

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

EDINA LACERDA VASSELIKA

NÍVEIS DE ENDOGAMIA INDIVIDUAL E POPULACIONAL EM REBANHOS DA
RAÇA HOLANDESA NO ESTADO DO PARANÁ.

PONTA GROSSA-PR
2019

EDINA LACERDA VASSELIKA

NÍVEIS DE ENDOGAMIA INDIVIDUAL E POPULACIONAL EM REBANHOS DA
RAÇA HOLANDESA NO ESTADO DO PARANÁ.

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de graduação do curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa

PONTA GROSSA-PR
2019

EDINA LACERDA VASSELIKA

NÍVEIS DE ENDOGAMIA INDIVIDUAL E POPULACIONAL EM REBANHOS DA
RAÇA HOLANDESA NO ESTADO DO PARANÁ.

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do título de graduação
na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Zootecnia.

Ponta Grossa, 31 de maio de 2019.

Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa
Doutor em Zootecnia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profa. Dra. Adriana de Souza Martins
Doutora em Produção Animal
Universidade Estadual de Ponta Grossa

M.a. Gabrieli de Souza Romano
Mestrado em Zootecnia
Universidade Federal da Bahia

Dedico esse estudo aos meus pais Herminio e Eile, por todo o apoio e incentivo ao decorrer desse percurso, aos meus colegas, amigos e professores por terem me auxiliado, pelos conselhos para que cada dia eu me tornasse sempre melhor.

AGRADECIMENTOS

Á Deus por ter me possibilitado saúde e que em todos os momentos esteve comigo me guiando.

Á minha família que constantemente esteve comigo e me deram apoio para que esse estudo se tornasse realidade.

Ao Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa, orientador que incentivou, apoiou, deu conselhos e também sua colaboração com informações para a concretização do trabalho.

Á Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) pelos fornecimentos do banco de dados.

Aos colegas do Laboratório de estudos em Melhoramento Animal (LeMA) pela ajuda, principalmente a Michelli de Fátima Sieklicki pelo fornecimento de seu conhecimento na área de estudo.

As minhas amigas Alice, Joice, Regina e Kimberly, que sempre estiveram comigo nessa caminhada, sempre trocando conhecimento e ajudando em todos os momentos.

Ao meu namorado Luís Guilherme Ribeiro por toda ajuda nessa trajetória de estudo, e pelo incentivo para melhorar cada vez mais.

Á todos que contribuíram de alguma forma tanto diretamente como indiretamente para a finalização dessa pesquisa.

RESUMO

A consanguinidade é resultado do acasalamento de indivíduos com algum grau de parentesco entre si, proporcionando a fixação de genes desejáveis em rebanhos de produção. No entanto, além do referido efeito benéfico, um fator indesejável está relacionado ao aumento excessivo da homozigose, o que pode ocasionar depressão endogâmica ou o aparecimento de genes deletérios na população. Neste estudo, foram avaliados os níveis de endogamia individual e populacional da raça Holandesa no estado do Paraná, com o intuito de verificar o processo de distribuição dos genes entre os animais ao longo das gerações. Para isto, foram utilizados dados de 206.796 indivíduos, nascidos entre 1970 e 2014, provenientes do conjunto de dados da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH). Assim, verificou-se o coeficiente de endogamia individual e populacional mediante a utilização do software ENDOG. Nos resultados, foi verificado que o coeficiente de endogamia da população foi de 4,99%, com valores mínimos e máximos de endogamia individual entre 0,01% e 25,15%, respectivamente. Pôde-se concluir que o valor de endogamia encontrado não é elevado o suficiente para causar depressão endogâmica nos rebanhos da raça Holandesa no estado do Paraná. Porém, devido a proximidade do coeficiente médio de endogamia com o valor máximo desejável, aconselha-se o constante monitoramento deste indicador para evitar possíveis efeitos de consanguinidade indesejáveis.

Palavras-chave: Consanguinidade. Parentesco. Depressão Endogâmica.

ABSTRACT

Consanguinity is the result of the mating of individuals with some degree of kinship, providing the fixation of desirable genes in herds of production. However, besides this beneficial effect, an undesirable factor is related to the excessive increase of the homozygous, which can cause inbreeding depression or the appearance of deleterious genes in the population. In this study, the levels of individual and population inbreeding of the Holstein breed in the state of Paraná were evaluated, in order to verify the process of gene distribution among the animals throughout the generations. For this purpose, data from 206,796 individuals were used, born between 1970 and 2014, coming from the data set of the Association from Parana of Cattle Breeders of Holstein. Thus, the coefficient of individual and population inbreeding was verified through the use of ENDOG software. In the results, it was verified that the inbreeding coefficient of the population was 4.99%, with minimum and maximum values of individual inbreeding of 0.01% and 25.15%, respectively. It can be concluded that the inbreeding value found is not high enough to cause inbreeding depression in Holstein herds in the state of Paraná. However, due to the proximity of the average inbreeding coefficient to the maximum desirable value, it is advisable to monitor this indicator to avoid possible undesirable consanguinity effects.

Keywords: Consanguinity. Kinship. Endogamic depression.

LISTA DE TABELA

TABELA 1 - Níveis de endogamia em população de indivíduos da raça Holandesa.....	13
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABCBRH	Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
APCBRH	Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
F	Coeficiente de endogamia
ΔF	Taxa de endogamia
fa	Número efetivo de ancestrais
fe	Número efetivo de fundadores
LeMA	Laboratório de Estudos em Melhoramento Animal
MOET	Ovulação múltipla e Transferência de embriões
Ne	Tamanho efetivo de população

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2019) o Brasil é o quinto maior produtor mundial de leite, com um volume de 35.539 toneladas registrado em 2018, onde fica atrás apenas de países como a Índia, Estados Unidos, União Europeia e Paquistão. De acordo com estados brasileiros de maior participação nacional na produção de leite, Minas Gerais apresenta 24,8 %, seguido do Rio Grande do Sul com 13,9% e o Paraná com 12,6% sendo o que apresentou maiores variações positivas consideráveis em relação ao volume de leite captado de acordo com o comparativo de 2018/2017 (IBGE, 2018).

Entre as raças mais comuns de gado de leite a Holandesa é uma das mais produtivas e optadas entre os produtores brasileiros. O Brasil é um dos países que mais registram animais da raça, sendo o estado do Paraná um destaque nacional em produção de leite assim como no registro, que em 2017 atingiu 23.518 animais registrados um aumento de 12% em comparação a 2016 (ABCBRH, 2018).

No setor pecuário brasileiro a atividade leiteira é uma das mais significativas, com foco em aumentar a eficiência nas propriedades rurais e um grande interesse em elevar o número de descendentes de touros elite. Para tanto, são usadas biotécnicas reprodutivas como a ovulação múltipla e transferência de embriões (MOET) ou seleção de óvulos seguido da fertilização *in vitro* (BOUQUET; JUGA, 2013). As biotécnicas reprodutivas levaram ao aumento da intensidade de seleção através de uma redução do número de pais necessários para produzir a próxima geração de reprodutores, fato que, indiretamente, elevou os índices de endogamia nos rebanhos (WEIGEL, 2001).

A realização de acasalamentos de indivíduos aparentados é prática comum em diversas propriedades, resultando em animais mais uniformes e evidenciando o padrão racial (KIM et al., 2015). Porém a utilização ampla de quantidade de sêmen de um número reduzido de touros aumenta os níveis de endogamia que eleva a homozigose no material genético de cada indivíduo e reduz a variabilidade genética, podendo ocasionar perdas no desempenho da raça, em suas principais características de interesse econômico como as produtivas, reprodutivas, sobrevivência e vitalidade (SOARES et al., 2011; MALHADO et al., 2013).

Portanto diversos estudos têm sido realizados com foco predominante nos elevados níveis de endogamia e suas receptivas consequências futuras, buscando

alternativas de seleção mais adequadas para minimizar e controlar esse aumento ao decorrer das gerações (PAIVA, 2010). Porém os índices de endogamia identificados nos bovinos da raça Holandesa no Brasil, indicam uma gestão adequada nos acasalamentos, sem concentração significativa do patrimônio genético em poucos animais reprodutores. Embora apenas um número pequeno de animais que são responsáveis pela variação genética da população, isto não parece prejudicar a estrutura genética da população, no entanto a utilização de estratégias de acasalamento que minimizem a endogamia é altamente desejável para que possa manter a variabilidade genética nas gerações futuras (SILVA, 2014).

Desta forma o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise dos níveis de endogamia individual e populacional em rebanhos da raça Holandesa no estado do Paraná, com propósito de verificar a magnitude de consanguinidade e a disposição de genes entre os animais ao longo das gerações observadas nos últimos anos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados para realização deste estudo são provenientes da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa – APCBRH, de rebanhos localizados no estado do Paraná. Antes de ocorrer a consistência dos dados, o arquivo inicial era composto por 177.058 animais dos quais eram dispostos de 3.065 rebanhos, com animais nascidos desde 1967 a 2014. Após a organização dos arquivos, utilizando-se o software SAS (2009), criou-se o pedigree completo, que incluiu a identidade do animal, seu pai e mãe, e ano de nascimento, o qual teve aumento de 16,76% de animais, finalizando em 200.856 fêmeas e 5.940 machos, compondo um total de 206.796 animais, nascidos no período entre 1970 e 2014. Desses animais, 45.905 possuíam um ou ambos os pais desconhecidos e 160.891 formaram a população de referência.

O coeficiente de endogamia (F) de um indivíduo é resultado da probabilidade de o mesmo animal possuir dois genes idênticos por descendência, sendo o mesmo calculado de acordo com Meuwissen e Luo (1992). Para determinação do coeficiente médio de endogamia de uma determinada geração t, utilizou-se a Equação 1 (FALCONER; MACKAY, 1996):

$$F_t = 1 - (1 - \Delta F)^t \quad (1)$$

Em que, o ΔF é a taxa de endogamia de uma geração para outra ou uma nova endogamia. O aumento individual de endogamia (ΔF) foi calculado para cada geração de acordo com a fórmula:

$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}} \quad (2)$$

Em que, F_t e F_{t-1} representam a estimativa de endogamia média da geração atual e da geração anterior, respectivamente (FALCONER; MACKAY, 1996). Para realização dos cálculos de endogamia foi utilizado o software ENDOG v.4.5 (GUTIÉRREZ; GOYACHE, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado que 12.192 (5,89%) indivíduos apresentaram algum grau de endogamia na população da raça Holandesa em estudo (Tabela 1). Apesar do pequeno número de animais endogâmicos, em relação ao total avaliado, alguns destes animais apresentou taxas de consanguinidade elevadas em alguns rebanhos, cujo sistema de acasalamento entre indivíduos aparentados deve ser uma prática recorrente. Conforme Paiva (2006), quanto mais próxima a relação entre os ascendentes em comum, maior o nível de parentesco e conseqüentemente maior a endogamia no acasalamento. Segundo Howard et al. (2017), o coeficiente de endogamia (F) apresenta a porcentagem de genes comuns entre os indivíduos, representado pelo grau de endogamia. Nestes casos, quanto maior a proximidade genética por descendência, maior o nível de parentesco e conseqüentemente maior probabilidade de ocorrência de acasalamentos endogâmicos.

A utilização de seleção artificial intensa, com um número limitado de touros elite de alto valor genético para características de importância econômica podem resultar em rebanhos com elevadas taxas de endogamia, levando a diversos efeitos negativos, como a depressão endogâmica, diminuição da variabilidade genética e o aparecimento de doenças indesejáveis como, por exemplo, o complexo de má formação vertebral (RODRÍGUEZ-RAMILO et al., 2015).

Dos 12.192 animais que apresentaram algum grau de endogamia, 60,86% pertenciam a categoria progênie, 39,03% a vacas e 0,11% a touros. Conseqüente, foram observadas médias de endogamia de 4,55% nas progênies, 7,25% das vacas e de 0,22% em relação aos touros. Com relação ao F médio, este apresentou valor de 4,99%, com valores de mínimos e máximos de endogamia individual variando entre 0,01% e 25,15%, em relação a população endogâmica. Porém, ao considerar todos os indivíduos da população, o coeficiente de endogamia obtido foi de 0,21% entre indivíduos com e sem endogamia.

TABELA 1 - Níveis de endogamia em população de indivíduos da raça Holandesa.

Parâmetros	Valor observado
População	206.796
Coeficiente de endogamia da população total (%)	0,21
Animais endogâmicos	12.192
Coeficiente de endogamia dos endogâmicos (%)	4,99
Valores mínimos de endogamia individual (%)	0,01
Valores máximos de endogamia individual (%)	25,15

Fonte: A autora.

Estudos relatam que o coeficiente de endogamia se deve muito a integridade do pedigree disponibilizado, o qual depende do número de descendentes presentes em cada geração de determinado animal, demonstrando os percentuais de ancestrais identificados nas vias paternas e maternas. Tal fato reforça a tese de que os registros de pedigree são extremamente importantes para corretas avaliações de variabilidade genética e estrutura populacional nas mais diferentes espécies de interesse zootécnico (ALBURQUERQUE, 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

O presente estudo demonstrou haver uma boa integridade de pedigree nas vias maternas, o que pode ser justificado pela existência de um rigoroso processo de controle das informações fenotípicas, mas principalmente de genealogia. Assim, o conjunto de dados disponibilizado pela APCBRH, dispõe de elevada confiabilidade para os resultados obtidos do presente estudo sobre os animais endogâmicos assim como percentuais de consanguinidade. Contudo, devido à grande importação de material genético dos touros, a integridade via machos foi apenas razoável pois era conhecida a informação dos touros, mas a informação dos avôs e bisavôs das vacas muitas vezes era desconhecido. Um pedigree menos informativo, ou seja, de baixa integridade, pode resultar na subestimação da endogamia na população de referência (MUASYA; PETERS; KAHN, 2013). Há relatos de inúmeros estudos indicando que as tendências de informações de pedigrees dos avós reduzem ao passar das gerações, principalmente no caso de populações que utilizam o sêmen importado em larga escala, como no caso do Brasil.

Em estudo realizado por Canaza-Cayo (2013) com animais da raça Girolando no Brasil, foi obtida na primeira geração de ancestrais uma integridade de pedigree

de 61,1% e na segunda geração de ancestrais de 32,65%, sendo que nas gerações subsequentes os valores diminuem progressivamente, demonstrando uma tendência de que a quantidade de informação do pedigree dos ancestrais pode reduzir com o passar das gerações. Já na raça Holandesa no Irã, Rokouei et al. (2010) relatam que nas duas primeiras gerações de ascendentes o percentual de integridade é maior quando comparada na terceira geração que se reduz significativamente, ressaltando que isso deve a quantidade de sêmen importado utilizado.

Assim como comentado anteriormente, Silva (2014) justifica o baixo conhecimento dos ancestrais paternos, pela maior utilização de sêmen importado da raça Holandesa, resultando no não conhecimento profundo dos pedigrees e, comprometendo, por vezes, a identificação dos ascendentes da linha paterna. Destaca-se que a linha materna é mais completa nos rebanhos leiteiros pois as fêmeas permanecem nos rebanhos para a produção de leite, facilitando a coleta de informações por parte das associações de raça. Stachowicz et al. (2011) encontrou para a raça Holandesa do Canadá valores de integridade superior a 90% na primeira geração, considerando as vias paterna e materna. Isso se deve a quantidade de touros provados com ancestrais conhecidos, tendo uma integridade de pedigrees com elevada quantidade de informações provenientes daquele próprio país.

Além disso, o presente estudo refere-se a 5,89% de endogâmicos, portanto da população total avaliada de 206.796 animais, apenas 12.192 representam indivíduos com algum grau de consanguinidade. Em estudo realizado por Paiva (2006) analisando rebanhos da raça Holandesa no Brasil, com um arquivo de pedigree contendo 320.712 indivíduos, cerca de 16,65% apresentaram endogâmicos, demonstrando que o nível de endogamia em bovinos da raça Holandesa no Brasil, e no estado do Paraná podem ser admitidos desde que não causem interferência em características de interesse econômico.

Em estudo realizado por McParland et al. (2007) em relação aos efeitos da endogamia em diversas características de interesse econômico, foram obtidos resultados médios de endogamia de 2,35 a 3,05% que, conforme relatado pelos autores, não foi suficiente para causar depressão por endogamia nas populações em questão. De acordo com Dezetter et al. (2015) valores de endogamia abaixo de 5,5% não afetam significativamente características produtivas e de interesse econômico. Assim, o nível médio de endogamia obtido no presente estudo demonstra não ser

elevado o suficiente para implicar em reduções nos níveis de produtividade das vacas avaliadas. No entanto, é importante destacar que por estar próximo ao limite mínimo considerado prejudicial, recomenda-se um acompanhamento constante dos níveis de endogamia da população de bovinos leiteiros no estado do Paraná.

No trabalho realizado por Stachowicz et al. (2011), com população de animais da raça Holandesa no Canadá, a endogamia encontrada na referida população foi de 6%, o que pode ser considerado preocupante do ponto de vista de interferência na produtividade. Porém os autores ressaltam existir um processo de declínio da endogamia na população da raça Holandesa daquele país, devido ao crescimento da população efetiva dos últimos anos e por adoção de melhores estratégias de acasalamentos nos rebanhos.

Mesmo que a endogamia cause efeitos benéficos de uniformidade em progênes, o que é muito significativo para rebanhos comerciais, a ocorrência indireta de aumento da homozigose causa influência em características simples e poligênicas de herdabilidade alta, diminuindo a diversidade de gametas produzidos pelo indivíduo (CARVALHEIRO et al., 2004). Assim, conforme destacado por Hinrichs e Thaller (2011), níveis de endogamia mais elevados podem ocasionar diminuição da variabilidade genética, perda de heterose e influência negativa nas características de interesse econômico. De acordo com Pryce et al. (2014) analisando a raça holandesa e Jersey na Austrália, destacou-se que a cada aumento de 1% na consanguinidade populacional resultou em declínio na produção de leite na ordem de 0,3%, podendo ser estimado cerca de 20 a 30 litros/lactação, além de outros aspectos negativos como a redução na fertilidade e prolongamento de intervalo entre partos de até 0,7 dias.

No presente estudo, quando analisada a endogamia por categoria, as fêmeas foram responsáveis por níveis de 7,25%, em comparação aos machos com 0,22%. Isso pode ser explicado pela maior proporção de permanência das vacas nas propriedades, pois, são de interesse para demanda de leite, e continuam no rebanho por vários anos, originando filhas que por sua vez irão permanecer no rebanho, proporcionando, assim, elevada taxa de relacionamento entre as fêmeas pertencentes a um mesmo rebanho. Caballero (1994), relata que o tamanho efetivo da população (N_e) é inversamente proporcional aos níveis de endogamia, podendo definir que se refere a quantidade de genitores tanto fêmeas como machos que deram origem aos rebanhos. Sendo que um maior número de indivíduos que originam descendentes, maior

probabilidade de variabilidade genética e diminuição dos níveis de consanguinidade. Devido essa relação inversa com a elevação de endogamia, o tamanho efetivo se torna uma propriedade de extrema importância para preservação genética em rebanhos, perdas de diversidade genética (CARNEIRO; MALHADO; MARTINS, 2010).

Outros parâmetros considerados em questão para resultados de níveis de endogamia mais baixos, é o número efetivo de fundadores (f_e) que é a quantidade de animais com contribuição idêntica, que contribui para uma mesma variabilidade genética encontrada no rebanho de estudo, sendo que cada fundador que apresente a mesma contribuição, o número efetivo de fundadores passa a ser idêntico à quantidade real de fundadores. Basicamente quanto maior for o número efetivo de fundadores maior será a diversidade genética. Assim como número efetivo de ancestrais (f_a) que representa uma quantidade mínima de indivíduos sendo fundadores ou não, que necessita para explicar a variabilidade genética em estudo. Relatando que número efetivo de fundadores e ancestrais se complementam, pois consideram perdas na diversidade genética devido a utilização desequilibrada de animais para reprodução (GUTIÉRREZ; GOYACHE, 2005). Ainda, segundo Carvajal (2017), em estudo com animais da raça Caracu explica que o aumento do coeficiente de endogamia é influenciado pela estrutura do rebanho, pelos indivíduos fundadores que não possuem genealogia conhecida, que ao decorrer do tempo podem se acasalar dentro da população, fazendo que o nível de parentesco se eleve.

Considerando os valores mínimo e máximo de endogamia individual encontrados no presente trabalho foram de 0,01% e 25,15%, valores esses similares com os encontrados por Paiva (2006). Valores individuais de 25,15% de endogamia, podem ser explicados pela utilização excessiva dos mesmos genitores, talvez devido a estes apresentarem uma característica particular desejável ao rebanho, fazendo com que o criador utilize diversas vezes o mesmo reprodutor, ocasionando, por sua vez, elevação nas taxas de consanguinidade. Destaca-se aqui a escassez de trabalhos que abordem os efeitos indiretos da seleção na consanguinidade, na fixação de alelos e na limitação de seleção. Estudos esses que tem grande relevância para esclarecer os efeitos da depressão endogâmica na característica selecionada e elevado interesse sobre o efeito de médio e longo prazo de seleção (LOBATO et al., 2015), sabendo que altos níveis de endogamia, ocasionam a perda parcial do ganho

genético alcançado na seleção (CARNEIRO, 2007). Portanto os níveis de endogamia populacional total aqui obtidos para a Raça Holandesa no Estado do Paraná podem ser considerados aceitáveis, devido a utilização de inúmeros reprodutores importados não aparentados entre si, o que faz com que a variabilidade genética permaneça elevada.

4 CONCLUSÃO

O nível de endogamia média apresentada nos rebanhos da raça Holandesa do estado do Paraná demonstra que há manutenção da variabilidade genética através das gerações, sem possível efeito negativo de acasalamentos entre indivíduos aparentados. Contudo, devido à proximidade do coeficiente médio de endogamia com relação ao limite mínimo considerado prejudicial, recomenda-se o monitoramento constante das taxas de endogamia para os rebanhos em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCBRH- Associação Paranaense da Raça Holandesa aumenta em 12% o número de animais registrados em 2017. Disponível em < <http://gadoholandes.com.br/associacao-paranaense-da-raca-holandesa-aumenta-em-12-o-numero-de-animais-registrados-em-2017/> >. Acesso em: 17 de jul. 2018.
- ALBURQUERQUE, A. L. S. **Estrutura de um rebanho leiteiro da raça pardo-suíça no estado do Ceará**. 2010. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- BOUQUET, A.; JUGA, J. Integrating genomic section into dairy cattle breeding programmes: a review. **Journal Animal**, v. 7, n. 5, p. 705-713, 2013.
- CABALLERO, A. Developments in the prediction of the effective population size. **Heredity**, v.73, p.657-679, 1994.
- CANAZA-CAYO, A. W. **Avaliação genética da produção de leite e de características reprodutivas de bovinos da raça girolando**. 2013. 119 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013.
- CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; MARTINS FILHO, R. Estrutura Populacional e sua aplicação na conservação e melhoramento genético animal. VI Congresso Nordeste de Produção Animal. **SNPA 29^a**, Mossoró: RN, 2010.
- CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; EUCLYDES R. F.; CARNEIRO A. P. S.; CUNHA E. E. Endogamia, fixação de alelos e limite de seleção em populações selecionadas por métodos tradicionais e associados a marcadores moleculares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 369-375, 2007.
- CARVAJAL A. B. **Estrutura populacional e estimação de parâmetros genéticos para características associadas ao desempenho reprodutivo em bovinos da raça caracu**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- CARVALHEIRO, R.; PIMENTEL, E. C. G. Endogamia: possíveis consequências e formas de controle em programas de melhoramento de bovinos de corte. In: GEMPEC–WORKSHOP EM GENÉTICA E MELHORAMENTO NA PECUÁRIA DE CORTE, Jaboticabal, 2004. **Anais...**, 2004. p. 1-10.
- DEZETTER C.; LECLERC H.; MATTALIA S.; BARBAT A.; BOICHARD D.; DUCROCQ V. Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in holstein, Montbéliarde, and Normande cows. **Journal of dairy Science**, v. 98, p. 4904-4913, 2015.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4. ed. Longman Editors, Essex, UK, 1996.
- FAO. 2019. Dairy Market Review, March 2019. Rome.

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.

HINRICHS D.; THALLER G. Pedigree analysis and inbreeding effects on calving traits in large dairy herds in Germany. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n.9, p. 4726–4733, 2011.

HOWARD, J. T.; PRYCE, J. E.; BAES, C.; MALTECCA, C. Invited review: Inbreeding in the genomics era: Inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 8, p. 6009-6024, 2017.

IBGE- Indicadores: Estatística da produção pecuária, p. 1-83, out./dez. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_4tri.pdf>. Acesso em 02 mai.2019.

KIM, E.; SONSTEGARD, T. S.; VAN TESSEL, C. P.; WIGGANS, G. ROTHSCHILD, M. F. The relationship between runs of homozygosity and inbreeding in Jersey cattle under selection. **Plos One**, v. 10, n. 7, p 1-17, 2015.

LOBATO, S. I. R.; RODRIGUES, R. F. M.; RODRIGUEZ, M. D. P.; FERREIRA, T. A., BONAFÉ, C. M.; DIANA, T. F.; OLIVEIRA, C. P. G. D. A endogamia na produção animal. **III Simpósio Mineiro de Produção Animal e X Semana de Zootecnia**, 2015.

MALHADO, C. H. M.; MALHADO, A. C. M.; CARNEIRO, P.L.S.; RAMOS, A. A.; CARRILO, J. A.; PALA, A. Inbreeding depression on production and reproduction traits of buffaloes from Brazil. **Animal Science Journal**, v. 84, n. 4, p. 289–295, 2013.

MCPARLAND S.; KEARNEY J. F.; RATH M.; BERRY D. P. Inbreeding trends and pedigree analysis of Irish dairy and beef cattle populations. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 2, p. 322–331, 2007.

MEUWISSEN, T. H. E.; LUO, Z. Computing inbreeding coefficients in large populations. **Genetics Selection Evolution**, v. 24, n. 4, p. 305-313, 1992.

MUASYA, T. K.; PETERS, K. J.; KAHN, A. K. Breeding structure and genetic variability of the Holstein-Friesian dairy cattle population in Kenya. **Anim. Genet. Resour**, v. 52, p. 127–137, 2013.

OLIVEIRA, A.P.; MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P.L. S; FILHO, R. M.; SILVEIRA, S. E.; SOUZA, L. A.; MUNIZ, S. M. L.; AZEVÊDO, D. M. R. Pedigree analysis on the population of Girccattle in Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n. 5, p.1153-1157, 2012.

PAIVA, A. L. C. **Avaliação de métodos de controle de endogamia utilizando dados simulados**. 2010. 143 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

PAIVA, A. L. C. **Endogamia na raça Holandesa no Brasil**. 2006. 49 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

PRYCE, J. E.; HAILE-MARIAM, M.; GODDARD, M. E.; HAYES, B. J. Identification of genomic regions associated with inbreeding depression in Holstein and Jersey dairy cattle. **Genetics Selection Evolution**, v. 46, n. 1, p. 71, 2014.

RODRÍGUEZ-RAMILO, S. T.; FERNÁNDEZ, J.; TORO, M. A.; HERNÁNDEZ, D.; VILLANUEVA, B. Genome-wide estimates of coancestry, inbreeding and effective population size in the Spanish Holstein population. **Plos One**, v. 10, n. 4, p. 124-157, 2015.

ROKOU EI, M; VAEZ, R; MORADI, M; SARGOLZAEI, M; SORENSEN, AC. Monitoring inbreeding trends and inbreeding depression for economically important traits of Holstein cattle in Iran. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 7, p. 3294-3302, 2010.

SAS. Institute Inc. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, USA, 2009.

SILVA, M. H. M. A. **Estrutura populacional e depressão endogâmica em bovinos da raça Holandesa no Brasil**. 2014. 107 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

SOARES M. P.; GAYA L. G.; LORENTZ L. H.; BATISTEL F.; ROVADOSCKI G. A.; TICIANI E.; ZABOT V.; DOMENICO Q.; MADUREIRA A. P.; PÉRTILE S. F. N. Relationship between the magnitude of the inbreeding coefficient and milk traits in Holstein and Jersey dairy bull semen used in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, p. 1942-1947, 2011.

STACHOWICZ K.; SARGOLZAEI M.; MIGLIOR F.; SCHENKEL F. S. Rates off inbreeding and genetic diversity in Canadian Holstein and Jersey cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 5160-5175, 2011.

WEIGEL, K. A. Controlling inbreeding in modern breeding programs. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 177-184, 2001.

