

LUDMILLA DE FÁTIMA LEAL PEREIRA

Caracterização demográfica e estrutura genética populacional de equinos da raça Campolina

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof^a. Neide Judith Faria de Oliveira

Coorientadores:

Prof. Raphael Rocha Wenceslau

Prof. Rogério Marcos de Souza

MONTES CLAROS
2017

P436c Pereira, Ludmilla de Fátima Leal.
2017

Caracterização demográfica e estrutura genética populacional de equinos da raça Campolina / Ludmilla de Fátima Leal Pereira. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias / UFMG, 2017.
51 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Área de Concentração em Produção Animal, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

Orientadora: Prof.^a Neide Judith Faria de Oliveira.

Banca examinadora: Maria Dulcineia Costa, Diogo Gonzaga Jayme, Rogério Marcos de Souza, Raphael Rocha Wenceslau, Neide Judith Faria de Oliveira.

Referências: f: 25-30; 47-50.

1. Estrutura da população. 2. Endogamia. 3. Equinos. I. Oliveira, Neide Judith Faria. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 636.1

Elaborada pela Biblioteca Comunitária em Ciências Agrárias do ICA/UFMG

LUDMILLA DE FÁTIMA LEAL PEREIRA

**Caracterização demográfica e estrutura genética populacional de equinos da raça
Campolina**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Produção Animal da Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em
Produção Animal

Área de Concentração: Produção Animal
Linha de Pesquisa: Manejo e Criação dos
Animais

Orientador: Neide Judith Faria de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof^a. Maria Dulcinéia Costa
(Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES)

Prof. Diogo Gonzaga Jayme
(Escola de Veterinária da UFMG)

Prof. Rogério Marcos de Souza
(ICA/UFMG)

Prof. Raphael Rocha Wenceslau
(ICA/UFMG)

Prof^a. Neide Judith Faria de Oliveira (orientador)
(ICA/UFMG)

Montes Claros, 20 de fevereiro de 2017

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por mais uma etapa que estou concluindo, por todos os momentos vividos. Por todas as vezes que Ele foi à força que eu precisava, por me mostrar que com Ele tudo posso.

À Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina, pela confiança e concessão dos dados.

À minha família pelo apoio, paciência e orações.

À Laydiane, minha amiga e colega de profissão a qual foi essencial para conclusão desse trabalho.

À minha orientadora Prof^a. Neide, obrigada pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

Ao meu coorientador Prof. Raphael, obrigada pela paciência, disposição em ajudar e pelos ensinamentos que tanto contribuíram para esta pesquisa.

À CAPES pelo apoio financeiro e incentivo a pesquisa.

“Aprender é única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a estrutura demográfica e genética populacional da raça Campolina. Foram obtidas informações de registros genealógicos a partir do banco de dados cedido pela Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina (ABCCCampolina) referente a 107.630 animais registrados entre os anos de 1951 e 2016, entre machos, fêmeas e castrados provenientes de livros provisórios, definitivos fechados e abertos. Parâmetros populacionais demográficos de intervalo de gerações, idade média dos pais ao nascimento dos filhos, número máximo de gerações e contribuição genética dos rebanhos e avaliações genéticas foram calculados visando a estimar o número efetivo de fundadores e ancestrais, número efetivo populacional e coeficientes de endogamia e parentesco. Análises dos parâmetros demográficos e genéticos foram obtidas por meio do *software* ENDOG V4.9. Para a população avaliada, observou-se que 26.672 fêmeas e 4.321 machos utilizados para reprodução deixaram descendentes, com média de 4,01 filhos/égua e 25,44 filhos/reprodutor. Foi estimado número efetivo de fundadores e ancestrais contribuindo para a formação da raça Campolina equivalente a 60 e 54 indivíduos, respectivamente. O intervalo de gerações estimado foi de 8,96 anos. O coeficiente médio de endogamia calculado para a população Campolina foi igual a 2,44% e coeficiente médio de parentesco de 2,15%. Atenção deve ser dada ao processo de seleção e escolha dos animais a serem acasalados, para evitar perdas econômicas e funcionais em consequência da depressão endogâmica.

Palavras-chave: Endogamia. Parentesco. Genótipo. População.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the demographic structure and genetics population of Campolina horse breed. Were obtained information from genealogical records from the database provided by “*Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina*” on the 107,630 animals recorded between the years of 1951 and 2016, to males, females and gelded ones from sutured books definitive and closed and open. Parameters of population to generations interval, average age of parents at the birth of their offspring, maximum number of generations and genetic importance of studs and genetic evaluations in order to estimate the actual number of founders and ancestors, effective population size and inbreeding coefficient and average relatedness coefficient. Demographic parameters analyzes were obtained through the software ENDOG V4.9. For the population evaluated, it was observed that 26,672 dams and 4,321 sires used for breeding have left descendants, with an average of 4.01 offspring/dam and 25.44 offspring/sire. It has been estimated to actual number of founders and ancestors contributing to the formation of the Campolina horse breed equivalent to 60 and 54 individuals. Generations intervals was estimated to 8.96 years. The inbreeding coefficient calculated for the population Campolina was equal to 2.44% and average coefficient of relatedness was 2.15%. Attention should be given to the process of selection and choice of animals that will be mated to prevent economic losses and functional as a result of inbreeding depression.

Keywords: Inbreeding. Genotype. Kinship. Population.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição de animais da raça Campolina de acordo com o ano de nascimento.....	38
Figura 2 - Distribuição de animais da raça Campolina de acordo com o ano de registro.....	39
Figura 3 - Coeficiente médio de endogamia (F) na raça Campolina de acordo o ano de nascimento.....	41
Figura 4 - Coeficiente médio de endogamia na raça Campolina de acordo com o máximo número de gerações (EMMG) e coeficiente médio de endogamia considerando o número máximo de gerações completas (EMGC).....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de animais da raça Campolina de 1885 a 2016 em função do livro de registro.....	37
Tabela 2 – Número de filhos e coeficiente de endogamia dos principais reprodutores da raça Campolina.....	37
Tabela 3 - Intervalo de gerações (IG) e média de idade dos pais ao nascimento dos filhos considerando os quatro caminhos de seleção em equinos das raça Campolina.....	40
Tabela 4 - Número efetivo (N_e), número de gerações e incremento de endogamia (F) da população Campolina.....	43
Tabela 5 - Classificação dos rebanhos Campolina de acordo com a origem e uso dos garanhões.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS e SIGLAS

ABCCCAMPOLINA	Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina
R	Coeficiente de parentesco
cm	Centímetro
EMGC	Coeficiente médio de endogamia considerando número máximo de gerações completas
EMMG	Coeficiente médio de endogamia considerando máximo número de gerações
F	Coeficiente de endogamia
f_a	Número efetivo de ancestrais
f_e	Número efetivo de fundadores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Intervalo entre gerações
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mm	Milímetro
N_e	Tamanho efetivo populacional
SEAPA	Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais
SRD	Sem raça definida

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	Equideocultura no Brasil.....	15
3.2	Raça Campolina.....	15
3.3	Melhoramento genético de equinos.....	16
3.4	Endogamia e parentesco.....	17
3.5	Intervalo de gerações.....	19
3.6	Tamanho efetivo da população.....	20
3.7	Parâmetros genéticos.....	21
3.7.1	Herdabilidade.....	21
3.7.2	Correlação genética.....	22
3.8	Tendências genéticas.....	24
	Referências.....	25
4	ARTIGO	31
4.1	Artigo 1- Caracterização demográfica e estrutura genética populacional de equinos da raça Campolina.....	31
	ANEXO A - Principais fundadores da raça Campolina com maior número de progênies.....	50

1 INTRODUÇÃO

Os equinos estão intimamente relacionados com o desenvolvimento das sociedades por todo o mundo. Esses foram utilizados como meio de locomoção e transporte de cargas, na conquista de territórios e na colonização de povos. Em alguns locais da Europa serviram como fonte de carne e leite, sendo importantes ainda no preparo do solo, no manejo de outros animais e em atividades de lazer e esporte (FURTADO, 2004). Com a crescente utilização do cavalo para atividades relacionadas ao lazer, houve carência no desenvolvimento de animais que pudessem suprir essa necessidade (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006).

Para a espécie equina, a seleção é realizada, na maioria das vezes, com base em características de funcionalidade como andamento, premiações em provas, como corridas e funcionalidade. Dessa forma, os equinos podem ser avaliados por criadores, técnicos e árbitros em julgamentos nas exposições, mesmo que de forma não objetiva (COSTA *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*, 2011; PROCÓPIO, 2007).

Reconhecido como potência mundial no agronegócio, o Brasil possui participação relevante no âmbito econômico e social dessa cadeia produtiva, com envolvimento direto do setor equestre, como parte integrante da atividade pecuária no país, conforme classificado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (VIEIRA *et al.*, 2015). Esse setor gerou 607.329 empregos diretos e estima-se que são gerados 2.429.316 indiretos, com renda contabilizada de R\$16,15 bilhões em abril de 2015 (LIMA; CINTRA, 2016). O Estado de Minas Gerais é considerado o maior produtor em número de equídeos do país, uma vez que esse é sede de importantes criatórios nacionais (VIEIRA *et al.*, 2015).

Minas Gerais é considerado berço de relevantes raças utilizadas no Brasil. O cavalo Campolina originário desse estado é uma das utilizadas para montaria, na qual os animais foram selecionados em função de porte elevado e andamento cômodo, caracterizado pela marcha (ABCCCampolina, 2016). Com o desenvolvimento da raça, houve seleção e direcionamento dos acasalamentos, cujo propósito principal estava relacionado a melhoria de características ligadas à conformação e ao andamento dos animais (COSTA *et al.*, 1998). A seleção de indivíduos Campolina tinha por objetivo inicial a formação de equinos de porte alto, ágeis, resistentes, de boa aparência e andamento diferenciado. No decorrer do tempo, houve a necessidade de ser estabelecido o padrão para os animais serem considerados dentro do perfil racial, e na seleção de caracteres desejáveis (ABCCCampolina, 2016; CAROLINO *et al.*, 2011; FARIA *et al.*, 2004; VICENTE *et al.*, 2014; ZAMBORLINI *et al.*, 1996).

O conhecimento quanto às estruturas de populações é importante para verificar a distribuição geográfica, a forma de acasalamento, a reprodução e a constituição genética em qualquer grupo de indivíduos. Alguns parâmetros como estrutura populacional, herdabilidade, correlação genética e grau de parentesco, contribuem na avaliação de características e são utilizados para o delineamento de programas de melhoramento genético dos animais (COSTA *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*, 2011; PROCÓPIO, 2007). Estimar a herdabilidade consiste na proporção da variação total da característica observada, sendo influenciada por efeitos

genéticos aditivos, em razão da variância fenotípica (FALCONER; MACKAY, 1996). Para equinos, as características relacionadas à conformação possuem herdabilidade de média a alta e as de desempenho, de média a baixa, porém com variações. A associação genética entre duas ou mais características é denominada correlação genética. Assim, quanto maior for a correlação verificada entre duas características, mais intensa será a influência e consonância entre essas (COSTA *et al.*, 2005; DORNELLES *et al.*, 2012; FARIA *et al.*, 2004; PROCÓPIO, 2007; PROCÓPIO; BERGMANN; COSTA, 2003).

A endogamia é o resultado do acasalamento de indivíduos aparentados (FALCONER; MACKAY, 1996). É utilizada como ferramenta de seleção, para fixar caracteres zootécnicos desejáveis na população. Porém, quando utilizada sem conhecimento, pode ocasionar depressão endogâmica, provocando prejuízos no desempenho dos animais, na adaptação ao ambiente e na fertilidade (GONÇALVES *et al.*, 2011; PROCÓPIO, 2007). A avaliação do processo de seleção e acasalamento ao longo do tempo é importante na equideocultura, para avaliar a evolução genética da raça estudada (COSTA *et al.*, 2005; DORNELLES *et al.*, 2012).

Logo, conhecer parâmetros populacionais e genéticos do cavalo Campolina poderá permitir a identificação de fatores ambientais e características genéticas que irão influenciar no fenótipo. Fatores extrínsecos e intrínsecos possivelmente influenciam a conformação corporal dos equinos. Assim, em consequência do conhecimento dessas informações, criadores, técnicos e árbitros da raça conseguirão o melhor direcionamento e orientação quanto ao método de seleção mais eficaz para o plantel.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a estrutura populacional da raça Campolina por meio de parâmetros demográficos e genéticos.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar o coeficiente de parentesco e endogamia.
- Estimar o tamanho efetivo populacional.
- Determinar o intervalo médio de gerações da população Campolina.
- Avaliar a mudança do coeficiente médio de endogamia da população Campolina ao longo dos anos.
- Verificar tendência do coeficiente de endogamia da população Campolina ao longo dos anos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Equideocultura no Brasil

O cavalo desempenhou participação significativa na formação econômica, social e política do Brasil. Isso possibilita a compreensão quanto aos aspectos fundamentais da configuração do agronegócio equestre nacional em cadeia produtiva (CINTRA, 2010; LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006). A equinocultura brasileira foi nomeada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) como um dos componentes pecuários em razão da importância econômica e social (VIEIRA, 2011). Apesar de esse ramo ser parte integrante da economia nacional e da procura pelo lazer ser crescente, o mercado equestre é subdimensionado e existem muitas áreas a serem estudadas. Dessa forma, o segmento de equinos está em ascensão (CINTRA, 2010).

A conformação do Agronegócio Cavalo no Brasil é ainda pouco conhecida, principalmente quanto à contribuição na geração de renda e trabalho. O setor ainda é carregado de preconceitos, com a imagem do cavalo associada à elite, graças a motivos históricos (CINTRA, 2010; LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006). De acordo com dados obtidos por meio de senso demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) foram contabilizados 5.363,2 mil equinos, 902,7 mil asininos e 1.221,8 mil muares, com total de 7.487,7 mil equídeos no país em 2013 (SEAPA, 2015).

3.2 Raça campolina

A formação da raça Campolina iniciou-se em 1870 na Fazenda do Tanque, situada no município de Entre Rios de Minas. Cassiano Campolina foi considerado o idealizador da raça objetivando desenvolver animais de porte elevado, ágeis, resistentes e com boa aparência. Por meio do cruzamento entre égua de nome Medeia e reprodutor puro sangue Andaluz, originou-se o potro denominado Monarca, considerado marco inicial para a raça (FONTES, 1957; ABCCCampolina, 2016).

Para alcançar os propósitos estabelecidos, houve cruzamento de éguas nacionais, descendentes de animais provenientes daqueles trazidos por colonizadores, com reprodutores Andaluz, Anglo-Normando, Puro Sangue Inglês, Clydesdale, Oldemburguês, Holstein, American SaddleHorse e Mangalarga (FONTES, 1957). Atualmente, o cavalo Campolina é reconhecido por possuir andamento marchado característico e cômodo, proporcionando ao cavaleiro equitação suave e menor desgaste do animal (ABCCCampolina, 2016). A seleção para essa característica apresentou maior enfoque com sucessores de Cassiano Campolina, os quais visavam equinos de andamentos macios, andadura e marcha picada, levando em consideração a exigência do mercado (FONTES, 1957).

Em 1938, após os criadores e proprietários verificarem necessidade de consolidar o padrão racial para o grupo em formação, foi criado o serviço de registro genealógico, de responsabilidade do Consórcio Profissional Cooperativo dos Criadores de Cavalo Campolina, com sede em Barbacena, objetivando orientar seleção por meio de características oficiais (FONTES, 1957; BERBARI NETO, 2005). Contudo, na década de 1950 o consórcio não

atendia mais a necessidade dos criadores, e dessa maneira a Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina foi fundada em 1951, na cidade de Belo Horizonte, com novo padrão elaborado e vigente para registro dos animais visando a aperfeiçoar racialmente os equinos naquele período (FONTES, 1957).

A partir do regulamento disponibilizado em 1951, os animais foram agrupados em livros de genealogia, de acordo com o tipo de registro, sendo CP1 e CP2 destinados ao registro provisório (produtos resultantes de acasalamento de animais registrados em definitivo nos livros CP3, CP4, CP5 e CP6) de machos e fêmeas com idade inferior máxima de 180 dias. Os livros CP3, CP4, CP5 e CP6 representavam respectivamente os registros definitivos aberto (animais sem genealogia conhecida) e fechado (animais com registro provisório nos livros CP1 e CP2, que apresentavam características estabelecidas pelo padrão racial após parecer designado por técnico) para machos e fêmeas, acima de 36 meses. Além do livro CP8, para cavalos castrados, que abrange os animais inscritos nos livros CP1 e CP5, submetidos ao processo de orquiectomia total mediante o laudo do médico veterinário (ABCCCampolina, 2006).

Desde 31 de dezembro de 1966, a ABCCCampolina encerrou inscrições de machos Campolina sem genealogia conhecida, ou seja, livro aberto CP3. Fato este que ocorreu para as fêmeas em 31 de dezembro de 1993 (ABCCCampolina, 2006).

De acordo com Procópio, Bergmann e Costa (2003) ao estimar a proporção de indivíduos da raça Campolina até o ano 2000, observaram-se 4,6% (3.336) machos com registro definitivo fechado e 16,6% (11.996) fêmeas inclusas no livro definitivo. Os animais em livros provisórios compreendiam mais de 50% dos registros, com 21.627 (30%) machos e 18.605 (25,8%) fêmeas. Quanto aos indivíduos pertencentes ao CP3 e CP4, esses autores verificaram ainda 0,4 da população representada por machos e 16.138 (22,4%) por fêmeas.

A raça Campolina está presente em 22 dos estados brasileiros, sendo o sudeste do país o detentor da maior parte do plantel. Minas Gerais possui o maior efetivo Campolina, com 62,4% ou 41.493 animais, seguido por Rio de Janeiro 12.822 (19,3%), Bahia, 4.935 (7,4%) e São Paulo com 2.575 (3,9%) dos equinos (PROCÓPIO; BERGMANN; COSTA, 2003).

3.3 Melhoramento genético de equinos

O melhoramento genético é utilizado como importante ferramenta na produção animal, para obter melhor desempenho econômico de forma sustentável. O principal objetivo desse é a identificação e acasalamento de indivíduos considerados geneticamente superiores. Esse conceito depende do ambiente e cenário no qual a produção esteja inserida (OLESEN; GROEN; GJERDE, 2000).

Para a espécie equina, existem particularidades que a diferem de outras ao se tratar de melhoramento, pois, normalmente os rebanhos não são numerosos como para bovinos, aves e suínos, ou ainda, a atividade não possui objetivos econômicos bem definidos. Outro fator interferente, corresponde a avaliação fenotípica. Essa é realizada durante o registro dos animais e em provas de julgamento. Além da prática de mensuração de características

morfológicas, são realizadas provas funcionais em competições referentes ao andamento dos animais. Muitas vezes prêmios em competições são designados aos indivíduos de forma subjetiva (LAAT, 2001).

Embora as pesquisas com equinos sejam numerosas na literatura, é notável a falta de interesse por parte dos criadores por utilizar informações provenientes dessas para melhoria do plantel, visto que poucos determinam objetivos de seleção no próprio rebanho (REGATIERI; MOTA, 2012). Esse fato pode ser associado a atividade equestre não ser a fonte de renda principal para algumas propriedades o que diminui a importância do controle zootécnico do rebanho (MOTA; REGITANO, 2012; REGATIERI; MOTA, 2012; FARIA, 2016).

Segundo Faria (2016), para o melhoramento genético em equinos alcançar melhores resultados, é necessário organização e apoio de universidades e pesquisadores ao apresentar e disponibilizar resultados mais conclusivos para favorecer a seleção. Dessa maneira, em conjunto com as associações, que realizam o controle genealógico, estudos genéticos populacionais podem ser feitos e contribuir aos interessados no desenvolvimento das diversas raças e ainda para direcionar corretamente acasalamentos e seleção de modo eficaz (LAAT, 2001).

Estudos populacionais e sobre parâmetros genéticos para a raça Campolina são escassos. Pesquisa realizada por Fonseca (1973) caracterizou a estrutura da população Campolina em um rebanho. Em 2001, LaaT determinou para toda a população de animais nascidos entre 1997 a 2000, o tamanho efetivo e a taxa de endogamia. Procópio, Bergmann e Costa (2003), estimaram o coeficiente de endogamia, intervalo médio e número de gerações em animais registrados entre 1951 a 2000.

3.4 Parentesco e endogamia

O parentesco ocorre a partir da relação entre dois indivíduos que apresentem ao menos um ancestral em comum. Endogamia é definida como resultado do acasalamento entre indivíduos aparentados, sendo capaz de alterar a constituição genética da população (FALCONER; MACKAY, 1996).

De acordo Gutierrez e Goyache (2005), o coeficiente de parentesco (R) é estabelecido pela probabilidade de um alelo qualquer tomado ao acaso na população pertencer a determinado indivíduo e permite compreender a semelhança entre animais de ancestralidade compartilhada e avaliar redução de combinações genéticas. Já o coeficiente de endogamia (F) é definido como probabilidade de dois alelos idênticos por descendência estarem presentes em um mesmo indivíduo.

Em estudo realizado com um rebanho da raça Campolina, composto de 95 animais em idade reprodutiva, Fonseca (1973) observou endogamia média para os anos de 1952 a 1970 variando de 0,021 a 0,064. Para o cálculo do coeficiente médio de parentesco obtiveram-se valores entre 0,03 a 0,12 ao longo dos anos descritos. Indicando para este rebanho não haver tendência para a prática de endogamia ou divisão em diferentes famílias (FONSECA, 1973). LaaT (2001), observou para equinos Campolina nascidos entre 1997 e 2000, coeficiente de endogamia médio para a população atual, considerada pelo autor, igual a 3,7%.

Procópio, Bergmann e Costa (2003), relataram baixo coeficiente de endogamia (1,3%) para toda a população da raça Campolina ao estudar animais registrados até 1998. Os autores justificaram esse valor em consequência da inclusão de animais de genealogia desconhecida para o cálculo. Para os animais endogâmicos, F médio foi de 6,1%. O coeficiente de endogamia também foi calculado para avaliar a evolução entre as gerações e apresentou incremento de 1,9% a cada geração, o qual sugere que acasalamentos entre indivíduos aparentados sejam evitados (PROCÓPIO; BERGMANN; COSTA, 2003).

Valera *et al.* (2005), ao avaliar equinos Andaluz registrados até 1998, observaram F médio de 8,48% para aquela população e coeficiente de parentesco igual a 12,25%. Os valores obtidos foram justificados em consequência da utilização de garanhões *Carthusian* de maneira deliberada no final do século XX, em contrapartida para preservar a variabilidade genética na raça, os autores relataram ainda quanto o uso desigual de equinos *Carthusian* para reprodução. Para a raça Hispano-Árabe, por meio da avaliação do coeficiente de endogamia anual foi possível verificar a variação constante da consanguinidade. Na década de 1990 valores máximos para endogamia foram registrados, chegando a valores de 17%, fato explicado por introdução de animais procedentes de cruzamentos entre as raças originais e a Hispano-Árabe (GÓMEZ; RONQUILLO; DELGADO, 2011).

Ao avaliar um rebanho da raça Mangalarga Marchador Gonçalves *et al.* (2012), obtiveram coeficiente médio de endogamia equivalente a 1,4%, o qual indica a frequência reduzida de acasalamentos entre animais aparentados e pode estar relacionado ao uso de equinos com genética variável. Considerando somente indivíduos endogâmicos F médio foi igual a 5,3% variando de 0,1 a 28,1%.

Pinheiro *et al.* (2013) buscando caracterizar equinos da raça Sorraia por meio do *pedigree* relataram F de 26,99% para toda a população e F de 27,54% com exclusão dos fundadores. Após a fundação da associação, nos primeiros cinco anos não ocorreram registros quanto aos nascimentos, sendo que parte dos produtos originados eram provenientes de acasalamentos entre indivíduos considerados fundadores, fator esse que contribuiu para que o coeficiente de endogamia permanecesse nulo. O valor encontrado para F é explicado pelos autores em função do pequeno número de fundadores, tamanho efetivo populacional reduzido, isolamento genético e uso de determinados animais para reprodução de maneira exacerbada. Dessa maneira, Kjöllérström, Gama e Oom (2015), afirmaram sobre a necessidade de promover o controle do elevado nível de endogamia na raça Sorraia.

Avaliando a população de equinos Holstein até o ano de 2010, Roos *et al.* (2015) relataram coeficiente de endogamia médio para a população referência, ou seja, todos os animais, equivalente a 2,27%, ao averiguar indivíduos endogâmicos obteve-se valor igual a 2,47% e para toda a população o F calculado foi de 1,57%. Os autores observaram ainda aumento da endogamia por tempo, de 1% na primeira geração da população referência. Sendo que na última geração avaliada, a qual compreendia os anos de 2000 a 2010, foi constatada redução de F igual a 0,8%. Elevação dos níveis de endogamia não foram descritos para 2008 e anos seguintes, com médias estagnadas em 2,9%.

O principal efeito da endogamia é a homozigose, originando organismos semelhantes geneticamente e, conseqüentemente redução na frequência de heterozigotos (FALCONER; MACKAY, 1996). Altos níveis de consanguinidade podem elevar a presença de genes deletérios indesejáveis, ou seja, depressão endogâmica. Entretanto, apesar da redução no mérito fenotípico de equinos, essa prática é comum aos criadores de animais puro sangue (BINNS *et al.*, 2011; GONÇALVES *et al.*, 2011; QUEIROZ *et al.*, 2000). Além disso, outro ponto a ser levado em consideração na avaliação do coeficiente de consanguinidade é a inseminação artificial, no qual há aumento do número de progênies de pais campeões, e pode ser atribuído a redução na variabilidade genética da população estudada (ASSIS *et al.*, 2009).

3.5 Intervalo de gerações

O intervalo médio de gerações (IMG) refere-se à idade média dos progenitores ao nascimento dos descendentes que serão utilizados como reprodutores na geração subsequente. O IMG pode ser avaliado separadamente para machos e fêmeas, permitindo melhor diagnóstico da estrutura de acasalamentos dos animais (FALCONER; MACKAY, 1996; JAMES, 1977). Esse parâmetro permite verificar o tempo de transferência dos genes entre pais e filhos. Por isso, é necessário ser valorizado, uma vez que, é importante estimar o avanço genético nas características produtivas exploradas (FALCONER; MACKAY, 1996; PEREIRA, 2012).

Menor intervalo de geração é almejado visando ao progresso genético anual na população, com propósito de favorecer a introdução rápida de atributos e qualidades econômicas desejáveis nos rebanhos e em programas de seleção (FARIA, 2016). Nos equinos distintamente de outras espécies com finalidades produtivas, o IMG é longo em razão de características reprodutivas peculiares como longa gestação, maior idade ao primeiro parto das éguas e tempo necessário para prova e confirmação do desempenho dos machos e das proles em competições (PEREIRA, 2012; FARIA, 2016). Além disso, é possível observar variação do IG quanto as diferentes raças, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Intervalo médio de gerações em diferentes raças de equinos, de acordo com a literatura

Raça	Intervalo médio de gerações (ano)	Referências
Brasileiro de Hipismo	9,86	Dias <i>et al.</i> , 2000
Campolina	8,7	Procópio <i>et al.</i> , 2003
Andaluz	10,11	Valera <i>et al.</i> , 2005
Mangalarga	9,49	Mota <i>et al.</i> , 2006
Mangalarga Marchador	8,98	Gonçalves <i>et al.</i> , 2011
Sorraia	7,94	Pinheiro <i>et al.</i> , 2013
Quarto de Milha	9,30	Faria, 2016

Fonte: Adaptado de Mota e Regitano, 2012.

Segundo Faria (2016), a utilização de técnicas reprodutivas como inseminação artificial e transferência de embrião, podem viabilizar que animais em competição possam ser utilizados como reprodutores e assim constituir novas gerações. Porém, para a espécie equina esse método ainda é falho na redução do IMG, sendo necessária a busca por outras alternativas, como a avaliação de animais jovens.

3.6 Tamanho efetivo da população

O tamanho efetivo (N_e) populacional é o número de indivíduos hipotéticos que geraria a taxa de endogamia da população real caso essa estivesse sob acasalamento ao acaso (FALCONER; MACKAY, 1996).

O N_e está ligado à frequência de acasalamentos endogâmicos realizados em uma população. Considerando fixo o número de animais, o tamanho efetivo populacional será menor quanto maior a frequência de acasalamento entre animais com relação de parentesco. A determinação do tamanho efetivo populacional é importante para o controle da variabilidade genética da população, planejamento de inclusão de novos materiais genéticos e delineamento de acasalamentos. O cálculo do N_e facilita a compreensão dos efeitos de variação do número de machos e de fêmeas, utilizados para reprodução, e do tamanho de famílias sobre a mudança da endogamia média da população e suas consequências (FALCONER; MACKAY, 1996).

Assim sendo, a descrição da população quanto à constituição genética, pode ser retratada por meio da proporção ou porcentagem de genótipos ou de alelos. Com isso, a constituição do grupo genético estará ligada à transmissão dos genes de uma geração à outra (FALCONER; MACKAY, 1996; PROCÓPIO; BERGMANN; COSTA, 2003).

Na avaliação da estrutura populacional formada de rebanho da raça Campolina entre os anos de 1952 a 1970, constatou-se N_e menor que o número real entre os quatro períodos acompanhados. O N_e obtido para o período 1952-1956 foi de 27,47; em 1957-1961 número de 32,20; 1962-1966 equivalente de 27,75 e N_e de 19,76 foi verificado entre 1967-1970 (FONSECA, 1973). A mudança relatada neste estudo pode justificar-se ao fato da população efetiva ser também representada como a estimativa da quantidade de indivíduos dentro de uma área geográfica aptos para o acasalamento (LAAT, 2001; PROCÓPIO, 2007), fato esse recorrente para o grupo estudado por Fonseca (1973) pois, no período de maior N_e relatado observou-se maior quantidade de machos e fêmeas em fase reprodutiva.

O número efetivo de fundadores (f_e) e número efetivo de ancestrais (f_a), são relevantes pois possibilitam avaliar variabilidade genética de determinada população. Dessa maneira, a contribuição de fundadores pode ser calculada de acordo com o f_e , que representa o número de animais necessários para originar a mesma diversidade genética da população atual. O número efetivo de ancestrais é definido pelo número de ancestrais (fundadores ou não) necessários para explicar a diversidade genética da população selecionada. Esse parâmetro é complementar ao resultado obtido por f_e , ao considerar perdas na variabilidade genética, em função de estrangulamentos (*bottlenecks*) que ocorrem em consequência do uso frequente de

determinados animais para reprodução (BOICHARD *et al.*, 1997; GUTIÉRREZ; GOYACHE, 2005; LACY, 1989; ROOS *et al.*, 2015).

Pinheiro *et al.* (2013) ao avaliar equinos Sorraia, encontraram f_e de 7,46 para toda a população, valor esse aproximadamente a metade do número de fundadores que foi igual a 13 animais. O qual é explicado pela possível perda na variabilidade genética, por meio do uso de maneira desbalanceada de determinados indivíduos. Quanto ao f_a obtido, quatro animais foram considerados ancestrais. Conforme Boichard *et al.* (1997), é justificado em consequência a superestimação para o cálculo do f_e , que não considera eventuais gargalos que possam acontecer ao longo do processo de seleção, em contrapartida para estimar f_a é contabilizada a contribuição de qualquer antepassado que ainda não tenha sido avaliado.

3.7 Parâmetros genéticos

Na espécie equina, as características morfológicas, obtidas por meio de mensurações morfométricas, tais como: altura da garupa e altura da cernelha, as quais são relevantes em razão de estarem associadas com a funcionalidade e aptidão a qual o animal será destinado. Esses atributos são importantes para estabelecer critérios na seleção de cavalos conforme a finalidade desejada (FARIA *et al.*, 2004; ZAMBORLINI *et al.*, 1996).

Com o estabelecimento da importância de cada característica morfológica, os parâmetros genéticos como herdabilidade e correlações genéticas podem ser considerados. Uma vez que essas variáveis possuem importância econômica e as particularidades podem ser utilizadas como base para programas de seleção (ZAMBORLINI, 1996).

3.7.1 Herdabilidade

A herdabilidade pode ser conceituada como proporção de variâncias, mais especificamente, como a razão entre a variância genética aditiva e a fenotípica. Esse parâmetro determina a importância da alteração dos valores genéticos aditivos frente à variação total da característica de interesse (FALCONER; MACKAY, 1996; VISSCHER; HILL; WRAY, 2008).

Zamborlini *et al.* (1996), estudando as medidas lineares em cavalos da raça Mangalarga Marchador, estimaram valores de herdabilidade de 0,40 para perímetro torácico e 0,80 para comprimento de dorso. Altura na cernelha e altura na garupa apresentaram herdabilidade de 0,49 e 0,48, respectivamente (ZAMBORLINI *et al.*, 1996). Costa *et al.* (1998), relataram estimativas para herdabilidade variando de 0,24 a 0,52 para características de comprimento de pescoço e alturas na cernelha e garupa, respectivamente, ao avaliar medidas lineares de Pôneis da Raça Brasileira. Valores para essas medidas variando de moderados a altos podem ser indicativo de resposta à seleção massal, obtida por meio de informações fenotípicas dos animais (FARIA *et al.*, 2004; ZAMBORLINI *et al.*, 1996).

Para a população da raça Pantaneira as estimativas de herdabilidade observadas variaram de moderada a muito alta, com valores entre 0,27 e 0,83 para comprimento da

cabeça e perímetro torácico, respectivamente. O qual pode ser atribuída ao método e diretriz de seleção adotada pelos criadores de cavalos (MISERANI *et al.*, 2002).

Çilek em 2012 avaliou potros Turco-árabes quanto a algumas características morfométricas em momentos distintos, sendo ao nascimento, aos seis meses, um ano e aos dois anos de idade. Observou-se herdabilidade alta para altura na cernelha, equivalente a 0,47 ao nascimento e a 0,58 aos seis meses, o que poderia contribuir para seleção de animais jovens a partir dos valores obtidos para essa medida, proporcionando melhoramento genético. Quanto ao comprimento corporal foi possível estimar valores de herdabilidade moderadas, com ápice para a idade de um ano, de 0,46. Para a raça estudada, os autores relataram sobre a seleção atual que visa a equinos com maior comprimento do corpo e melhor desempenho em corridas. Dessa maneira, seleção individual ou em massa poderiam ser adotadas para a população avaliada, contudo, seleção massal poderia contribuir para aumento gradativo por período de tempo maior para cavalos Turco-árabe (ÇILEK, 2012). Por meio dos resultados verificados, a seleção precoce pode ser eficaz em programa de melhoramento. Contudo, deve ser levado em consideração o uso de determinados reprodutores na escolha dos casais para acasalamentos, tendo em vista favorecimento das características desejadas e não aumento da endogamia (ÇILEK, 2012).

Sole *et al.* (2014), ao avaliarem a população de equinos Menorca, puderam observar para todas as características de altura e comprimento mensuradas, variação quanto a herdabilidade entre 0,43 para comprimento de garupa e 0,75 para comprimento corporal, sendo consideradas altamente herdáveis. De acordo os autores, os resultados obtidos para herdabilidade podem ter apresentado influência em função das diferenças dentro da população estudada.

Vicente *et al.* (2014), ao avaliarem equinos Lusitano quanto a pontuação para características morfológicas de cabeça e pescoço, espádua e cernelha, peito e tórax, dorso e lombo, garupa e membros obtiveram herdabilidade entre 0,07 e 0,18. Para a característica andamento foi observado valor equivalente a 0,17. Os baixos valores encontrados podem ser atribuídos ao sistema de classificação utilizado para avaliar os indivíduos, o qual pode contribuir para aumento da variabilidade ambiental, uma vez que, o método adotado é de caráter subjetivo e algumas características possuem diferentes escalas de pontuação. Para a medida morfométrica de altura na cernelha a herdabilidade estimada foi equivalente a 0,61 (VICENTE *et al.*, 2014).

Avaliando equinos Quarto de Milha, Pereira *et al.* (2014), relataram alta herdabilidade para comprimento do corpo (0,74) e comprimento dorso-lombo (0,61) e moderada para altura na cernelha (0,44) e comprimento da garupa (0,47). Indicando dessa maneira a variância genética para a raça, o qual poderia contribuir para programas de seleção (PEREIRA *et al.*, 2014).

3.7.2 Correlação genética

A correlação genética mede a probabilidade de duas características distintas serem influenciadas da mesma forma pelos mesmos genes. A pleiotropia é a principal responsável por essas correlações, sendo definida como a atuação de um gene em mais de uma característica (FALCONER; MACKAY, 1996).

Em animais da raça Mangalarga Marchador, Zamborlini *et al.* (1996) encontraram correlações de -0,09 para perímetro de canela e comprimento do dorso, e 0,96 para altura de cernelha e altura de garupa. Em razão da maior parte das características estudadas apresentar correlação com valor igual ou superior a 0,30, foi relatado o sinergismo para a maioria das propriedades morfológicas (ZAMBORLINI *et al.*, 1996).

Costa *et al.* (1998), avaliando Pôneis da Raça Brasileira, verificaram correlação entre alturas na cernelha e na garupa e entre comprimentos do pescoço e corpo, sugerindo ação dos mesmos genes sobre essas características. Assim, ao selecionar determinada característica com maior precisão na mensuração, haverá favorecimento para seleção de outras concomitantemente.

Para a raça Campolina, Santos (2006) estimou a correlação entre quatro medidas: altura de cernelha, altura de garupa, comprimento do corpo e perímetro torácico. Altura na cernelha e altura na garupa demonstraram alta correlação genética (0,98), conforme esperado, pois o equilíbrio entre essas medidas é essencial para o bom andamento do animal (SANTOS 2006; ZAMBORLINI *et al.*, 1996).

Equinos da raça Brasileiro de Hipismo apresentaram maior correlação genética entre peso e altura, nas fases de crescimento inicial, entre seis a nove meses de idade e final, acima de 48 meses. Para a fase intermediária, de nove a 36 meses foram encontrados os menores valores. Isso pode ser atribuído a maior participação do ambiente nas características fenotípicas dos indivíduos em idades intermediárias. Para cavalos sem raça definida (SRD) não houve mudanças significativas da correlação entre peso e altura ao longo do tempo (CAMPOS *et al.*, 2007).

Pereira *et al.* (2014), avaliando equinos Quarto de Milha relataram correlação positiva e alta entre as características de comprimento do corpo e comprimento de garupa (0,80) e comprimento do corpo e comprimento de dorso-lombo (0,76), as quais são amplamente visadas, uma vez que, o objetivo da seleção consiste em obter animais com melhor desempenho em corridas. Dessa maneira, para desempenho superior, o comprimento da garupa poderia ser considerado, em virtude de sua relevância na movimentação e propulsão dos membros posteriores, adjunto ao maior comprimento corporal e consequente aumento do comprimento dorso-lombo (Pereira *et al.*, 2014).

Para a raça Pantaneira ao avaliar a correlação existente entre medidas morfométricas, foi verificada correlação de alta magnitude para grande parte das características, com exceção para perímetro torácico, com valores baixo ou negativos. Os resultados obtidos poderiam resultar em aumento no tamanho dos animais, em virtude, de possível ação de reduzido número de genes sobre as medidas morfométricas, ou ainda em função do baixo coeficiente de

variação que pode ter associação a preferência dos técnicos de registro (MISERANI *et al.*, 2002).

3.8 Tendências genéticas

Ao implantar programa de seleção é necessário monitoramento quanto a evolução genética das características selecionadas. Por meio do cálculo de tendências genéticas ao longo do tempo, é possível verificar o progresso genético, além de contribuir na realização de ajustes necessários e assim avaliar o resultado adotado para a seleção (EUCLIDES *et al.*, 2000).

Na literatura, trabalhos referentes a tendências genéticas de características observadas em equinos, são ainda pouco relatados, com ênfase para raças criadas nacionalmente. Em estudos com pôneis da raça Brasileira, foi estimada tendência favorável para algumas características, como redução na altura da cernelha (0,075 cm para cada ano de registro), menor diminuição da altura de garupa (0,25 cm no decorrer de 25 anos). Esses resultados mostraram que os critérios de seleção podem estar promovendo mudanças genéticas para essas características (COSTA *et al.*, 2001).

Para equinos do exército Brasileiro foi descrito aumento de 2,2 mm ao ano como tendência fenotípica para altura na cernelha aos 24 meses. Este fato foi antagonista à tendência genética, sendo possível, em função do ambiente favorável para a expressão real do potencial genético (DORNELLES *et al.*, 2012).

REFERÊNCIAS

ASSIS, J.B.; LAAT, D. M.; PEIXOTO, M. G.; BERGMANN, J. A.; FONSECA, C. G.; CARVALO, M. R. Genetic diversity and population structure in Brazilian Mangalarga Marchador horses. **Genetic and Molecular Research**, v. 8, n. 4, p. 1519-1524, 2009. Disponível em: <http://www.researchgate.net/profile/Maria_Raquel_Carvalho/publication/41041917_Genetic_diversity_and_population_structure_in_Brazilian_Mangalarga_Marchador_horses/links/02bfe50ddb88b74264000000.pdf>. Acesso em: 31 out. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DO CAVALO CAMPOLINA - ABCCCAMPOLINA, 2016. Disponível em: <http://www.campolina.org.br/portal/historia_raca.php#>. Acesso em: 23 out. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DO CAVALO CAMPOLINA (2006) Regulamento do Serviço de Registro Genealógico da ABCCCampolina. Belo Horizonte, MG. 18p.

BERBARI NETO, F. **Evolução de medidas lineares e avaliação de índices morfométricos em ganhões da raça Campolina**. 2005. 107f. Dissertação (Mestre em Produção Animal). Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense – Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://uenf.br/Uenf/Downloads/PGANIMAL_3896_1164631679.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

BINNS, M. M.; BOEHLER, D. A. BAILEY, E.; LEAR, T. L. CARDWELL, J. M.; LAMBERT, D. H. Inbreeding in the Thoroughbred horse. **Animal Genetics**, v. 43, p. 340-342, 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2052.2011.02259.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=>>>. Acesso em: 16 out. 2015.

BOICHARD, D.; Maignel, L.; VERRIER, E. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. **Genetics Selection Evolution**, n. 29, p. 5-23, 1997. Disponível em: <http://www.gse-journal.org/articles/gse/pdf/1997/01/GSE_0999-193X_1997_29_1_ART0001.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

CAMPOS, V. A. L.; MCMANUS, C.; FUCK, B. H.; CASSIANO, L.; PINTO, B. F.; BRAGA, A.; LOUVANDINI, H.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A. Influência de fatores genéticos e ambientais sobre as características produtivas no rebanho equino do Exército Brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 23-31, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v36n1/a04v36n1.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.

CAROLINO, N.; VICENTE, A.; SILVA, M. C.; LEITE, J. V. Raça equina Garrana: parâmetros genéticos para características morfo-funcionais. **Actas Ibero americanas de Conservación Animal**, v. 1, p. 445-448, 2011. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ES2013103190>>. Acesso em: 15 out. 2015.

CINTRA, A. G. C. **O cavalo**: característica, manejo e alimentação. São Paulo: Rocca, 2010. 358p.

COSTA, M. D.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S.; PEREIRA, J. C. C.; REZENDE, A. S. C. Tendência genética de medidas lineares de pôneis da raça Brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 2, p. , 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352001000200020&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 out. 2015.

COSTA, M. D.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S.; REZENDE, A. S. C. R.; PEREIRA, J. C. C. Avaliação dos fatores genéticos e de ambiente que interferem nas medidas lineares dos pôneis da raça Brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 491-497, 1998. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2115.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2015.

COSTA, M. D.; BERGMANN, J. A. G.; RESENDE, A. S. C. FONSECA, C. G. Análise temporal da endogamia e do tamanho efetivo da população de equinos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 1, p. 112-119, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n1/a15v57n1.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2015.

ÇILEK, S. Heritability parameter for some body measurements in Turkish Arabian foal. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 13, n. 4, p. 323-329, 2012. Disponível em: <http://www.sid.ir/en/VEWSSID/J_pdf/102320124108.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DORNELLES, M. A.; ARAÚJO, R. O.; EVERLING, D. M.; WEBER, T.; LOPES, J. S.; PACHECO, P. S.; BREDA, F. C.; RORATO, P. R. N. Genetics parameters and genetic and phenotypic trends of performance traits of equines from the Brazilian Army. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1419-1425, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n6/15.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.

EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, L. O. C.; ALVES, R. G. O.; FIGUEIREDO, G. R. Tendência genética na raça Gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 787-791, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n4/4745.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. Introduction to quantitative genetics. 4ed. Malaysia: Longman; 1996.

FARIA, R. A. S. **Estrutura populacional e parâmetros genéticos da característica classe de tempo em corridas de equinos da raça Quarto de Milha**. 2016. 69f. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Jaboticabal, São Paulo.

FARIA, R.; SILVA, M. A.; BUENO, R. S.; TORRES, R. A.; LOPES, P. S.; EUCLYDES, R. F.; PEREIRA, J. C. C.; BERGMANN, J. A. G.; FRIDRICH, A. B.; FERREIRA, I. C. Avaliação genética e fenotípica de características de conformação em potros de três raças equinas. **Revista Ceres**, v. 51, n. 259, p. 333-344, 2004. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2970/870>>. Acesso em: 10 out. 2015.

FONSECA, C. G.; **Formação e evolução de um rebanho equino da raça Campolina**. 1973. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

FONTES, L. R. **Origem e Características do Cavalo Campolina**. 1957. 60p. Tese (Professor Catedrático em Zootecnia) Belo Horizonte, Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais.

FURTADO, C. E. Perspectivas Da Eqüinocultura No Brasil, In: Congresso Brasileiro de Zootecnia. Brasília, **Anais...** Brasília, DF. 2004. Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/23159-Perspectivas-equinocultura-Brasil.html>>. Acesso em: 18 março 2015.

GÓMEZ, M.; RONQUILLO, J.; DELGADO, J. V. Comportamiento de los niveles de consanguinidad en la raza equina Hispano-Árabe. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v. 1, p. 89-101, 2011. Disponível em: <http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Gomez2011_1_98_101.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

GONÇALVES, R. W.; COSTA, M. D.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; COSTA, M. R.; SILVA, E. S. Efeito da endogamia sobre características reprodutivas em um rebanho da raça Mangalarga Marchador. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 641-649, 2011. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2112/1134>>. Acesso em: 10 out. 2015.

GONÇALVES, R. W.; COSTA, M. D.; REZENDE, A. S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; LEITE, J. R. A. Efeito da endogamia sobre características morfométricas em cavalos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 2, p. 419-426, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v64n2/a23v64n2.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.

GUTIÉRREZ, J. P.; GOYACHE, F. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 122, p. 172-176, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção da Pecuária Municipal, 2013. Disponível em:

<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pd>
. Acesso em 29 jun. 2015.

JAMES, J. W. A note on selection differential and generation length when generations overlap. **Animal Production**, v. 24, n. 1, p. 109-112, 1977. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/232017905_A_note_on_selection_differential_and_generation_length_when_generations_overlap> Acesso em: 10 nov. 2015.

KJÖLLERSTRÖM, H. J.; GAMA, L. T.; OOM, M. M. Impact of inbreeding on fitness-related traits in the highly threatened Sorraia horse breed. **Livestock Science**, v. 180, n. , p. 84-89, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281125297_Impact_of_inbreeding_on_fitness-related_traits_in_the_highly_threatened_Sorraia_horse_breed>. Acesso em: 20 ago. 2016.

LAAT, D. M. **Contribuição genética de fundadores e ancestrais na raça Campolina**. 2001. 41f. Mestrado em genética do Departamento de Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.pggenetica.icb.ufmg.br/defesas/11M.PDF>>. Acesso em: 10 out. 2015.

LIMA, R. A. S.; CINTRA, A. G. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo, MAPA. Brasília, 2016, p. 56. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Equideocultura/revisaoestudoequinos-WEB.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. Estudo do complexo do agronegócio cavalo, CEPEA/ESALQ/USP **relatório final**. Piracicaba, 2006 p. 251. Disponível em <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/cavalo_completo.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2015.

MISERANI, M. G.; MCMANUS, C.; SANTOS, S. A.; SILVA, J. A.; MARIANTE, A. S.; ABREU, U. G. P.; MAZZA, M. C.; SERENO, J. R. B. Heritability estimates for biometric measures of the Pantaneiro Horse. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, p. 107-112, 2002. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_22_16_13miserani1.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

MOTA, M. D. S.; REGITANO, L. C. A. Some Peculiarities of Horse Breeding, *Livestock Production*, Dr. Khalid Javed (Ed.), In Tech, 2012. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/livestock-production/some-peculiarities-of-horse-breeding>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

MOTA, M. D. S.; PRADO, R. S.; SOBREIRO, J. Caracterização da população de cavalos Mangalarga no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 31-37, 2006. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/09_19_28_05CaracterizacaoMota.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2015.

OLESEN, I.; GROEN, A. F.; GJERDE, B. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 570-582, 2000. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/78/3/570>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2012. 758p.

PEREIRA, G. L.; MEIRA, C. T.; SILVA, J. A. II V.; CHARDULO, L. A. L.; CURI, R. A. Estimativas de parâmetros genéticos para características morfométricas em cavalos Quart de Milha de corrida. **Ciência & Tecnologia**, v. 6, número especial, p. 44-48, 2014. Disponível em: <<http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/view/464/pdf>>. Acesso: 01 jan. 2016.

PINHEIRO, M.; KJÖLLERSTRÖM, H. J.; OOM, M. M. Genetic diversity demographic structure of the endangered Sorraia horse breed assessed through pedigree analysis. **Livestock Science**, v. 152, n. 1, p. 1-10, 2013. Disponível em: <[http://www.livestockscience.com/article/S1871-1413\(12\)00438-6/abstract](http://www.livestockscience.com/article/S1871-1413(12)00438-6/abstract)>. Acesso em: 05 mar. 2016.

PROCÓPIO, A. M. Melhoramento animal em equídeos. In: I Simpósio Mineiro de Equideocultura, 2007, Viçosa. **Anais...Viçosa**. [s.n.] 2007. p. 23.

PROCÓPIO, A. M.; BERGMANN, J. A. G.; COSTA, M. D. Formação de demografia da raça Campolina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 3, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352003000300018&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 out. 2015.

QUEIROZ, S. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; LAZONI, N. A. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1014-1019, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n4/5613.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

REGATIERI, I. C.; MOTA, M. D. S. Melhoramento genético de equinos: aspectos bioquímicos. **ARS Veterinária**, v. 28, n. 4, p. 227-233, 2012. Disponível em: <<http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/view/523/494>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

ROOS, L.; HINRICH, D.; NISSEN, T.; KRIETER, J. Investigation in to genetic variability in Holstein horse breed using pedigree data. **Livestock Science**, v. 177, p. 25-32, 2015.

SANTOS, L. M. **Morfologia e genética do cavalo Campolina**. 2006. 49f. Dissertação (Mestre em Genética). Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, Minas Gerais. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp057170.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2015.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – SEAPA. Equideocultura. **Boletim Agropecuário**, [s. v.], n. 5, 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/equideocultura_fev_2015%5b1%5d.pdf> . Acesso em: 14 mar. 2015.

SOLE, M.; CERVANTES, I.; GUTIERREZ, J. P.; GOMEZ, M. D.; VALERA, M. Estimation of genetic parameters for morphological and functional traits in a Menorca horse population. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 1, p. 125-132, 2014. Disponível em: <<http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/4686/2013>>. Acesso em: 16 out. 2015.

VALERA, M.; MOLINA, A.; GUTIÉRREZ, J. P.; GÓMEZ, J.; GOYACHE, F. Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. **Livestock Production Science**, v. 95, n. , p. 57-66, 2005. Disponível em: <<http://eprints.ucm.es/5707/>>. Acesso em: 04 mai. 2016.

VICENTE, A. A.; CAROLINO, N.; RALÃO-DUARTE, J.; GAMA, L. T. Selection for morphology, gaits and functional traits in Lusitano horses: II. Fixed effects, genetic trends and selection in retrospect. **Livestock Science**, v. 164, p. 13-25, 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/S1871141314001693/1-s2.0-S1871141314001693-main.pdf?_tid=d4a55b58-7f20-11e5-9834-00000aacb35d&acdnat=1446221648_3a7f6b927312eb58a8f3d6f3f6d0a62>. Acesso em: 10 out. 2015.

VIEIRA, E. R.; REZENDE, A. S. C.; LANA, A. M. Q.; BARCELOS, K. M. C.; SANTIAGO, J. M.; LAGE, J.; FONSECA, M. G.; BERGMANN, J. A. G. Caracterização da equideocultura no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 319-323, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v67n1/0102-0935-abmvz-67-01-00319.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

VISSCHER, P. M.; HILL, W. G.; WRAY, N. R. Heritability in the genomics era-concepts and misconceptions. **Nature Review**, v. 9, p. 255-266, 2008. Disponível em: <<http://www.nature.com/nrg/journal/v9/n4/abs/nrg2322.html>> Acesso em: 27 out. 2015.

ZAMBORLINI, L. C.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S.; FONSECA, C. G.; CARNEIRO, A. S. R. Estudo genético-quantitativo de medidas lineares de equinos da raça Mangalarga Marchador-I. Estimativas dos fatores de ambiente e parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 3, n. 2, p. 33-37, 1996. Disponível em: <<http://www.uff.br/rbcv/ojs/index.php/rbcv/article/view/1024/921>>. Acesso em: 10 out. 2015.