

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE LONGEVIDADE E CARACTERÍSTICAS DE
TIPO, PRODUÇÃO DE LEITE E SAÚDE DO ÚBERE DE VACAS DA
RAÇA HOLANDESA**

Gabriela Stefani
Zootecnista

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE LONGEVIDADE E CARACTERÍSTICAS DE
TIPO, PRODUÇÃO DE LEITE E SAÚDE DO ÚBERE DE VACAS DA
RAÇA HOLANDESA**

Gabriela Stefani

Orientador: Prof. Dr. Humberto Tonhati

Co-Orientadora: Dr^a. Lenira El Faro Zadra

Co-Orientador: Dr. Mário Luiz Santana Júnior

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

2016

Stefani, Gabriela

S816a Associação entre longevidade e características de tipo, produção de leite e saúde do úbere de vacas da raça holandesa / Gabriela Stefani. -- Jaboticabal, 2016
vii, 36 p. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientador: Humberto Tonhati

Coorientadora: Lenira El Faro

Coorientador: Mário Luiz Santana Júnior

Banca examinadora: Fernando Sebastian Baldi Rey, Cláudia Cristina Paro de Paz

Bibliografia

1. Bovinos de leite. 2. Correlação genética. 3. Herdabilidade. 4. Longevidade. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASSOCIAÇÃO ENTRE LONGEVIDADE E CARACTERÍSTICAS DE TIPO,
PRODUÇÃO DE LEITE E SAÚDE DO ÚBERE DE VACAS DA RAÇA
HOLANDESA

AUTORA: GABRIELA STEFANI

ORIENTADOR: HUMBERTO TONHATI

COORIENTADOR: MARIO LUIZ SANTANA JUNIOR

COORIENTADOR: LENIRA EL FARO ZADRA

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

Pesquisadora Dra. LENIRA EL FARO ZADRA
IZ - Sertãozinho/SP

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

Pesquisadora CLAUDIA CRISTINA PARO DE PAZ
Centro APTA de Bovinos de Corte / IZ - Sertãozinho/SP

Jaboticabal, 26 de outubro de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Gabriela Stefani – Nascida no dia 09 de Abril de 1990 na cidade de Sertãozinho - SP, filha de Paulo Roberto Stefani e Maria Helena Tiengo Stefani. Zootecnista, formada em 2011 pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Foi bolsista de iniciação científica pela Fapesp no Laboratório de Genética Animal do departamento de Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati e Co-orientação do Prof. Dr. Fábio Ricardo Pablos de Souza. Em Janeiro de 2012 foi admitida na empresa CRV Lagoa, na qual trabalhou até o mês de Agosto de 2016 na área de melhoramento genético animal. No período de 2014 a 2016 cursou mestrado no programa de Genética e Melhoramento Animal, sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati e Coorientação da Dra. Lenira El Faro e do Prof. Dr. Mário Luiz Santana Júnior.

Dedico este trabalho

Ao meu pai, por me ensinar a importância de trabalhar e estudar

À minha mãe, minha estrela guia, por ser meu exemplo de garra e determinação

À minha irmã, por ser minha primeira melhor amiga

Ao meu marido, meu companheiro, meu alicerce

Aos meus filhos Larissa e Henry, por me ensinarem todos os dias a ser

uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo.

Agradeço ao professor Tonhati, que abriu todas as portas de oportunidades para que eu pudesse alcançar minhas conquistas.

Agradeço à Lenira, pois este trabalho só foi possível com sua orientação. Agradeço por me ajudar, sempre sorrindo e paciente, e por ter se tornado minha mentora e amiga.

Ao Mário, pois sempre esteve prontamente disposto a ajudar no que fosse preciso, sua participação foi essencial para este trabalho.

À minha família, por me apoiarem em minhas escolhas e me auxiliarem em tudo o que precisei. De nada valeria o esforço se eu não tivesse com quem dividir essas conquistas. Mãe, Thamiris, Caio, Jean, Guilherme, Larissa, Henry e Vinícius, vocês são a alegria da minha vida.

À CRV Lagoa e ABCBRH pelo fornecimento dos dados, que foram essenciais para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora Fernando e Cláudia, e ao professor Henrique, pelas excelentes sugestões que contribuíram para aprimorar este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução	1
2. Objetivos	2
3. Revisão de Literatura	2
4. Material e Métodos	6
5. Análise dos Dados	12
6. Resultados e Discussão	14
7. Conclusões	27
8. Referências	28

ASSOCIAÇÃO ENTRE LONGEVIDADE E CARACTERÍSTICAS DE TIPO, PRODUÇÃO DE LEITE E SAÚDE DO ÚBERE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA

RESUMO - A realização do presente estudo teve como objetivo estimar as associações genéticas entre produção de leite acumulada até os 305 dias (P305), escore de células somáticas (ECS), habilidade de permanência aos 60 meses de idade (Stay60) e características lineares de úbere e pernas e pés. Foram utilizadas 14.864 avaliações de Stay60, 17.200 classificações lineares, 24.147 registros de P305 e 14.307 de ECS da primeira lactação de fêmeas que pariram entre 19 e 36 meses de idade. Foram realizadas três análises multicaracterísticas contendo as características P305, ECS, Stay60, além das características de classificação linear. Os componentes de (co)variância foram estimados por meio de abordagem Bayesiana, empregando o programa THRGIBBS2F90. Para todas as características foram considerados como efeitos aleatórios no modelo, o genético aditivo e o residual. Como efeitos fixos, o grupo de contemporâneas foi incluído para todas as características, a idade da vaca ao parto como covariável (efeito linear) para P305 e ECS, e idade da vaca na classificação (efeito linear) para as de tipo. Para a Stay60 não foi incluída a covariável idade. As estimativas de herdabilidade obtidas nas análises foram de $0,24 \pm 0,02$, $0,08 \pm 0,02$ e $0,09 \pm 0,03$ para P305, ECS e Stay60, respectivamente. As herdabilidades para as características lineares de úbere variaram de 0,16 a 0,39, e as de pernas e pés, de 0,13 a 0,21. As correlações genéticas estimadas foram de $0,08 \pm 0,09$ entre P305 e ECS, $-0,25 \pm 0,12$ entre P305 e Stay60 e $0,11 \pm 0,20$ entre ECS e Stay60. As correlações de maiores magnitudes com as características de tipo foram entre a P305 e a largura do úbere posterior e a profundidade de úbere ($0,34$ e $-0,40$), entre a ECS e a profundidade de úbere e pernas traseiras vista posterior ($-0,39$ e $0,39$), e entre a Stay60 e a colocação dos tetos posteriores e as pernas traseiras vista lateral ($0,33$ e $-0,47$). A correlação negativa entre P305 e a Stay60 sugere que vacas com produção de leite muito elevada tendem a permanecerem menos tempo no rebanho. A característica pernas traseiras-vista lateral apresentou elevada resposta correlacionada na Stay60, podendo ser usada como um preditor precoce da longevidade dos animais.

Palavras-chave: bovinos de leite, correlação genética, herdabilidade, longevidade.

ASSOCIATION BETWEEN LONGEVITY AND TYPE TRAITS, DAIRY PRODUCTION AND UDDER HEALTH OF HOLSTEIN COWS

ABSTRACT - The aim of this study was to estimate genetic associations between milk production truncated to 305 days (P305), somatic cell score (ECS), stayability at 60 months of age (Stay60) and type traits of udder and feet and legs. Were used 14,864 evaluations for Stay60, 17,200 type classifications, 24,147 records of P305 and 14,307 of ECS of first lactation belonging to Holstein females that calved between 19 and 36 months old. Three standard multi-trait analyses were carried out, containing P305, ECS, Stay60 and the type traits. The (co)variance components were estimated using Bayesian approach, using the THRGIBBS2F90 program. For all traits were considered as random effects the genetic additive and residual. As fixed effects, the contemporary group was included for all traits, the covariate age of cow at calving (linear effect) for P305 and ECS, and age of cow at classification (linear effect) for type traits. For Stay60 the covariate age of cow was not included in the model. Posterior means of heritability estimates were 0.24 ± 0.02 , 0.08 ± 0.02 and 0.09 ± 0.03 for P305, ECS and Stay60, respectively. The udder traits heritabilities ranged from 0.16 to 0.39, and feet and legs, from 0.13 to 0.21. The genetic correlations estimates were 0.08 ± 0.09 between P305 and ECS, 0.25 ± 0.12 between P305 and Stay60, and -0.11 ± 0.20 between ECS and Stay60. The higher correlations magnitudes with the type traits were between P305 and rear udder width, and udder depth (0.34 and -0.40), and between ECS and udder depth and rear legs-rear view (-0.39 and 0.39), and between Stay60 and fore teat placement and rear legs-side view (-0.33 and 0.47). The negative correlation between P305 and Stay60 suggests that cows with very high milk production tend to remain less time in the herd. The trait rear legs-side view presented a high correlated response in Stay60 (75% of selection efficiency), and can be used as an early predictor of animal longevity.

Key Words: dairy cattle, genetic correlation, heritability, longevity

1. Introdução

A seleção de animais dentro de um rebanho leiteiro deve enfatizar o aumento da lucratividade futura na atividade de leite. A seleção para produção de leite, gordura e proteína é de grande importância para a atividade leiteira, entretanto, a seleção extrema para características produtivas pode levar à diminuição da eficiência reprodutiva, assim como da resistência a doenças e, consequentemente, da longevidade (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2008).

A raça leiteira dominante nos países grandes produtores de leite é a Holandesa. Segundo Oltenacu & Broom (2010), em muitos países a produção de leite mais do que dobrou nos últimos 40 anos. No entanto, esta seleção contínua para o aumento na produção de leite causou uma deterioração na longevidade das vacas Holandesas, devido à correlação genética desfavorável existente entre a produção de leite e incidência de problemas como a cetose, cistos ovarianos, mastite e laminites.

A longevidade é uma característica altamente relacionada com a lucratividade do negócio. Rebanhos longevos possuem maior proporção de fêmeas adultas em produção, reduzindo a necessidade de novilhas de reposição. Além disso, o produtor obtém retorno financeiro do valor investido na criação das novilhas. Por outro lado, o descarte precoce de uma fêmea implica em diversas perdas financeiras, desde o valor do próprio animal, o leite que ela deixa de produzir, suas filhas que não são geradas, além do valor da fêmea de reposição.

Segundo De Vries (2015), nos EUA o custo de descartar uma fêmea precocemente no início da lactação (pois é um período que as vacas geralmente apresentam problemas) varia em torno de U\$500 a U\$1000 por vaca, sendo que este valor não inclui as perdas indiretas, como a produção de leite reduzida devido à doença, o trabalho extra dos funcionários e os custos veterinários. Um modelo de reposição desenvolvido pelo autor mostra que uma redução na taxa de descarte involuntário em 50% e 100% resulta nos primeiros três meses em um aumento no lucro de U\$37 e U\$77 por vaca por ano, sendo que esses valores subestimam os verdadeiros benefícios da redução do descarte involuntário, pois a melhoria no conforto vaca e facilidade no manejo, os efeitos sobre a produção de leite e fertilidade não estão incluídos nestes ganhos.

No Brasil, o número de trabalhos que visam identificar e selecionar fêmeas Holandesas longevas é escasso, em que na maioria o foco é somente de identificar animais mais produtivos. O principal problema dos rebanhos da raça Holandesa é manter os animais produzindo no rebanho por longo período. Sendo assim, ressalta-se a importância de estudar a longevidade, bem como sua correlação com outras características importantes para a produção de leite.

2. Objetivos

Estimar parâmetros genéticos para a característica longevidade de bovinos leiteiros da raça Holandesa manejados em sistemas de produção intensivos, bem como estudar as associações genéticas entre longevidade e características de produção de leite, contagem de células somáticas e classificações lineares de úbere e pernas e pés, com intuito de fornecer subsídios para a seleção com base nestas características.

3. Revisão de Literatura

A longevidade de um animal reflete seu desempenho no rebanho durante toda sua vida produtiva. É medida como o tempo de permanência no rebanho, ou seja, a diferença entre a data de nascimento e a data de descarte, medida em meses ou dias, revelando o quanto o animal foi capaz de permanecer no rebanho sem ser descartado por produção insatisfatória ou outros problemas. Na Suíça, Vukasinovic et al. (2001) estimaram um valor de herdabilidade de 0,18 para longevidade na vida produtiva em animais holandeses. No entanto, selecionar para longevidade baseando-se em medidas diretas, que só podem ser mensuradas após a morte do animal, aumenta muito o intervalo de gerações, e como consequência, o progresso genético para essas características é reduzido.

A habilidade de permanência é uma alternativa para estudo da longevidade, pois pode ser mensurada mais precocemente quando comparada ao tempo de vida do animal (VOLLEMA & GROEN, 1996). Segundo Hudson & Van Vleck (1981), A habilidade de permanência no rebanho é definida como a

probabilidade de as fêmeas se encontrarem vivas a uma idade específica, dada a oportunidade de alcançar esta idade. Os registros para habilidade de permanência são codificados como 1 para fêmeas que permaneceram vivas até a idade em que estão sendo avaliadas (sucesso), e o valor 0 é atribuído para fêmeas que não sobreviveram (fracasso).

As idades específicas de 36, 48, 60, 72 e 84 meses são comumente utilizadas para avaliar a habilidade de permanência, pois essas idades coincidem com períodos em que normalmente ocorrem importantes tomadas de decisões em relação a descarte de fêmeas (VAN DOORMAAL et al., 1985).

A inclusão desta característica na avaliação genética dos programas de melhoramento poderia permitir a seleção de touros que produziriam filhas com maior probabilidade de permanecerem produtivas no rebanho por um período mais longo (SILVA et al., 2003), no entanto, é uma característica medida somente nas fêmeas e tardiamente, além disso, as estimativas de herdabilidade relatadas na literatura para características que envolvem a permanência da fêmea no rebanho são de baixos valores, o que faz com que o progresso genético seja lento. Diversos trabalhos relatam baixas estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência, variando de 0,01 até 0,11, como os trabalhos de Van doormaal et al. (1985), Hudson & Van Vleck (1981), Volema & Groen (1996), Essl & Voith (2002), Samoré et al. (2010) e Tsuruta et al. (2005). Com isso, evidencia-se a importância do estudo de características correlacionadas com expressão precoce.

A permanência da vaca no rebanho depende muito da sua produção de leite. Desta forma, a seleção baseada na produção de leite pode melhorar indiretamente a longevidade. A repetibilidade da produção de leite relatada na literatura é de moderada magnitude, variando em torno de 0,40, sendo assim é viável o estudo da produção de leite na primeira lactação (OLIVEIRA et al., 2015; IRANO et al., 2014; SUZUKI & VAN VLECK, 1994; ERFANI-ASL et al., 2015). Na literatura, as estimativas de herdabilidade para produção de leite variam entre 0,20 e 0,40 (IRANO et al., 2014; PAULA et al., 2008; PEDROSA et al., 2015; WASANA et al., 2015; COSTA et al., 2013; CAMPOS et al., 2012; TSURUTA et al., 2005; SAMORÉ et al., 2010). De acordo com Irano et al. (2014), o moderado coeficiente de

herdabilidade para a produção de leite indica a possibilidade de ganho genético para essa característica mediante seleção.

Na literatura, foram encontradas correlações moderadas e positivas entre a permanência da fêmea no rebanho e a produção de leite, variando entre 0,31 e 0,48, (DE LORENZO & EVERETT, 1981; WASANA et al., 2015; SHORT & LAWLOR, 1992). No entanto, também foram encontradas correlações negativas, como no estudo de Samoré et al. (2010) em que a correlação entre produção de leite e longevidade funcional foi de -0,13 para vacas Pardo-Suíço, indicando que o estresse da alta produção de leite pode reduzir o tempo de vida da vaca no rebanho.

Outra alternativa seria utilizar a classificação para tipo, que normalmente é feita durante a primeira lactação, permitindo obter a informação da capacidade de sobrevivência dos animais precocemente. Além disso, as características lineares possuem no geral um maior coeficiente de herdabilidade em relação à longevidade, que pode ser fortemente influenciada pelo manejo e fatores ambientais. Dentre as características de tipo, as relacionadas com o sistema mamário e as de pernas e pés são as que apresentam maior influência sobre a longevidade de vacas leiteiras (Sewalen et al., 2004). As estimativas de herdabilidade relatadas na literatura variaram entre 0,12 e 0,32 para as de úbere e entre 0,04 e 0,19 para as de pernas e pés (SHORT & LAWLOR, 1992; VALLOTO, 2016; KERN et al., 2013). Nos estudos de correlações genéticas entre características de tipo e características de permanência no rebanho, as características de úbere foram as que receberam a maior ênfase dentre todas as características estudadas. Pernas e pés também tiveram mérito, no entanto a herdabilidade baixa torna o ganho genético mais lento. (WASANA et al., 2005; ZAVADILOVÁ et al., 2009; CARAVIELLO et al., 2004).

Outra característica que recebeu relevância na literatura em relação à associação com características de sobrevivência foi a mastite, com relatos de correlações de moderadas magnitudes, variando de -0,49 a -0,52 (NIELSEN et al., 1999; IRANO et al., 2014) , e isto é um indicativo de que selecionar animais para resistência à mastite pode ser uma eficiente ferramenta para a seleção indireta de animais mais longevos. Estudos também afirmam que existe uma relação entre a incidência de mastite e características de conformação do animal (principalmente as do úbere), visto que a correlação dessas duas características é alta. Animais com

úberes muito profundos apresentam uma maior susceptibilidade à mastite e outras doenças infecciosas (ZAVADILOVÁ, 2009). O estudo de Schutz (1993) afirma que animais com menores taxas de CCS apresentavam úberes melhor inseridos, ligamentos dianteiros mais firmes e tetos dianteiros mais bem colocados. Os maiores valores de correlações encontrados no trabalho deste autor foram de -0,31 para correlação genética entre CCS e ligamento dianteiro, e -0,21 entre CCS e colocação dos tetos anteriores. Rogers et al. (1991) encontraram resultados semelhantes, e explica que a possibilidade de lesão ou exposição à potenciais agentes patogénicos é um possível mecanismo que contribui para a relação entre linear do úbere e CCS.

Muitos trabalhos na literatura relatam uma correlação genética entre produção de leite e contagem de células somáticas próximas de 0,15 na primeira lactação. No Brasil, Irano (2014) estimou uma correlação de 0,12 entre produção de leite na primeira lactação e ocorrência de mastite. Outros trabalhos relatam valores semelhantes (MRODE & SWANSON, 1996; PRYCE & BROTHERSTONE, 1999; RUPP & BOICHARD, 1999). Esses valores indicam que a produção de leite não tem grande influência sobre a contagem de células somáticas do leite, visto que é uma correlação de baixa magnitude, no entanto é uma correlação positiva, indicando que animais de alta produção tendem a apresentarem uma maior contagem de células somáticas. As estimativas de herdabilidade relatadas na literatura para características que indicam mastite são todas de baixos valores, variando em torno de 0,05 (ANDRADE et al., 2007; NIELSEN et al., 1999; HOLTSMARK et al., 2008; ZWALD et al., 2006). Andrade et al. (2007) afirmam que mesmo que o ganho via seleção desta característica seja baixo, não significa que não seja importante, haja vista o impacto econômico da CCS para os sistemas de produção de leite. Esta doença resulta em enormes perdas econômicas relacionadas à queda na produção (tanto do próprio animal, quanto do leite descartado por baixa qualidade), e representa entre 70 a 80% dos custos totais da mastite (LIGHTNER, et al, 1988; LEHENBAUER et al, 1998). Estudos foram realizados estimando o custo dos casos clínicos de mastite, e apresentam como custo médio US\$ 100,00 por caso (HOBLET & MILLER, 1991; WEIGLER et al, 1990; WILSON et al., 1997).

Short & Lawlor (1992) afirmam que uma seleção simples apenas para a característica produção de leite resulta em um ótimo progresso em leite, no entanto pode causar uma deterioração em algumas características de tipo. O trabalho destes

autores conclui que selecionar para produção de leite em conjunto com algumas características de tipo podem reduzir a taxa de descarte no rebanho. Outros autores relatam resultados semelhantes, com correlações entre produção de leite e características de tipo variando de -0,41 até 0,52 (MISZTAL et al., 1992; SCHUTZ et al., 1993).

4. Material e Métodos

Para este estudo, foram utilizadas 24.147 lactações de animais da raça Holandesa provenientes de 101 rebanhos participantes do Gestor Leite, Programa de Melhoramento Genético de Bovinos de Leite da CRV Lagoa. O programa Gestor Leite recebe as informações provenientes das propriedades leiteiras (backups do software utilizado pelo produtor para controle de dados do rebanho e controles leiteiros), do laboratório (análises para os constituintes do leite), além de classificações lineares e controles leiteiros oficiais para os rebanhos participantes de Associações da raça. Os rebanhos deste estudo estão localizados nas principais bacias leiteiras do país, localizados predominantemente nos Estados do Paraná, São Paulo e sul de Minas Gerais, em que o clima apresenta condições mais favoráveis de temperatura e precipitação em comparação ao restante do país. Além disso, a maior parte dos rebanhos possuem sistemas de climatização, trabalham com animais estabulados, normalmente em sistema freestall, fazendo uso de concentrado, silagem de milho, cana de açúcar e pastagens de qualidade.

Os rebanhos participantes desse trabalho podem estar ativos no programa de melhoramento genético, enviando dados semestralmente, ou inativos, ou seja, em algum momento desligaram-se do programa. Essa informação é de suma importância, pois no momento de analisar a habilidade de permanência do animal, há a possibilidade de ele não estar presente no rebanho em determinada idade simplesmente porque o produtor parou de enviar dados, e não necessariamente porque o animal foi descartado. Desta forma, quando um animal de rebanho inativo não estava presente em determinada idade, a observação foi desconsiderada.

O trabalho foi iniciado com o arquivo que continha informação de todas as lactações encerradas das fêmeas. Apenas animais da raça Holandesa foram mantidos, aceitando-se animais puros e de fração racial superior ou igual a 15/16 da raça Holandesa. Foram removidas possíveis inconsistências do banco de dados: animais sem informação de pedigree, lactações com data de início após a morte do animal e lactações que se iniciaram antes do animal completar 19 meses. Após a consistência do banco de dados, foi mantida apenas a primeira lactação de cada fêmea, sendo necessário ter se iniciado entre os 19 e 36 meses de idade. Rebanhos com menos de 80 lactações informadas foram desconsiderados, devido ao reduzido número de fêmeas destes rebanhos. O arquivo de genealogia dos animais foi construído levando em consideração três gerações (Tabela 2).

As lactações das fêmeas foram agrupadas em grupos de contemporâneas, levando em consideração o rebanho, o ano do parto e a estação do parto, sendo consideradas duas estações: águas (outubro a março) e seca (abril a setembro). Essas lactações são a fonte de informação das produções de leite e contagem de células somáticas. Já para a Habilidade de permanência, foram levados em consideração o rebanho, ano e estação de nascimento. Para as classificações, foram o rebanho, o ano e o mês da classificação. Para todas as características, foram removidas informações que tivessem valores fora da amplitude de três desvios-padrão em relação à média do grupo. Foram desconsiderados os grupos com menos de quatro informações e grupos sem variabilidade, como foi proposto por Harville & Mee (1984).

Para a contagem de células somáticas (CCS), foi utilizada a informação de Pico de CCS, que informa qual foi valor máximo de CCS registrado naquela lactação. Picos de CCS que ocorreram após os 305 dias de lactação foram desconsiderados. Com o intuito de linearizar os dados, a CCS foi transformada em ECS (Escore de Células Somáticas). Essa transformação foi feita com base no procedimento desenvolvido por Shook (1982): $ECS = \log_2 (CCS/100) + 3$.

Observações binárias foram designadas para a característica habilidade de permanência (HP), com um (1) indicando sucesso, e zero (0) indicando fracasso. O sucesso foi atribuído para as vacas que estavam presentes no rebanho aos 60

meses de idade (Stay60), e o fracasso foi atribuído para as fêmeas que morreram ou foram descartadas antes de completar tal idade.

Tabela 1. Estrutura dos dados para a produção de leite até 305 dias na primeira lactação (P305), maior valor de escore de células somáticas na lactação (ECS) e habilidade de permanência aos 60 meses de idade (Stay60)

Informação	P305	ECS	Stay60
Número de fêmeas com observações	24.147	14.307	14.864
Número de fêmeas com pai conhecido	22.865	13.725	13.992
Número de fêmeas com mãe conhecida	21.641	13.239	13.377
Número de grupos de contemporâneas	1.167	615	611

Tabela 2. Estrutura do arquivo de Genealogia.

Informação	Fêmeas	Touros	Total
Número de animais	71.491	3.057	74.548
Número de pais	64.027	2.998	67.025
Número de mães	59.592	336	59.928

Foram utilizadas 17.255 classificações lineares padrão da Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH). Apenas a primeira classificação do animal foi considerada, desde que feita entre os 19 e 36 meses de idade da fêmea. Em seguida foram montados os grupos de contemporâneas levando em consideração o rebanho, ano e mês da classificação. As características utilizadas neste estudo foram:

1. Características lineares do Úbere:

1.1. Inserção do Úbere Anterior: avalia a força da inserção dos quartos anteriores na parede abdominal do animal. A inserção deve ser firme e

suave com o abdômen, com comprimento e largura moderados, quartos bem balanceados. É medida em uma escala de 9 pontos, em que o escore 9 é o ideal e equivale a um úbere bem inserido, 5 para uma inserção intermediária, e para fraca o escore deve ser 3 ou menos (VALLOTO, 2016).

1.2. Colocação de Tetos Anteriores e Posteriores: a base das tetas deve estar posicionada no centro dos quartos mamários (anteriores e posteriores), devido principalmente à facilidade de ordenha. A colocação é determinada pela comparação da posição das tetas anteriores com o ponto central em cada quarto mamário. O ideal é que a base dos tetos esteja localizada no centro do quarto anterior e perpendicular aos tetos posteriores, recebendo pontuação 5. Tetos localizados na periferia do quarto (abertos) recebem pontuação 3 ou menor. Quando localizados junto ao ligamento central (fechados) recebem pontuação 7 ou maior (VALLOTO, 2016).

1.3. Comprimento de Tetos: observada nos tetos anteriores, é a medida do comprimento entre a base da teta até a ponta. Tetos ideais devem ter comprimento intermediário, de aproximadamente de 5 cm, objetivando uma correta ordenha. O escore ideal é o 5, enquanto tetos extremamente compridos recebem pontuação 9 e tetos muito curtos pontuação 1 (VALLOTO, 2016).

1.4. Altura do Úbere Posterior: a observação desta característica é feita pela distância entre a base da vulva e o ponto onde termina o tecido secretor (término do úbere posterior). O escore 9 é o ideal, em que o úbere é considerado extremamente alto. O intermediário recebe escore 5, enquanto um úbere muito baixo recebe escore 1. A altura de úbere posterior indica o potencial da capacidade para a produção de leite (VALLOTO, 2016).

1.5. Largura do Úbere Posterior: determinado pela medida tomada no topo do tecido secretor quando se insere no corpo da vaca de uma extremidade a outra. A medida é realizada tomando-se a distância entre os sulcos da referida inserção. O ideal são os úberes extremamente largos, que receberão escore 9 (23 cm de largura). Intermediária recebe escore 5 (13 cm de largura) e para úberes considerados estreitos a pontuação será 3 ou menos. A largura de úbere posterior é outra característica capaz de indicar o potencial da vaca para produção e armazenagem de leite (VALLOTO, 2016).

1.6. Profundidade de Úbere: é a medida da distância entre o piso do úbere (base dos tetos) e o jarrete. O ideal nesta característica é a pontuação 5, em que os úberes têm profundidade intermediária. Os úberes rasos, situados bem acima dos jarretes, recebem escore 7 sete ou mais. Já aqueles considerados profundos, próximos ou abaixo dos jarretes, recebem escore 3 ou menos. Úberes muito profundos estão mais suscetíveis a traumatismos e infecções, e muito rasos demonstram pouca capacidade de produção (VALLOTO, 2016).

1.7. Textura de Úbere: determinado pelo grau de maciez do úbere. O úbere deve ter textura leve, preguiado e elástico. Após a ordenha deve ocorrer redução significativa no volume do sistema mamário. Com esta definição, o escore ideal será 9. O 5 cinco é o escore para úberes com textura intermediária e para aqueles com pouco tecido secretor, o escore é de 3 três pontos ou menos. Em vacas de alta produção são encontradas as melhores texturas (VALLOTO, 2016).

1.8. Ligamento Médio: é identificado pela profundidade da clivagem que separa os quartos mamários. É o principal suporte do sistema mamário. Quando o ligamento é forte, apresenta uma fenda entre os quartos e as tetas posteriores convergem para o ligamento central, recebendo escore 9 (ideal). Suportes intermediários recebem o escore 5. Quando fraco, existe uma tendência do úbere ficar profundo e tende a posicionar as pontas das tetas posteriores e anteriores para periferia do quarto, recebendo baixas pontuações, escore 3 ou menor (VALLOTO, 2016).

2. Características lineares de Pernas e Pés:

2.1. Ângulo de casco (AC): é avaliado nos pés posteriores, determinado pelo ângulo formado pela frente do casco (pinça) com a sola, sendo 45° o ângulo ideal, ou escore 7. Ângulos adequados reduzem a incidência de doenças nos pés (VALLOTO, 2016). O ângulo de casco é medido em uma escala de 9 pontos, em que 1 é muito raso e 9 é muito íngreme (ATKINS, 2009).

2.2. Pernas Posteriores - Vista Lateral: o ponto de referência é a visão lateral das pernas dos animais, analisando o ângulo formado na intersecção das linhas da tíbia e do metatarso. A pontuação 1 equivale a uma perna

extremamente reta (170°) e a pontuação 9 a uma perna extremamente curva (135°), sendo ideal o escore mediano 5 (150 - 155°) (ATKINS, 2009).

2.3. Profundidade do Talão: é observada no Sistema de Classificação Canadense. É avaliada nos pés posteriores, região posterior do casco (talão). A pontuação 1 equivale a um talão muito baixo, e a 9 equivale ao talão mais alto (de 3,5 a 4cm), sendo o ideal (ATKINS, 2009). O talão atua no amortecimento do impacto dos pés com o solo e protege a estrutura do casco (VALLOTO, 2016).

2.4. Pernas Posteriores - Vista Posterior: avalia a linearidade das pernas traseiras quando vistas por trás e é medido pelo grau de desvio interno do jarrete, e o grau correspondente em que os cascos apontam para fora. A pontuação 9 (ideal) é dada para vacas que apresentam pernas afastadas e que acompanham uma linha reta, e 1 para pernas que apresentam jarretes severamente desviados para dentro e com cascos apontando para fora. Há uma forte relação entre as pernas vistas por trás e a saúde geral dos cascos, além disso, muitos criadores consideram essa característica como um indicativo de longevidade (ATKINS, 2009).

Tabela 3. Estrutura dos dados para as classificações lineares das características de tipo.

Característica	N	Média	DP	Escore Ideal
Largura de Úbere Posterior	17.224	5,94	1,45	9
Colocação de Tetos Posteriores	17.224	6,05	1,14	5
Profundidade de Úbere	17.224	4,97	1,14	5
Textura de Úbere	17.224	6,73	1,26	9
Ligamento Médio	17.224	6,21	1,53	9
Inserção de Úbere Anterior	17.224	5,97	1,51	9
Colocação de Tetos Anteriores	17.224	4,68	1,06	5
Comprimento de Tetos	17.224	5,08	1,06	5
Altura de Úbere Posterior	17.224	6,31	1,32	9
Ângulo de Casco	17.255	5,95	1,13	7
Profundidade de Talão	7.402	5,49	1,45	9
Pernas Traseiras-Vista Posterior	7.401	5,94	1,47	9
Pernas Traseiras-Vista Lateral	17.255	5,4	1,12	5

5. Análises dos Dados

Foram realizadas três análises multicaracterísticas contendo as características P305, ECS, Stay60, combinadas com as características de classificações lineares de úbere e pernas e pés. Para todas as características foram incluídos no modelo como efeitos aleatórios, o genético aditivo e o residual. Como efeitos fixos, o efeito classificatório de grupo de contemporâneas foi incluído para todas as características analisadas, a covariável idade da vaca ao parto (efeito linear) para a P305 e o ECS, e a idade da vaca na classificação (efeito linear), apenas para as de tipo.

Os componentes de covariância foram estimados por meio de abordagem Bayesiana, empregando o programa THRGIBBS1F90 (MISZTAL et al., 2002). Este programa gera cadeias de Markov para os parâmetros de um modelo, por meio da amostragem de Gibbs. Para os efeitos fixos foi adotada uma distribuição a priori uniforme e, para os efeitos aleatórios, foi usada uma distribuição Wishart invertida, (componentes de variância) com mínimo grau de confiança.

As análises executadas consistiram de uma única cadeia de 225.000 ciclos, com um “burn-in” conservativo de 25.000 ciclos. O período de descarte amostral foi de 20, assim 10.000 amostras foram efetivamente utilizadas para a obtenção de parâmetros e intervalos de alta densidade. A convergência foi verificada com o critério proposto por Geweke (1992). As estimativas *a posteriori* foram obtidas com a utilização do aplicativo POSTGIBBSF90 (MISZTAL et al., 2002). Para as características P305, ECS e Stay60, foi calculada a média das estimativas encontradas nas três análises.

O modelo completo pode ser descrito na forma matricial como:

$$y = X\beta + Za + e,$$

em que, y é o vetor de observações, X é a matriz de incidência que associa os efeitos fixos (grupo de contemporâneos, idade da vaca ao parto ou na data da classificação) com vetor β de parâmetros, Z é a matriz que associa o efeito genético direto ao vetor a , e e é o vetor de efeitos residuais.

As pressuposições em relação aos componentes do modelo são:

$b \propto \text{constante}$

$a | G \sim NMV[0, (G \otimes A)]$

$G | S_g, v_g \sim IW[S_g v_g, v_g]$

$R | S_r, v_r \sim IW[S_r v_r, v_r]$

em que: A , G , R , I_n são, respectivamente, as matrizes de coeficientes de parentesco, de (co)variâncias genéticas, residuais e uma matriz identidade (de ordem n); $\otimes$ é o produto de Kronecker; S_g e v_g ; S_r e v_r são os valores "a priori" e graus de liberdade para as covariâncias aditivas diretas e residual, respectivamente.

O modelo de limiar que foi utilizado relaciona a resposta observada na escala categórica com uma escala subjacente normal contínua. Assumindo que a escala subjacente tem distribuição normal:

$$U | \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$$

em que, U é o vetor da escala base de ordem r ; $\theta' = (b', a')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s com b (definido sob um ponto de vista frequentista, como efeitos fixos), a (como efeito aditivo aleatório); W é uma matriz de incidência conhecida de ordem r por s ; I é uma matriz identidade de ordem r por r ; e σ_e^2 é a variância residual. Como σ_e^2 não é estimável (GIANOLA & FOULLEY, 1983), um valor arbitrário deve ser então atribuído. Para esta análise foi atribuído o valor 1 para a σ_e^2 .

Após a definição dos parâmetros do modelo, o encadeamento entre as duas escalas (categórica e contínua) pode ser estabelecido inequivocamente, com a contribuição da probabilidade de uma observação estar na primeira categoria, sendo proporcional a:

$$P(y_v = 0 | t, \theta) = P(U_v \leq t | t, \theta) = \Phi((t - w'_v \theta) / \sigma_e)$$

em que, y_v é a variável resposta para a $v^{\text{ésima}}$ observação, tomando valores 0 ou 1 se a observação pertence a primeira ou segunda categoria, respectivamente; t é o valor do limiar que, por não ser estimável, é fixado um valor arbitrário; U_v é o valor da variável subjacente para a mencionada observação; $\Phi(\cdot)$ é a função de distribuição cumulativa de uma variável normal padrão; e w'_v é um vetor coluna de incidência que une a observação $v^{\text{ésima}}$. Devido às observações serem condicionalmente independentes dado θ , a função de verossimilhança é definida pelo produto das contribuições de cada registro.

Os ganhos genéticos e as respostas correlacionadas foram calculados para todas as características estudadas, considerando-se uma intensidade de seleção constante. As fórmulas usadas podem ser representadas por:

$$\Delta G = i \sigma_y h^2,$$

$$RC_{2,1} = r_{a12} h_{y1} h_{y2} i \sigma_{y2},$$

em que: ΔG = ganho genético mediante seleção direta para a característica; $RC_{2,1}$ = resposta correlacionada para a característica 2, mediante seleção direta para a característica 1; σ_y = desvio-padrão fenotípico da característica a ser selecionada; i = intensidade de seleção; r_{a12} = correlação genética entre as características 1 e 2.

6. Resultados e Discussão

A média observada da P305 na primeira lactação foi de 8.654kg (Tabela 4), o que reflete o elevado padrão genético das vacas da raça Holandesa dos rebanhos estudados, que trabalham com sistemas intensivos de produção (confinamento) e com duas ou mais ordenhas por dia. Valores inferiores para a produção de leite foram relatadas pela maioria dos autores que também estudaram vacas da raça Holandesa (VARGAS et al., 2006; WEBER et al., 2005; ANDRADE et al., 2007), cujas médias variaram entre 6.334 a 7.519kg, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Irano et al. (2014) estudaram um rebanho de alto padrão do interior do Estado de São Paulo e encontraram uma média de produção de leite de 9.215,40kg.

Tabela 4. Resumo da estrutura dos dados, número de animais (n), médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV%) para a produção de leite acumulada até 305 dias na primeira lactação (P305), maior valor do escore de células somáticas na lactação (ECS) e habilidade de permanência aos 60 meses de idade (Stay60).

Característica	n	média	desvio-padrão	CV
P305 (kg)	24.147	8.654	2.101	24%
ECS	14.307	4,36	2,06	47%
Característica	n	% sucesso	% fracasso	
Stay60	14.864	76%	24%	

A média do valor máximo de ECS na lactação encontrado neste estudo foi de 4,36 (Tabela 3), que equivale a aproximadamente 264.000 células/ml de leite. Os valores foram muito próximos aos encontrados para o ECS médio da lactação por Andrade et al. (2007), de 4,04 para vacas Holandesas de rebanhos da Região Sudeste do Brasil e por Rincón (2015), de 4,67 para vacas Holandesas na Colômbia, indicando que os animais deste estudo não apresentam elevados picos de CCS com frequência, em virtude do ótimo manejo praticado nas propriedades estudadas. Segundo os estudos de Souza et al. (2005) e Sadeghi-Sefidmazgi et al. (2014), vacas estabuladas (principalmente em sistema free-stall) apresentam menores médias de CCS em comparação a vacas semi-estabuladas e a pasto.

A estimativa de sucesso da Stay60 obtida nesse estudo (Tabela 3) foi superior a todas as estimativas encontradas na literatura para habilidade de permanência aos 60 meses de idade, que variaram de 44 a 51% para vacas Holandesas (KERN et al., 2013; VANRADEN & KLAASKATE, 1993). A reduzida taxa de descarte encontrada neste estudo pode ser explicada pela grande dificuldade de reposição de animais que as propriedades leiteiras enfrentam, principalmente naquelas em que os rebanhos estão em crescimento. Há muita dificuldade em aumentar o plantel trabalhando com o alto custo de fêmeas no mercado e o baixo desempenho reprodutivo de animais de elevada produção. Sendo assim, o produtor opta por não promover intenso descarte voluntário, mantendo no rebanho fêmeas com problemas, por exemplo, aquelas que não emprenham ou aquelas que dão pouco leite.

As médias das estimativas a posteriori dos componentes de variância e das herdabilidades das três análises para as características P305, ECS e Stay60 encontram-se na Tabela 5 (dado que a variância residual da Stay60 foi fixada em 1,0).

Tabela 5. Média das estimativas a posteriori das variâncias genética aditiva (σ^2a), residual (σ^2e) e herdabilidades (h^2) para as características produção de leite até os 305 dias na primeira lactação (P305), valor máximo de escore de células somáticas na lactação (ECS) e habilidade de Permanência aos 60 meses de idade (Stay60), em análises multicaracterísticas.

Parâmetro	Média
P305	
σ^2a	49,29
σ^2e	152,20
h^2	0,24
ECS	
σ^2a	0,28
σ^2e	3,40
h^2	0,08
Stay60	
h^2	0,09

A estimativa de herdabilidade para P305 foi moderada, próxima aos valores encontrados na literatura, que variaram de 0,19 a 0,27 para vacas Holandesas dos Estados do Paraná e São Paulo (PAULA et al., 2008; IRANO et al., 2014). O moderado valor de herdabilidade encontrado neste estudo para produção de leite na primeira lactação indica que é possível selecionar animais utilizando essa característica como critério de seleção, resultando em ganho genético na população.

A estimativa de herdabilidade da característica ECS foi de baixa magnitude, inferior aos valores relatados na literatura para esta raça, que tem sido próximos de 0,13 (ANDRADE et al., 2007; ZWALD et al., 2006). Tal magnitude para a herdabilidade indica que o ambiente é responsável por grande parte da variação fenotípica dessa característica, não sendo ideal utilizá-la unicamente como critério de seleção direta. Contudo, é uma característica importante para identificar animais de maior resistência à mastite, e não deve ser descartada dos programas de seleção, mas sim utilizada juntamente com a melhoria do ambiente. Muitos países incluíram a CCS nos índices de seleção, como a Finlândia e a Suécia, de acordo com Hogeveen (2005). Segundo o autor, como há correlação genética desfavorável entre leite e CCS, é atribuída uma ponderação alta para a CCS, para se conseguir um efeito positivo na população. Como resultado da seleção, na Noruega, a incidência de mastite clínica (CM) aumentou de 0,15 vacas tratadas por ano vaca

em 1975 para 0,44 em 1994, e, em seguida, diminuiu para 0,23 em 2002 com a inclusão da CCS no índice de seleção (OSTERAS et al., 2007).

A estimativa de herdabilidade para a Stay60 foi de baixa magnitude, indicando que o ambiente exerce grande influência sobre a permamência das fêmeas no rebanho. Um fator que pode ter contribuído para essa baixa estimativa é a reduzida taxa de descarte encontrada nos rebanhos estudados. Na literatura, as herdabilidades estimadas para todas as características de habilidade de permanência são baixas, variando entre 0,02 e 0,13 para vacas Holandesas no Brasil e na Coreia (KERN et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2003; WASANA et al., 2015). Já para a raça Pardo-Suíça na Itália, Samoré et al. (2010) estimaram herdabilidade de 0,06 para longevidade funcional.

A correlação genética entre as características P305 e ECS (Tabela 6), apesar de positiva, foi de baixa magnitude, o que significa que a seleção para produção de leite na primeira lactação tem pequena influência sobre a incidência de mastite clínica. Esses resultados se assemelham aos valores encontrados na literatura. Irano et al. (2014) obtiveram uma correlação genética de 0,12 entre P305 e ocorrência de mastite. Outros trabalhos relataram resultados semelhantes (MRODE & SWANSON, 1996; PRYCE & BROTHERSTONE, 1999; RUPP & BOICHARD, 1999; SCHUTZ et al., 1993).

Tabela 6. Média das estimativas das correlações genética aditiva (r_a), residual (r_e) e fenotípica (r_p) entre as características produção de leite até os 305 dias na primeira lactação (P305), valor máximo de escore de células somáticas na lactação (ECS) e habilidade de Permanência aos 60 meses de idade (Stay60), em análises multicaracterísticas.

Parâmetro	Média
P305–ECS	
r_a	0,08
r_e	-0,02
r_p	0,00
P305–Stay60	
r_a	-0,25
r_e	0,19
r_p	0,12
ECS–Stay60	
r_a	0,11
r_e	-0,05
r_p	-0,03

A correlação genética entre a P305 e a Stay60 apresentou-se negativa e de moderada magnitude. Este resultado demonstra que uma produção de leite muito elevada pode aumentar a chance de o animal ser descartado mais cedo. Segundo Oltenacu & Broom (2010), com o aumento da capacidade genética de produção de leite, mais vacas apresentam doenças diretamente relacionadas com o alto nível de produção. O desvio nutricional para a síntese de leite compromete o desempenho reprodutivo (LUCY, 2001) causando baixas taxas de concepção e perdas embrionárias (SILKE et al., 2002). Além disso, muitos dos problemas reprodutivos associados à alta produtividade em vacas leiteiras resultam de doenças, como infecções uterinas (Bell & Roberts 2007; Dobson et al 2007; Sheldon et al 2008). A alta produção de leite também está ligeiramente associada a uma maior incidência de mastite, contribuindo para a redução na longevidade dos animais.

Na literatura, Wasana et al. (2015) e Irano et al. (2014), relataram correlações genéticas favoráveis de 0,35 e 0,38 entre a produção de leite e a habilidade de permanência no rebanho para vacas Holandesas na Coreia e no Estado de São Paulo, diferentemente dos resultados encontrados neste estudo. As informações usadas no presente estudo são provenientes de sistemas de produção

intensivos e a baixa produção de leite não é um problema enfrentado pelos rebanhos estudados, como em outros rebanhos em que as fêmeas que apresentam baixa produção são descartadas mais cedo. No trabalho de Ajili et al. (2007), as vacas Holandesas da Tunísia de baixa de produção de leite permaneceram menos tempo no rebanho, devido ao descarte voluntário. No entanto, as vacas de alta produção também eram descartadas mais cedo devido a problemas de saúde, desta forma as vacas de produção intermediária foram as que permaneceram mais tempo no rebanho. Já na raça Pardo-Suíça na Itália, Samoré et al. (2010) também encontraram uma correlação negativa entre produção de leite e longevidade funcional, de -0,13.

A correlação genética entre ECS e a Stay60 apresentou-se positiva e de baixa magnitude, o que significa que a ECS na primeira lactação não tem influência sobre a permanência das vacas nos rebanhos estudados. Os valores encontrados na literatura foram de maiores magnitudes, variando de -0,52 a -0,49 para animais da raça Holandesa (NIELSEN et al., 1999; IRANO et al., 2014). Isso pode ter ocorrido porque nos rebanhos aqui estudados, o ambiente e manejo não são propícios para ocorrência frequente de alta CCS no leite.

As características lineares apresentaram estimativas de herdabilidade (Tabela 7) condizentes com os valores encontrados na literatura, mas de maior magnitude, tanto para as características de úbere como para as de pernas e pés. No geral, as características de úbere apresentam maiores estimativas de herdabilidade do que as de pernas e pés. As estimativas de herdabilidade para largura de úbere posterior encontradas na literatura são próximas a 0,17, a 0,23 para colocação de tetos posteriores, 0,25 para profundidade de úbere, 0,10 para textura de úbere, 0,17 para ligamento médio, 0,20 para inserção de úbere anterior, 0,27 para colocação de tetos anteriores, 0,27 para comprimento de tetos, 0,18 para altura do úbere posterior. Já para as características de pernas e pés, as herdabilidades estimadas tem sido próximas a 0,10 para ângulo de casco, 0,05 para, profundidade do talão, 0,10 para pernas traseiras vista posterior e 0,18 para pernas traseiras vista lateral (BOHLOULI et al., 2015; COSTA et al., 2013; CAMPOS et al., 2012; ZAVADILOVÁ et al., 2012; MISZTAL et al., 1992).

Tabela 7. Média, mediana, moda, desvio-padrão (DP) e intervalos de maior densidade *a posteriori* (95%IC) das estimativas das variâncias genética aditiva e residual e herdabilidade para as características lineares de tipo.

Parâmetro	Média	Mediana	Moda	DP	95%IC
Largura de Úbere Posterior					
σ^2_a	0,30	0,30	0,30	0,03	0,24 – 0,36
σ^2_e	1,36	1,36	1,37	0,03	1,31 – 1,42
h^2	0,18	0,18	0,18	0,02	0,15 – 0,22
Colocação de Tetos Posteriores					
σ^2_a	0,24	0,24	0,24	0,02	0,20 – 0,28
σ^2_e	0,87	0,87	0,87	0,02	0,84 – 0,91
h^2	0,22	0,22	0,21	0,02	0,18 – 0,25
Profundidade de Úbere					
σ^2_a	0,34	0,34	0,34	0,03	0,30 – 0,40
σ^2_e	0,81	0,81	0,81	0,02	0,77 – 0,85
h^2	0,30	0,30	0,30	0,02	0,26 – 0,34
Textura de Úbere					
σ^2_a	0,20	0,20	0,20	0,02	0,16 – 0,24
σ^2_e	1,00	1,00	1,01	0,02	0,97 – 1,04
h^2	0,16	0,16	0,16	0,02	0,13 – 0,19
Ligamento Médio					
σ^2_a	0,52	0,52	0,53	0,04	0,44 – 0,61
σ^2_e	1,63	1,63	1,64	0,04	1,55 – 1,69
h^2	0,24	0,24	0,24	0,02	0,21 – 0,28
Inserção de Úbere Anterior					
σ^2_a	0,48	0,48	0,49	0,04	0,41 – 0,56
σ^2_e	1,51	1,51	1,51	0,03	1,45 – 1,58
h^2	0,24	0,24	0,24	0,02	0,21 – 0,28
Colocação de Tetos Anteriores					
σ^2_a	0,31	0,31	0,31	0,02	0,27 – 0,35
σ^2_e	0,75	0,75	0,74	0,02	0,71 – 0,78
h^2	0,29	0,29	0,29	0,02	0,26 – 0,33
Comprimento de Tetos					
σ^2_a	0,42	0,42	0,42	0,02	0,38 – 0,47
σ^2_e	0,66	0,66	0,67	0,02	0,63 – 0,70
h^2	0,39	0,39	0,39	0,02	0,35 – 0,43
Altura de Úbere Posterior					
σ^2_a	0,36	0,36	0,36	0,03	0,31 – 0,43
σ^2_e	1,16	1,16	1,17	0,02	1,11 – 1,21
h^2	0,24	0,24	0,23	0,02	0,21 – 0,28
Ângulo de Casco					
σ^2_a	0,18	0,18	0,18	0,02	0,15 – 0,21
σ^2_e	0,86	0,86	0,86	0,02	0,83 – 0,90
h^2	0,17	0,17	0,17	0,02	0,14 – 0,20

Parâmetro	Média	Mediana	Moda	DP	95%IC	
Profundidade de Talão						
σ^2a	0,23	0,23	0,22	0,04	0,18 –	0,31
σ^2e	1,58	1,58	1,57	0,04	1,50 –	1,65
h^2	0,13	0,13	0,12	0,02	0,10 –	0,17
Pernas Traseiras-Vista Posterior						
σ^2a	0,26	0,26	0,26	0,04	0,18 –	0,35
σ^2e	1,63	1,63	1,61	0,04	1,54 –	1,71
h^2	0,14	0,14	0,13	0,02	0,10 –	0,18
Pernas Traseiras-Vista Lateral						
σ^2a	0,25	0,25	0,25	0,02	0,20 –	0,30
σ^2e	0,96	0,96	0,95	0,02	0,92 –	1,00
h^2	0,21	0,21	0,21	0,02	0,17 –	0,24

A correlação genética entre a P305 e a largura do úbere posterior (Tabela 8) apresentou-se moderada e positiva, indicando que úberes mais largos estão relacionados a uma maior capacidade de produção e armazenagem de leite. Resultados semelhantes foram relatados na literatura, com valores de correlações variando entre 0,19 e 0,56 (CAMPOS, 2012; WASANA et al., 2015). No entanto, devido à baixa herdabilidade da largura do úbere posterior, a seleção com base nesta característica traz lento ganho genético.

Já a correlação genética entre a P305 e a profundidade de úbere foi moderada e negativa (Tabela 8), ou seja, selecionar para o aumento da produção de leite pode trazer como resposta correlacionada um úbere muito profundo (muito baixo), o que é indesejável, já que úberes profundos são mais susceptíveis a acidentes e lesões. Wasana et al. (2015) encontraram uma correlação de -0,19 entre essas características, enquanto Campos et al (2012) relataram um valor de -0,46.

A textura do úbere tem moderada correlação com a P305 (Tabela 8), indicando que úberes mais macios e elásticos (com mais tecido secretor) estão associados a uma maior produção de leite, no entanto a herdabilidade para a textura do úbere é baixa, sendo assim, a resposta correlacionada na produção de leite é pequena. Klassen et al. (1992) e Esteves et al. (2004) encontraram resultados semelhantes, de 0,23 e 0,35, respectivamente.

Entre a P305 e o ângulo de cascos, a correlação genética foi moderada e positiva (Tabela 8), ou seja, vacas com ângulos de cascos mais elevados podem

apresentar maior produção de leite. As vacas deste estudo em sua maioria vivem em sistema free-stall, que segundo Broom (1997), pode aumentar os casos de problemas nos cascos. Ângulos de cascos corretos diminuem a quantidade de doenças dos pés (VALLOTO, 2016), que são responsáveis por diminuir a produção de leite (RAJALA-SCHULTZ et al., 1999). Sendo assim, vacas com melhores cascos produzem mais leite, e o mesmo ocorre para a profundidade do talão. Na literatura, Campos et al. (2012) e Misztal et al. (1992) encontraram uma correlação de 0,10 entre P305 e ângulo de cascos. Já Esteves et al. (2004) encontraram um resultado semelhante ao encontrado neste estudo (0,30) e conclui que o ângulo do casco e a profundidade do talão são importantes como componentes da produção de leite no ambiente brasileiro.

A ECS está positivamente correlacionada com a largura do úbere (Tabela 8), indicando que úberes mais estreitos podem apresentar menor taxa de CCS. Isso pode estar associado ao fato de que úberes mais largos apresentam maior tempo de ordenha (BOETTCHER et al., 1997), e a velocidade de ordenha tem sido associada com o aumento nos índices de mastite e da CCS (ZWALD et al., 2006). Na Coreia, Wasana et al. (2015) encontraram uma correlação de 0,23 entre essas características, e na Polônia o valor foi de 0,20 por Ptak et al. (2009).

A correlação entre a profundidade de úbere e a ECS foi moderada e negativa (Tabela 8), isso significa que úberes melhor inseridos são geneticamente associados com menores taxas de CCS. Isso pode ocorrer, pois úberes muito profundos são mais susceptíveis a traumatismos e infecções. Valores semelhantes foram relatados na literatura, variando de -0,17 a -0,52 (ROGERS et al., 1998; PTAK et al., 2009; WASANA et al., 2015).

A correlação genética entre o ligamento médio e a ECS foi moderada e positiva. Esse valor não está de acordo com o esperado para essas características. Este resultado pode ser explicado pelo alto desvio-padrão da estimativa (0,12). Na literatura, os valores variaram de -0,21 a -0,09 (PTAK et al., 2009; DEGROOT et al., 2002; ROGERS et al., 1998).

A correlação entre pernas traseiras-vista posterior e ECS foi moderada e positiva, indicando que pernas mais paralelas podem estar associadas a uma maior incidência de ECS no leite. No entanto, ambas as características possuem baixa

herdabilidade, desta forma essa correlação pode ser considerada desprezível. Na literatura, essas características no geral apresentam correlação desprezível (PTAK et al., 2009; SAMORÉ et al., 2010), com exceção do trabalho de DeGroot et al. (2002), em que encontraram um valor maior e negativo, de -0.61 .

Já a característica pernas traseiras-vista lateral apresentou correlação negativa com a ECS, indicando que pernas extremamente retas poderiam estar associadas a uma maior incidência de ECS no leite. Resultados semelhantes foram encontrados por Charfeddine et al. (1997) e DeGroot et al. (2002), de $-0,15$ e $-0,61$, respectivamente. No entanto, Ptak et al. (2009) encontraram uma correlação de $0,24$ entre essas características.

A Stay60 foi positivamente correlacionada com a largura do úbere, o que indica que vacas de úberes mais largos possuem maior chance de permanecer mais tempo no rebanho. Resultados muito próximos foram encontrados por Wasana et al. (2015) e Kern et al. (2013), de $0,21$ e $0,22$ em vacas Holandesas da Coreia e do Brasil, respectivamente.

A correlação entre a colocação dos tetos posteriores e a Stay60 foi moderada e positiva (Tabela 8), ou seja, animais com tetos muito abertos tendem a apresentar maior chance de serem descartados. Esse valor foi superior aos encontrados na literatura, de $0,07$ por Kern et al. (2013) e de $-0,22$ por Wasana et al. (2015) na correlação com a medida de tempo de vida produtiva.

A correlação entre o comprimento de tetos e a Stay60 foi moderada e negativa, ou seja, quanto maior o escore de CT, menor é a chance de sucesso para a Stay60. Esse valor é superior aos encontrados na literatura, que variam em torno de $0,10$ (KERN et al. (2013), WASANA et al. (2015)). Esteves et al. (2004) afirmam que a seleção para tetos mais longos pode promover uma redução da qualidade das outras características do sistema mamário.

Tabela 8. Média *a posteriori* ($\bar{x}$), mediana (M), moda (Mo), desvio-padrão (DP) e intervalos de maior densidade *a posteriori* (95%IC) das correlações genética aditiva (r_a), residual (r_e) e fenotípica (r_p) entre as características produção de leite até os 305 dias na primeira lactação (P305), valor máximo do escore de células somáticas na lactação (ECS), habilidade de permanência aos 60 meses de idade (Stay60) e as características lineares de tipo, em análises multicaracterísticas.

		$\bar{x}$	M	Mo	DP	95%IC		$\bar{x}$	M	Mo	DP	95%IC		$\bar{x}$	M	Mo	DP	95%IC	
Características		r_a						r_e						r_p					
P305	LUP	0,34	0,34	0,34	0,07	0,21	– 0,46	0,23	0,23	0,23	0,02	0,19	– 0,27	0,25	0,25	0,25	0,01	0,23	– 0,28
ECS	LUP	0,30	0,30	0,35	0,13	0,06	– 0,59	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,05	– 0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	– 0,06
Stay60	LUP	0,24	0,24	0,19	0,15	-0,04	– 0,51	-0,05	-0,05	-0,05	0,04	-0,12	– 0,02	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	-0,07	– 0,04
P305	CTP	0,14	0,14	0,15	0,06	0,02	– 0,26	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,04	– 0,04	0,03	0,04	0,04	0,01	0,01	– 0,06
ECS	CTP	0,22	0,22	0,18	0,12	-0,01	– 0,45	0,03	0,03	0,03	0,02	-0,02	– 0,07	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	– 0,08
Stay60	CTP	0,33	0,33	0,40	0,16	0,00	– 0,68	-0,03	-0,03	-0,02	0,04	-0,11	– 0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	-0,04	– 0,07
P305	PU	-0,40	-0,40	-0,43	0,05	-0,51	– -0,30	-0,24	-0,24	-0,24	0,02	-0,28	– -0,20	-0,28	-0,28	-0,28	0,01	-0,31	– -0,26
ECS	PU	-0,39	-0,39	-0,36	0,10	-0,59	– -0,18	-0,04	-0,04	-0,04	0,02	-0,08	– 0,01	-0,09	-0,09	-0,09	0,02	-0,12	– -0,06
Stay60	PU	0,18	0,18	0,28	0,18	-0,15	– 0,50	-0,01	-0,01	-0,02	0,04	-0,09	– 0,06	0,02	0,02	0,01	0,03	-0,04	– 0,07
P305	TU	0,22	0,22	0,20	0,06	0,09	– 0,34	0,13	0,13	0,13	0,02	0,09	– 0,16	0,14	0,15	0,14	0,01	0,12	– 0,17
ECS	TU	0,13	0,13	0,10	0,11	-0,09	– 0,35	-0,03	-0,03	-0,03	0,02	-0,07	– 0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,04	– 0,02
Stay60	TU	-0,06	-0,08	-0,14	0,15	-0,31	– 0,25	0,01	0,01	0,03	0,03	-0,06	– 0,08	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,05	– 0,06
P305	LM	-0,03	-0,03	-0,03	0,07	-0,16	– 0,10	0,07	0,07	0,07	0,02	0,03	– 0,11	0,05	0,05	0,05	0,01	0,02	– 0,07
ECS	LM	0,27	0,29	0,32	0,12	0,03	– 0,50	-0,02	-0,02	-0,02	0,02	-0,06	– 0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-0,01	– 0,05
Stay60	LM	-0,07	-0,07	-0,10	0,15	-0,34	– 0,25	0,04	0,04	0,05	0,04	-0,04	– 0,11	0,02	0,02	0,03	0,03	-0,04	– 0,08
P305	IUA	-0,12	-0,12	-0,14	0,06	-0,24	– 0,01	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	– 0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	– 0,04
ECS	IUA	-0,01	-0,01	0,03	0,12	-0,25	– 0,23	-0,04	-0,04	-0,04	0,02	-0,08	– 0,00	-0,04	-0,04	-0,04	0,01	-0,07	– -0,01
Stay60	IUA	0,10	0,10	0,10	0,14	-0,18	– 0,37	-0,03	-0,03	-0,03	0,04	-0,10	– 0,04	-0,01	-0,01	-0,02	0,03	-0,07	– 0,04
P305	CTA	0,06	0,07	0,06	0,06	-0,06	– 0,19	-0,04	-0,04	-0,05	0,02	-0,08	– 0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,04	– 0,02
ECS	CTA	0,14	0,14	0,15	0,11	-0,08	– 0,34	0,00	0,00	0,01	0,02	-0,04	– 0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	-0,01	– 0,05
Stay60	CTA	0,13	0,14	0,11	0,14	-0,16	– 0,37	-0,04	-0,04	-0,05	0,04	-0,12	– 0,04	-0,01	-0,01	-0,02	0,03	-0,07	– 0,05

		$\bar{x}$	M	Mo	DP	95%IC		$\bar{x}$	M	Mo	DP	95%IC		$\bar{x}$	M	Mo	DP	95%IC				
Características		r_a						r_e						r_p								
P305	CT	0,06	0,07	0,06	0,06	-0,05	-	0,17	-0,02	-0,02	-0,01	0,02	-0,07	-	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,02	-	0,03
ECS	CT	-0,18	-0,18	-0,19	0,11	-0,38	-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	-0,03	-	0,07	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,04	-	0,02
Stay60	CT	-0,25	-0,27	-0,28	0,16	-0,51	-	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05	-0,03	-	0,15	0,00	0,00	-0,01	0,03	-0,07	-	0,06
P305	AUP	0,18	0,18	0,21	0,06	0,07	-	0,30	0,09	0,09	0,10	0,02	0,05	-	0,13	0,12	0,12	0,11	0,01	0,09	-	0,14
ECS	AUP	0,06	0,06	-0,01	0,12	-0,15	-	0,29	-0,03	-0,03	-0,03	0,02	-0,08	-	0,01	-0,02	-0,02	-0,01	0,02	-0,05	-	0,01
Stay60	AUP	-0,11	-0,09	-0,06	0,17	-0,48	-	0,21	0,02	0,02	0,01	0,04	-0,06	-	0,10	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,06	-	0,06
P305	AC	0,30	0,31	0,31	0,07	0,16	-	0,43	0,06	0,06	0,05	0,02	0,02	-	0,10	0,11	0,11	0,11	0,01	0,08	-	0,14
ECS	AC	0,02	0,02	0,03	0,12	-0,22	-	0,26	-0,02	-0,02	-0,02	0,02	-0,05	-	0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,04	-	0,02
Stay60	AC	0,00	0,02	0,11	0,15	-0,29	-	0,26	0,00	0,00	0,02	0,04	-0,07	-	0,07	0,00	0,00	0,01	0,03	-0,06	-	0,06
P305	PT	0,23	0,24	0,24	0,08	0,08	-	0,38	0,07	0,07	0,08	0,02	0,03	-	0,11	0,10	0,10	0,10	0,01	0,07	-	0,13
ECS	PT	-0,07	-0,06	-0,13	0,13	-0,31	-	0,17	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,04	-	0,04	-0,01	-0,01	-0,02	0,02	-0,04	-	0,02
Stay60	PT	0,16	0,17	0,23	0,17	-0,15	-	0,45	0,01	0,01	0,01	0,04	-0,07	-	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	-0,03	-	0,08
P305	PP	0,05	0,06	0,12	0,09	-0,13	-	0,23	0,08	0,08	0,08	0,02	0,03	-	0,12	0,07	0,07	0,07	0,01	0,04	-	0,10
ECS	PP	0,39	0,40	0,40	0,15	0,07	-	0,67	-0,02	-0,02	-0,02	0,02	-0,07	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-0,02	-	0,05
Stay60	PP	0,01	0,02	0,12	0,19	-0,37	-	0,36	0,00	0,00	0,01	0,04	-0,07	-	0,07	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,06	-	0,06
P305	PL	0,00	0,00	-0,01	0,07	-0,13	-	0,15	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,05	-	0,03	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,03	-	0,02
ECS	PL	-0,24	-0,25	-0,25	0,11	-0,47	-	-0,01	0,05	0,05	0,04	0,02	0,01	-	0,09	0,01	0,01	0,01	0,02	-0,02	-	0,04
Stay60	PL	-0,47	-0,47	-0,52	0,13	-0,70	-	-0,20	0,09	0,09	0,08	0,04	0,01	-	0,17	0,01	0,01	0,02	0,03	-0,05	-	0,07

LUP= Largura de Úbere posterior; CTP= Colocação dos Tetos Posteriores ; PU= Profundidade de Úbere; TU= Textura de Úbere; LM= Ligamento Médio; IUA= Inserção do Úbere Anterior; CTA= Colocação dos Tetos Anteriores; CT= Comprimento de Tetos; AUP= Altura do Úbere Posterior; AC= Ângulo de Casco; PT= Profundidade do Talão; PP= Pernas Traseiras-Vista Posterior; PL= Pernas Traseiras-Vista Lateral.

A correlação genética entre a Stay60 e as pernas posteriores-vista lateral foi forte e negativa, indicando que pernas extremamente curvas estão altamente associadas com maior taxa de descarte. Resultados semelhantes foram descritos por Caraviello et al. (2004) e Vacek et al. (2006), em que encontraram baixas longevidades em vacas de pernas extremamente curvas. Já Zavadilová et al. (2009) e Buenger et al. (2001) relataram que pernas medianas estão associadas a uma maior longevidade enquanto pernas extremamente retas ou curvas estão associadas a maior taxa de descarte.

Os ganhos genéticos mediante seleção para todas as características e a resposta correlacionada para Stay60 mediante seleção direta para as demais características encontram-se na Tabela 9. A seleção indireta para a Stay60, levando-se em conta tanto as características produtivas, de saúde do úbere e as de linear (úbere e pernas e pés) será menos eficiente do que a seleção direta para habilidade de permanência no rebanho. O ganho genético direto e a eficiência da seleção indireta poderiam ser maiores caso a herdabilidade da Stay60 fosse maior. Isso seria possível caso os produtores de leite promovessem uma maior taxa de descarte das fêmeas que apresentam problemas. No entanto, ao selecionar com base nas pernas traseiras-vista lateral, a eficiência de seleção é de 75% em relação ao ganho direto da Stay60. Como essa característica é avaliada precocemente em relação à Stay60, é viável utilizá-la para promover ganho genético na longevidade dos animais. Já a seleção com base na produção de leite poderia reduzir em 43% os ganhos na Stay60.

Tabela 9. Desvio-padrão fenotípico (σ_y), coeficiente de herdabilidade (h^2), correlação genética com a Stay60 (r_a), ganho genético (ΔG) devido a seleção direta para todas as características, resposta correlacionada (RC stay) para Stay60 realizando-se seleção direta para as demais características e eficiência relativa de seleção (ER%).

Característica	σ_y	h^2	r_a	ΔG	RC stay	ER%
P305 (kg)	2,000	0,24	-0,25	19,200	-0,042	-43
ECS	0,040	0,07	0,11	0,112	0,010	10
Stay60	0,030	0,08	-	0,096	0,096	100
Largura de Úbere Posterior	0,020	0,18	0,24	0,144	0,035	36
Colocação de Tetos Posteriores	0,013	0,22	0,33	0,116	0,053	55
Profundidade de Úbere	0,015	0,30	0,18	0,176	0,033	34
Textura de Úbere	0,014	0,16	-0,06	0,094	-0,008	-9
Ligamento Médio	0,027	0,24	-0,07	0,257	-0,011	-12
Inserção de Úbere Anterior	0,024	0,24	0,10	0,235	0,016	17
Colocação de Tetos Anteriores	0,013	0,29	0,13	0,156	0,025	26
Comprimento de Tetos	0,014	0,39	-0,25	0,222	-0,052	-54
Altura de Úbere Posterior	0,019	0,24	-0,11	0,179	-0,018	-18
Ângulo de Casco	0,012	0,17	0,00	0,084	0,001	1
Profundidade de Talão	0,029	0,13	0,16	0,150	0,019	20
Pernas Traseiras-Vista Posterior	0,033	0,14	0,01	0,180	0,001	1
Pernas Traseiras-Vista Lateral	0,015	0,21	-0,47	0,124	-0,072	-75

7. Conclusões

A estimativa de herdabilidade para produção de leite indica que é possível obter ganho genético ao selecionar com base nesta característica. No entanto, para vacas Holandesas de alto padrão genético e inseridas em sistemas de produção intensivos, elevadas produções de leite estão associadas ao aumento na taxa de descarte, além de reduzir a resistência à mastite dos animais. Algumas características de tipo apresentaram correlação com a P305, sendo importantes para identificar animais mais produtivos, como a largura do úbere posterior e a profundidade do úbere.

O baixo valor de herdabilidade para a ECS reforça a necessidade de se promover melhorias ambientais a fim de favorecer a qualidade do leite e a saúde dos animais. Apesar da pequena resposta à seleção é ainda viável manter essa característica no programa de melhoramento genético, para selecionar animais mais resistentes à mastite no longo prazo. A profundidade do úbere apresentou

correlação genética mediana com a ECS, no entanto essa correlação foi antagônica com a produção de leite.

A característica Stay60 apresentou baixa estimativa de herdabilidade, no entanto, algumas características apresentaram moderadas correlações genéticas, com alta resposta correlacionada. Sendo assim, é possível promover precocemente o ganho genético na longevidade dos animais com base nas características correlacionadas, principalmente para a característica pernas traseiras-vista lateral, no entanto o ganho será maior caso seja feita a seleção com base na Stay60. Caso a Stay60 seja implementada no programa de seleção, poderá haver uma redução no progresso genético para a produção de leite.

8. Referências

AJILI, N.; REKIK, B.; BEN GARA, A.; BOURAOUI, R. Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows. *African Journal of Agricultural Research*, v.2, n.2, p.047-051, 2007.

ANDRADE, L. M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L.; ALBUQUERQUE, L. G.; CASSOLI, L. D.; MACHADO, P. F. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas Holandesas. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.2, p.343-349, 2007.

ATKINS, G. The Importance of Genetic Selection in Dairy Cows for Reducing Lameness and Improving Longevity. *CanWest Conference*, Alberta, Canada, 2009.

BOETTCHER, P.J.; DEKKERS, J.C.M.; KOLSTAD, B.W. Development of an Udder Health Index for Sire Selection Based on Somatic Cell Score, Udder Conformation, and Milking Speed. *Centre for Genetic Improvement of Livestock*, Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Canada N1G 2W1, 1997.

BOHLOULI, M.; ALIJANI, S.; VARPOSHTI, M. R. Genetic relationships among linear type traits and milk production traits of Holstein dairy cattle. *Annals of Animal Science*, v.15, n.4, p.903-917, 2015.

BROOM, D.M. Animal behaviour as an indicator of animal welfare in different housing and management systems. In: Saloniemi H (ed) Proceeding of the 9th International Congress in Animal Hygiene, Helsinki, Finland, p.371-378, 1997.

BUENGER, A.; DUCROCQ, V.; SWALVE, H.H. Analysis of survival in dairy cows with supplementary data on type scores and housing systems from a region of Northwest Germany. *Journal of Dairy Science*, v.84, p.1531–1541, 2001.

CAMPOS, R. V. Parâmetros Genéticos Para Características Lineares de Tipo e Produtivas em Vacas da Raça Holandesa no Brasil. 109f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2012.

CARAVIELLO D.Z.; WEIGEL K.A.; GIANOLA D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US Holstein cattle using a Weibull proportional hazards model. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.2677–2686, 2004.

CHARFEDDINE, N.; ALEND, R.; CARABAÑO, M.J. Relationships between somatic cell score and longevity, production and type traits in Spanish Holstein-Friesian cows. In: Proceedings of 48th Annual Meeting of EAAP, Vienna (Austria), v.7, 1997.

COSTA, N. C.; COBUCI A. J.; KERN L. E. et al. Tendências genéticas das características de conformação linear na raça Holandesa no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, X., 2013, Uberaba - MG. Anais... Uberaba: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2013.

DE GROOT, B.J.; KEOWN, J.F.; VAN VLECK, L.D.; MAROTZ, E.L. Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell score to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1578–1585, 2002.

DE LORENZO, M.A.; EVERETT, R.W. Relationships Between Milk and Fat Production, Type, and Stayability in Holstein Sire Evaluation, *Journal of Dairy Science*, v.65, p.1277-1285, 1981.

ERFANI-ASL, Z.; HASHEMI, A.; FARHADIAN, M. Estimates of Repeatability and Heritability of Productive Trait in Holstein Dairy Cattle. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v.5, n.4, p.827-832, 2015.

ESSL A. & VOITH K. Genomic imprinting effects in dairy and fitness – related traits in cattle. *J. Anim. Breed. Genet.*, v.119, p.182–189, 2002.

ESTEVEES, A.M.C.; BERGMANN, J.A.G.; DURÃES, M.C.; et al. Correlações genéticas e fenotípicas entre características de tipo e produção de leite em bovinos da raça Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.4, p.529-535, 2004.

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

GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Genetics Selection Evolution*, London, v.15, n.2, p.201-224, 1983.

HARVILLE, D. A.; MEE, R.W. A mixed model procedure for analyzing ordered categorical data. *Biometrics*, v.40, p.393-408, 1984.

HOBLET, K.H.; MILLER, G.Y.; ARBAUGH, D. Economics of clinical mastitis. *National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings*. p.24-29, 1991.

HOGVEEN, H. Mastitis in Dairy Production: Current Knowledge and Future Solutions. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, p. 96, 2005.

HOLTSMARK, M.; HERINGSTAD, B.; MADSEN, P.; ODEGARD, J. Short communication: Use of culling information in genetic evaluation of fertility and mastitis in Norwegian Red cows. *Journal of Dairy Science*, New York, v.91, n.10, p.4429-4432, 2008b.

HUDSON, G. F. S.; VAN VLECK, L. D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. *Journal of Animal Science*, v.64, p.2246-2250, 1981.

IRANO, N.; BIGNARDI, A.B.; EL FARO, L.; SANTANA, M.L.JR; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic association between milk yield, stayability, and mastitis in Holstein cows under tropical conditions. *Tropical Animal Health Production*, v.46, p.529–535, 2014.

KERN, E.L.; COBUCI, J.A.; COSTA, C.N.; BRACCINI NETO, J.; PICCOLI, M.L. Parâmetros genéticos para diferentes medidas de longevidade em vacas da raça Holandesa, utilizando modelos linear e limiar. *Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal*, Uberaba, v.10, 2013, Anais...

KLASSEN, D.J.; MONARDES, H.G.; JAIRATH, L.; et al. Genetics correlations between life production and linearized type Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.2272-2282, 1992.

LEHENBAUER, T.W.; OLTJEN, J.W. Dairy cow culling strategies: make economical culling decisions. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.264-271, 1998.

LIGHTNER, J.K.; MILLER, G.Y.; HUESTON, W.D.; DORN, C.R. Estimation of the cost of mastitis, using National Animal Health Monitoring System and milk somatic cell count data. *JAVMA*. v. 192, p.1410-14-13, 1988.

LUCY, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science*, v.84, p.1277-93, 2001.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T. et al. BLUPF90 and related programs (BGF90). 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, Communication v.7, n.28, 2002.

MISZTAL, I.; LAWLOR, T. J.; SHORT, T. H.; VANRADEN, P. M. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *Journal of Dairy Science* v.75, p.544, 1992.

MRODE, R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values, v.2, p.211-212, 2005.

MRODE, R.A.; SWANSON, G.J.T. Genetic and statistical properties of somatic cell count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy cattle. *Animal Breeding Abstracts*, v.64, p.847-857, 1996.

NIELSEN, U. S.; PEDERSEN, G. A.; PEDERSEN, J.; JENSEN, J. Genetic variation in disease trait and their relationships with survival in Danish dairy cattle. Wageningen: Institute of Animal Sciences, v.21, p.170-177, 1999.

OLIVEIRA, E.L.; BIGNARDI, A.B.; SANTANA JUNIOR, M.L.; PAZ, C.C.P.; EL FARO, L. Associação genética entre ocorrência de mastite clínica e produção de leite em vacas Holandesas. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v.45, n.12, 2015.

OLTENACU, P.A.; BROOM, D.M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, v.19 p.39-49, 2010.

OSTERAS, O.; SOLBU, H.; REFSDAL, A.O.; ROALKVAM, T.; FILSETH, O.; MINSAAS, A. Results and evaluation of thirty years of health recordings in the Norwegian dairy cattle population. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.4483-4497, 2007.

PAULA, M. C.; MARTINS, E.N.; SILVA, L. O. C.; OLIVEIRA, C. A. L.; VALOTTO, A. A.; GASPARINO, E. Estimativas de parâmetros genéticos para produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.5, p.824-828, 2008.

PEDROSA, V. B.; VALLOTO, A. A. Programa de avaliação genética de vacas da raça Holandesa do estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, XI., 2015, Santa Maria - RS. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2015.

PRYCE, J.E.; BROTHERSTONE, S. Estimation of lifespan breeding values in the UK and their relationship with health and fertility traits. *Interbull, Bulletin* v.21, p.166-169, 1999.

PTAK , E.; JAGUSIAK, W.; ŻARNECKI, A.; OTWINOWSKA-MINDUR, A.
Relationship between somatic cell score and udder conformation traits in Polish Holstein-Friesian cows. *Ann. Anim. Sci.*, v.9, n.3, p.237–241, 2009.

QUEIROZ, S. A.; FIGUEIREDO, G.; SILVA, J. A. II V.; ESPASANDIN, A. C.; MEIRELLES, S. L.; OLIVEIRA, J. A. Estimativa de parâmetros genéticos da habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade em vacas da raça Caracu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.5, p.1316-1323, 2007.

RAJALA-SCHULTZ, P.J.; GROHN, Y.T.; MCCULLOCH, C.E. Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* v.82, p.288-294, 1999.

RODRIGUEZ-MARTINEZ, H.; HULTGREN, J.; BÅGE, R.; BERGQVIST, A.-S.; SVENSSON, C. Reproductive Performance in High-producing Dairy Cows: Can We Sustain it Under Current Practice? *IVIS Reviews in Veterinary Medicine. International Veterinary Informatio Service*, Ithaca NY, USA, v.R01, n.R0108, p.1-23, 2008.

ROGERS, G. W.; HARGROVE, G. L.; LAWLOR, T. J. JR.; EBERSOLE, J. L. Correlations among linear type traits and somatic cell counts. *Journal of Dairy Science* v.74 p.1087, 1991.

ROGERS, G.W.; BANOS, G.; SANDERNIELSEN, U.; PHILIPSSON, J. Genetic correlations among somatic cell scores, productive life, and type traits from the United States and udder health measures from Denmark and Sweden. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.1445–1453, 1998.

SADEGHI-SEFIDMAZGI, A.; RAYATDOOST-BAGHAL, F. Effects of herd management practices on somatic cell counts in an arid climate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.43, n.9, p.499-504, 2014.

SAMORÉ, A.B.; RIZZI, R.; ROSSONI, A.; BAGNATO, A. Genetic Parameters for Functional Longevity, Type Traits, Somatic Cell Scores, Milk Flow and Production in the Italian Brown Swiss. *Italian Journal Of Animal Science*, v.9, n.2, 2010.

SCHUTZ, M.M.; VANRADEN, P.M.; BOETTCHER, P.J.; HANSEN, L.B. Relationship of Somatic Cell Score and Linear Type Trait Evaluations of Holstein Sires. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.658-663, 1993.

SHOOK, G.E. Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. *Annual Meeting National Mastitis Council, Arlington*, v.2, 1982.

SHORT, T. H.; LAWLOR, T. J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holstein. *Journal of Dairy Science*, New York, v.75, n.7, p.1987-1998, 1992.

SILKE, V.; DISKIN, M.G.; KENNY, D.A.; BOLAND, M.P.; DILLON, P.; MEE, J.F.; SREENAN, J.M. Extend pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. *Animal eproduction Science*, v.71, p.1-12, 2002.

SILVA, J. A. II V.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, H. N. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.32, n.3, p.598-604, 2003.

SOUZA, G.N.; BRITO, J.R.F.; MOREIRA, E.C.; BRITO, M.A.V.P.; BASTOS, R.R. Fatores de risco associados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, n. 2, p.251-260, 2005.

SUZUKI, M.; VAN VLECK, L.D. Heritability and Repeatability for Milk Production Traits of Japanese Holsteins from an Animal Model. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.2, p.583–588, 1994.

TEIXEIRA, N. M. et al. Parâmetros genéticos para características de longevidade de vacas da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Santa Maria*, v.40, Anais...

TSURUTA S.; MISZTAL I.; LAWLOR T.J. Changing definition of productive life in US Holstein: effect on genetic correlations. *Journal of Dairy Science*, v.88, p.1156–1165, 2005.

VACEK M.; ŠTÍPKOVÁ M.; NĚMCOVÁ E.; BOUŠKA J. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, v.51, p.327–333, 2006.

VALLOTO, A. A.; Características Lineares de Tipo e Produção em Vacas Primíparas, Parâmetros Genéticos. Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2016. 106 p.

VAN DOORMAAL, B.J.; SCHAEFFER, L.R.; KENNEDY, B.W. Estimation of Genetic Parameters for Stayability in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, v.68, p.1763-1769, 1985.

VANRADEN, P. M. & KLAASKATE, E. J. H. Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of lives cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.9, p.2758-2764, 1993.

VARGAS, A. D. F.; FARO, L. E.; CARDOSO, V. L., MACHADO, P. F.; CASSOLI, L. D. Estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e em 305 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.5, p. 1959-1965, 2006.

VOLLEMA, A.R.; GROEN, A.F. Genetic parameters of longevity traits of an upgrading population of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.79, n.12, p.2261-2267, 1996.

VUKASINOVIC, N.; MOLL, J.; CASANOVA, L. Implementation of a Routine Genetic Evaluation for Longevity Based on Survival Analysis Techniques in Dairy Cattle Populations in Switzerland. *Journal of Dairy Science*, v.84, n.9, p.2073-2080, 2001.

WASANA, N.; CHO, G.; PARK, S.; KIM, S.; CHOI, J.; PARK, B.; PARK, C.; DO, C. Genetic Relationship of Productive Life, Production and Type Traits of Korean Holsteins at Early Lactations, *Asian-Australas J Anim Sci.*, v.28, n.9, p.1259–1265, 2015.

WEBER, T.; RORATO, P. R. N.; FERREIRA, G. B. B.; BOLIGON, A. A.; GHELLER, D. G.; GUTERRES, L. F. W. Coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas para as produções de leite e de gordura, em diferentes níveis de produção, para

raça Holandesa no estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.2, p.514-519, 2005.

WEIGLER, B.J.; HIRD, D.W.; SISCHO, W.M. Veterinary and nonveterinary costs of disease in 29 California dairies participating in the National Animal Health monitoring System from 1988 to 1989. JAVMA. v.196, p.1945-1949, 1990.

WILSON, D. J.; GONZALEZ, R.N.; DAS, H.H. Bovine mastitis pathogens in New York and Pennsylvania: prevalence and effects on somatic cell count and milk production. Journal of Dairy Science. v. 80, p. 2592-2598, 1997.

ZAVADILOVÁ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M.; NĚMCOVÁ, E.; BOUŠKA, J.; MATĚJÍČKOVÁ, J. Analysis of the phenotypic relationships between type traits and functional survival in Czech Fleckvieh cows. Institute of Animal Science, Prague-Uhřetěves, Czech Republic, v.54, p.521-531, 2009.

ZAVADILOVÁ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. Czech Journal of Animal Science, v.57, n.3, p.125-136, 2012.

ZWALD, N. R.; WEIGEL, K. A.; CHANG, Y. M.; WELPER, R. D.; CLAY, J. S. Genetic analysis of clinical mastitis data from on-farm management software using threshold models. Journal of Dairy Science, New York, v.89, n.1, p.330-336, 2006.