p.441-447. 1998.

GELMAN, A.; RUBIN, D.B. Inference from iterative simulation using multiple sequences. **Statistical Science**, Hayward, v.7, n.4, p.457-511. 1992.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. **Bayesian Statistics 4** (eds. Bernardo, J.M.; Berger, J.O.; Dawid, A.P.; Smith, A.F.M.), New York: Oxford University Press, p.625-631. 1992.

GIANOLA, D.; FERNANDO, R.L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal of Animal Science**, v.63, p.217-244. 1986.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v.31, p.1109-44. 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>>. Acesso em: 20/05/2016.

MAGNABOSCO, C. D. U. **Estimativas de parâmetros genéticos em características de crescimento de animais da raça Nelore usando os métodos de máxima verossimilhança restrita e amostragem Gibbs**. 1997. 89p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>>. Acesso em 20/05/2016. Acesso em: 20/05/2016.

NOGUEIRA, D. A. et al. Proposta e avaliação de critérios de convergência para o método de Monte Carlo via Cadeias de Markov: casos uni e multivariados / Denismar Alves Nogueira. -- Lavras : UFLA, 2004. 121p. : il. LAVRAS MINAS GERAIS – BRASIL.

RAFTERY, A. E.; LEWIS, S. Comment: One long run with diagnostics: implementation strategies for Markov chain Monte Carlo. *Statistical Science, Hayward*, v.7, n.4, p.493-497, 1992.

RESENDE, M.D.V. de. Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. 434p. Tese Doutorado.

SOUZA, D. C. et al. Seasonal effects on behavioral traits of stabled Criollo stallions during semen collection. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.32, n.8, p.483. 2012.

WANG, C. S.; RUTLEDGE, J. J.; GIANOLA, D. Marginal inferences about variance components in a mixed linear model using Gibbs sampling. *Genetic Selection Evolution*, v.25, p.41, 1993.

YOKOO, M. JUN-ITI et al. O uso da estatística Bayesiana no melhoramento genético animal: uma breve explicação. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.12, n.4, p.247-257, out./dez. 2013.

ANEXO

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.
2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados preferencialmente em idioma Inglês. Os encaminhados em Português poderão ser traduzidos após a 1º rodada de avaliação para que ainda sejam revisados pelos consultores ad hoc e editor associado em rodada subsequente. Entretanto, caso não traduzidos nesta etapa e se aprovados para publicação, terão que ser obrigatoriamente traduzidos para o Inglês por empresas credenciadas pela Ciência Rural e obrigatoriamente terão que apresentar o certificado de tradução pelas mesmas para seguir tramitação na CR. As despesas de tradução serão por conta dos autores. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.
3. O artigo científico (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

4. A revisão bibliográfica (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

5. A nota (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

6. O preenchimento do campo "cover letter" deve apresentar, obrigatoriamente, as seguintes informações em inglês, exceto para artigos submetidos em português (lembrando que preferencialmente os artigos devem ser submetidos em inglês).

- a) What is the major scientific accomplishment of your study?
- b) The question your research answers?
- c) Your major experimental results and overall findings?
- d) The most important conclusions that can be drawn from your research?
- e) Any other details that will encourage the editor to send your manuscript for review?

Para maiores informações acesse o seguinte tutorial.

7. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

8. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

9. Disponibilizamos o arquivo de estilo para ser utilizado com o software EndNote (gerenciador de bibliografias para publicação de artigos científicos).

As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos:

Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

10. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

10.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. The practice of large animal surgery. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros. Manaus : INPA, 1979. 95p.

10.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. The thyroid. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

10.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. Sampling techniques. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

10.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research*, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. *Ciência Rural*, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

10.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

10.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad). 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

10.7. Boletim:

ROGIK, F.A. Indústria da lactose. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

10.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

10.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. Proceedings... Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. Transgênicos. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. Maturitas, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: [http://www. Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm](http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm)

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. Anais... Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

11. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

12. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

14. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

15. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

16. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

17. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

18. Todos os artigos encaminhados devem pagar a taxa de tramitação. Artigos reencaminhados (com decisão de Reject and Resubmit) deverão pagar a taxa de tramitação novamente. Artigos arquivados por decurso de prazo não terão a taxa de tramitação reembolsada.

19. Todos os artigos submetidos passarão por um processo de verificação de plágio usando o programa “Cross Check”.