

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

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE PRODUÇÃO DE LEITE,
HABILIDADE DE PERMANÊNCIA E OCORRÊNCIA DE
MASTITE EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM
CONDIÇÕES TROPICAIS**

Natália Irano
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2011

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

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE PRODUÇÃO DE LEITE,
HABILIDADE DE PERMANÊNCIA E OCORRÊNCIA DE
MASTITE EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM
CONDIÇÕES TROPICAIS**

Natália Irano

Orientadora: Profa. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque

Co-Orientadora: Dra. Annaiza Braga Bignardi

Dra. Lenira El Faro

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

JABOTICABAL – SP
Julho de 2011

Irano, Natália
I65a Associação genética entre produção de leite, habilidade de permanência e ocorrência de mastite em vacas da raça holandesa em condições tropicais / Natália Irano. – – Jaboticabal, 2011
x, 39 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientadora: Lucia Galvão de Albuquerque
Co-Orientadora: Annaiza Braga Bignardi, Lenira El Faro Zadra
Banca examinadora: Vera Lucia Cardoso, Humberto Tonhati
Bibliografia

1. Correlação genética. 2. Herdabilidade. 3. Repetibilidade. 4. Seleção. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE PRODUÇÃO DE LEITE, HABILIDADE DE PERMANÊNCIA E OCORRÊNCIA DE MASTITE EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM CONDIÇÕES TROPICAIS

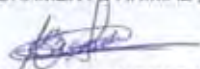
AUTORA: NATALIA IRANO

ORIENTADORA: Profa. Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

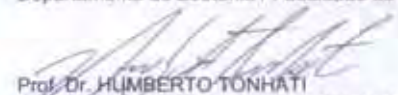
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. ANNAIZA BRAGA BIGNARDI

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. LENIRA EL FARO ZADRA

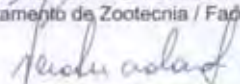
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. ANNAIZA BRAGA BIGNARDI
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. HUMBERTO TONHATI
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. VERA LUCIA CARDOSO
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 27 de julho de 2011.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

NATÁLIA IRANO – nascida na cidade de Jaboticabal – SP, em 02 de Agosto de 1985, filha de Jorge Luiz Irano e Cleide Aparecida Bartolo Irano. Iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Jaboticabal, em Março de 2005, obtendo o grau de Zootecnista em Novembro de 2009. No mesmo ano, realizou estágio curricular na CRV Lagoa, em Sertãozinho – SP. Em Março de 2010 ingressou no curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal, como bolsista CAPES, obtendo o grau de mestre em 27 de Julho de 2011.

A Pedra

"O distraído nela tropeçou...

O bruto a usou como projétil.

O empreendedor, usando-a, construiu.

O camponês, cansado da lida, dela fez assento.

Para meninos, foi brinquedo.

Drummond a poetizou.

Já, David matou Golias, e Michelangelo extraiu-lhe a mais bela escultura...

E em todos esses casos, a diferença não esteve na pedra, mas no Homem!

*Não existe 'pedra' no seu caminho que você não possa aproveitá-la para o seu
próprio crescimento."*

Fenelon Portilho

Aos meus pais, Jorge e Cleide, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, que iluminaram os caminhos obscuros com afeto e dedicação para que eu os trilhasse sem medo e cheia de esperança, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudesse realizar os meus. Amo vocês!!!

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, pela oportunidade de realizar mais esta etapa da minha vida.

À Profa. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque, pela oportunidade de realizar esse Mestrado, dedicação, ensinamentos, confiança e amizade.

Às minhas co-orientadoras Dra. Annaiza Braga Bignardi e Dra. Lenira El Faro Zadra, pelos inúmeros ensinamentos, paciência, dedicação, que ao longo dessa etapa se tornaram amigas muito especiais.

À Agropecuária Agrindus S.A pelo fornecimento do seu banco de dados, que foi de suma importância para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Humberto Tonhati e Dra. Vera Lucia Cardoso, pelas sugestões que contribuíram para aprimorar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Danísio Prado Munari, pelas valiosas sugestões prestadas no Exame de Qualificação.

À todos os docentes do programa de Genética e Melhoramento Animal pelos ensinamentos transmitidos e dedicação.

Aos colegas e amigos do departamento de Melhoramento Animal, Arione, Denise, Fernando, Rodrigo, Fábio, Gregório, Fuxica, Daniel, Raphael, Diogo, Matilde, Luis, Fábio Borba, Luciana, Mário, Inaê, Fabrícia, Rafael Tonussi, Rafael Espigolan, Gerardo, Patrícia, Francisco e Iara pela convivência, amizade e aprendizado, e também por transformarem o ambiente de trabalho em um local excelente.

Aos meus pais e minha irmã, por terem acreditado em mim, pela força e amor, sem vocês nada disso teria sido concluído.

Aos meus tios Fábio, Mônica, Leila, Sérgio e Márcia e, meus primos, em especial, Rafael e Ruan, que também sempre foram meus exemplos de vida, por todo o incentivo e carinho de vocês.

Às minhas eternas amigas, Daiane, Duda, Isa, Josi, Mari, Uréia, Taís, Jamile, Xukret, Bruna e Anne por todos estes anos de amizade, pelo incentivo, risadas e força sempre.

Aos amigos da graduação, da faculdade e de Jaboticabal, pelos ótimos momentos compartilhados, risadas e carinho.

À CAPES pela bolsa de estudos.

À todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DE LITERATURA	5
Habilidade de permanência da vaca no rebanho	5
Estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência da vaca no rebanho ...	7
Ocorrência de mastite clínica	8
Estimativas de herdabilidade para ocorrência de mastite clínica	9
Correlação genética entre habilidade de permanência da vaca no rebanho e produção de leite	10
Correlação genética entre ocorrência de mastite clínica e produção de leite.....	11
Correlação genética entre habilidade de permanência da vaca no rebanho e ocorrência de mastite clínica.....	12
III. MATERIAL E MÉTODOS	14
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
V. CONCLUSÕES	29
VI. REFERÊNCIAS.....	30

ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE PRODUÇÃO DE LEITE, HABILIDADE DE PERMANÊNCIA E OCORRÊNCIA DE MASTITE EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM CONDIÇÕES TROPICAIS

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho estimar parâmetros genéticos para produção de leite, habilidade de permanência da vaca no rebanho e ocorrência de mastite clínica de vacas da raça Holandesa, bem como estudar as associações genéticas entre elas, com intuito de fornecer subsídios para a avaliação genética destas características. Foram analisados dados de 5.090 vacas da raça Holandesa que pariram no período de 1991 a 2010, pertencentes à Agropecuária Agrindus S.A.. Foram feitas duas análises multicaracterísticas, uma contendo as características produção de leite acumulada até 305 dias na primeira lactação (PL1), habilidade de permanência das vacas no rebanho (HP) até a terceira lactação e ocorrência de mastite clínica (OM) e, a outra, produção de leite acumulada até 305 dias (P305), HP e OM, ambas sob modelos animal e considerando as três primeiras lactações como medidas repetidas para P305 e OM. Os componentes de covariância foram obtidos por abordagem Bayesiana, utilizando o programa THRGIBBS1F90. As estimativas de herdabilidade, obtidas pela análise multicaracterísticas com a PL1, foram de 0,19; 0,28 e 0,13 para a PL1, HP e OM, respectivamente, enquanto que, na análise multicaracterísticas com a P305, as estimativas foram de 0,19; 0,31 e 0,14, respectivamente. As correlações genéticas foram de 0,38 entre PL1 e HP, 0,12 entre PL1 e OM e -0,49 entre HP e OM, em análise multicaracterísticas com a PL1 e, de 0,66 entre P305 e HP, -0,25 entre P305 e OM e -0,52 entre HP e OM, em análise multicaracterísticas com a P305.

Palavras-Chave: correlação genética, herdabilidade, repetibilidade, seleção

GENETIC RELATIONSHIP BETWEEN MILK YIELD, STAYABILITY AND MASTITIS IN HOLSTEIN COWS IN TROPICAL CONDITIONS

SUMMARY – The objective of this study was to estimate genetic parameters for milk yield, stayability and the occurrence of clinical mastitis in Holstein cows, as well as studying the genetic relationship between them, in order to provide subsidies for the genetic evaluation these traits. Records from 5,090 Holstein cows with calving varying from 1991 to 2010, belonging to the Agropecuária Agrindus S.A. Two standard multivariate analyses were carried out, one containing the trait of accumulated 305 day milk yields in first lactation (MY1), stayability (SA) to the third lactation and clinical mastitis (CM) and the other, accumulated 305 day milk yields (MY), SA and CM, considering the first three lactations as repeated measures for MY and CM. The covariance components were obtained by Bayesian approach using the program THRGIBBS1F90. The heritability estimates obtained by multivariate analysis with MY1, were 0.19, 0.28 and 0.13 for MY1, SA and CM, respectively, whereas the multivariate analysis with the MY, the estimates were 0.19, 0.31 and 0.14, respectively. The genetic correlations between MY1 and SA, MY1 and CM, SA and CM, respectively, were 0.38, 0.12, and -0.49. The genetic correlations between MY and SA, MY and CM, SA and CM, respectively, were 0.66, -0.25, and -0.52.

Keywords: genetic correlation, heritability, repeatability, selection

I. INTRODUÇÃO

O Brasil posiciona-se como o sexto maior produtor de leite do mundo com um rebanho de 36,3 milhões de cabeças, mas sua produtividade ainda é baixa quando comparada a de outros países, obtendo parcela pouco expressiva na exportação mundial (ANUALPEC, 2010). Segundo o IBGE (2010), a aquisição anual de leite pelas indústrias foi crescente desde 1997, apresentando variação anual positiva em todos os anos de sua série histórica. O Sudeste é o principal contribuinte dentro da pecuária leiteira do Brasil, fornecendo 36% do leite total do país. Dentro desta região, os Estados de Minas Gerais e São Paulo são os que têm maior participação nesta atividade, sendo em torno de 74 e 15%, respectivamente (ANUALPEC, 2010).

Dentro deste cenário, a pecuária leiteira é uma atividade cada vez mais competitiva, sendo incontestável sua importância no desempenho econômico e na geração de empregos no país. Com isso, é importante buscar cada vez mais ganhos efetivos na quantidade e qualidade do leite produzido a fim de aumentar a oferta, para atender a demanda nacional de leite e seus derivados que ainda não é atendida.

De acordo com WENCESLAU et al. (2000), a produção de leite é a característica mais importante em um programa de melhoramento de gado leiteiro, entretanto, deve-se estudar a sua associação com outras características produtivas, reprodutivas e de conformação, bem como analisar como estas se comportam quando a seleção é praticada para maior obtenção de leite. Nas últimas décadas, uma forte pressão de seleção para aumentar a produção, em todo o mundo, tem levado a altos níveis de produção, mas também a uma deterioração das características funcionais, tais como saúde do úbere e fertilidade (PÉREZ-CABAL et al., 2009). A habilidade de permanência no rebanho e a ocorrência de mastite são características de importante valor econômico e têm sido incluídas nos programas de melhoramento de gado de leite no mundo todo, em países como Canadá, Estados Unidos, México, Alemanha, Holanda, Itália, Suécia, África do Sul, Japão, Austrália, entre outros.

Segundo SILVA et al. (2003), a inclusão da habilidade de permanência nos programas de avaliação genética permitiria aos criadores selecionar os animais que produziram fêmeas com maior probabilidade de permanecer no rebanho por um período maior, diluindo assim os custos de produção. De acordo com GALEAZZI et al. (2010), maior longevidade da fêmea é desejável porque permite maior proporção de animais descartados baseadas na produção, em vez de efetuar descartes involuntários e, além disso, o custo de criação de uma novilha é alto. Os autores também afirmam que a seleção de animais com maior habilidade de permanência resulta em seleção indireta para melhor fertilidade, considerando que, na ausência de estro, não há possibilidade de ocorrer prenhez e, conseqüentemente, não há produção de leite, levando a animais com baixos níveis de produção e, então, inviáveis economicamente. HARE et al. (2006) afirmam que a análise da vida no rebanho pode fornecer informações sobre sua correlação com outras características economicamente importantes, tais como idade ao parto, intervalo de partos, produção de leite e taxa de sobrevivência.

De acordo com SEWALEM et al. (2006), a boa saúde do úbere é fundamental para maior produção e longevidade dos animais, diminuindo os custos e melhorando a qualidade da produção e, assim, estratégias para melhorar essas características são importantes em programas de melhoramento. Em vários trabalhos encontrados na literatura, os autores relataram que problemas de saúde do úbere, tais como a mastite, são fortemente relacionados à habilidade de permanência e são a principal razão de descarte de bovinos leiteiros (NEERHOF et al., 2000; HERINGSTAD et al., 2003a; HOLTSMARK et al., 2008a; AHLMAN et al., 2011). A seleção para aumentar a produção de leite, sem seleção simultânea para resistência à mastite, segundo RUPP & BOICHARD (1999), levará a um aumento da susceptibilidade à mastite. A inclusão da resistência à mastite nos programas de melhoramento está tornando-se cada vez mais importante devido seus efeitos sobre a economia do sistema de produção e bem estar animal, além do aumento das exigências do consumidor por produtos saudáveis e produzidos naturalmente (KOECK et al., 2010b).

Os países nórdicos Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suíça são os únicos que possuem sistemas de registro nacional para dados de saúde e, ao longo dos últimos 30 anos, incluem a mastite clínica como objetivo de seleção em seus programas de melhoramento genético para gado leiteiro (HERINGSTAD et al., 2000). Os autores afirmam que o fato do gado norueguês ser uma população que tem sido registrada e selecionada contra a mastite por um longo período de tempo, este gado representa uma das poucas populações leiteiras onde a avaliação da eficácia a longo prazo da seleção contra a mastite é possível.

É necessário efetuar o descarte precoce de animais com problemas ligados à saúde ou reprodutivos para que os custos de produção não se tornem excessivos. As características de saúde e reprodutivas apresentam, geralmente, baixas herdabilidades, entretanto, suas associações genéticas com características de sobrevivência são de baixas a moderadas. Desse modo, informações de habilidade de permanência, que são obtidas mais facilmente, poderiam ser usadas em avaliações genéticas dessas características, através da sua inclusão como uma característica correlacionada em um modelo multicaracterísticas (HOLTSMARK et al., 2008b). Por outro lado, segundo MADALENA et al. (1986), a permanência da vaca no rebanho depende da sua produção de leite e, através da seleção desta, a longevidade seria melhorada indiretamente. Os autores afirmam que o intervalo de geração é muito menor quando a seleção é feita pela produção, considerando que a seleção por longevidade só pode ser feita após várias lactações, enquanto que seleção pela produção pode ser feita logo na primeira lactação.

Em vários estudos, parâmetros genéticos têm sido estimados para habilidade de permanência da vaca no rebanho e ocorrência de mastite clínica utilizando modelos lineares e limiares. Apesar de os modelos lineares serem relativamente simples, segundo HERINGSTAD et al. (2000), a principal desvantagem de empregar estes modelos é que uma distribuição normal dos dados é assumida. Os modelos limiares são uma alternativa para substituir os lineares, pois levam em conta a natureza binária dos dados, assumindo distribuição normal dos dados, não observável, subjacente para a variável discreta mensurada. Supondo-se que as pressuposições para o modelo limiar

são válidas, os parâmetros estimados são, de certo modo, os verdadeiros parâmetros, são as estimativas que teriam sido realizadas se a característica tivesse sido medida em escala contínua em vez de escala discreta (MÄNTYSAARI et al., 1991).

Embora o conhecimento dos parâmetros genéticos da habilidade de permanência e ocorrência de mastite e suas associações genéticas com importantes características produtivas seja fundamental para a implementação bem sucedida destas características no objetivo de seleção, bem como para a predição do ganho genético esperado, estas características têm sido pouco estudadas em bovinos leiteiros no Brasil. Estudos relacionados a estas características sob condições tropicais de produção são fundamentais, sobretudo, considerando a baixa adaptabilidade que os animais da raça Holandesa possuem a estas condições.

OBJETIVOS

Objetivou-se com este trabalho estimar parâmetros genéticos para produção de leite, habilidade de permanência da vaca no rebanho e ocorrência de mastite clínica de vacas da raça Holandesa, bem como estudar as associações genéticas entre elas, com intuito de fornecer subsídios para a avaliação genética destas características.

II. REVISÃO DE LITERATURA

Habilidade de permanência da vaca no rebanho

As características de longevidade, como por exemplo, duração da vida produtiva e vida útil, refletem o desempenho de uma vaca ao longo de toda a sua vida e podem ser medidas como sendo a duração do desempenho produtivo no rebanho (diferença entre a data do nascimento ou primeiro parto e a data do descarte ou último registro de produção), medida em meses ou dias, ou número total de lactações. Entretanto, se for efetuada seleção direta baseada nessas características, que só podem ser mensuradas após o descarte do animal, o intervalo de gerações aumentaria e, como consequência, diminuiria o progresso genético do rebanho.

Uma alternativa é o uso da característica habilidade de permanência que mensura se a vaca sobreviveu até certo período, podendo ser medida em qualquer ponto da vida do animal, não sendo necessário esperar até o descarte. Esta característica pode ser mensurada em meses ou anos de idade, dias em lactação ou o início de uma determinada lactação. O uso de características correlacionadas com longevidade e que possam ser mensuradas no início da vida do animal, como as características de tipo e de conformação, também é uma alternativa.

Outra alternativa é o uso das análises de sobrevivência, em que os valores genéticos obtidos por este método diferem em duas formas básicas dos valores genéticos obtidos utilizando análises tradicionais de modelos mistos. A primeira diferença é que os registros censurados podem ser analisados simultaneamente com os registros completos e, a segunda diferença, é que os efeitos podem ser modelados de uma forma tempo dependentes (VOLLEMA et al., 1998). Os registros censurados são aqueles em que a duração real não é conhecida porque, por exemplo, a vaca ainda estava viva quando os dados estavam sendo coletados ou devido a sua transferência a outro rebanho que não efetua os registros de produção. A inclusão dos efeitos em

tempo dependente permite uma correção adequada para, por exemplo, os efeitos de rebanho e produção (VOLLEMA et al., 2000).

A habilidade de permanência no rebanho é definida, segundo HUDSON & VAN VLECK (1981), como a probabilidade de as fêmeas se encontrarem em fase produtiva a uma idade específica, dado que tiveram a oportunidade de alcançar esta idade. Esta característica pode ser registrada para cada fêmea de forma contínua, medida como o número de dias em que a vaca permaneceu no rebanho até certo período ou como distribuição discreta, em que atribui-se o valor 0 para vacas que não permaneceram no rebanho e 1 para as que permaneceram até o período determinado.

De acordo com GALEAZZI (2008), adotam-se pontos iniciais ou finais para a definição e registro da habilidade de permanência, em que o ponto inicial pode ser a data de nascimento ou a data do primeiro parto. O ponto final pode ser qualquer idade, por exemplo, 48, 60 ou 72 meses de idade, ou número determinado de lactações que possibilite que o animal seja rentável ao sistema de criação, já que assim, segundo MARCONDES et al. (2005), o animal estaria pagando seus custos de cria e recria.

SEWALEM et al. (2008) afirmam que quando há aumento da longevidade, a produção de leite média do rebanho aumenta devido às decisões de descarte serem baseadas em maior proporção pela produção. O aumento da proporção de vacas maduras no rebanho, que produzem mais leite do que vacas mais jovens, é outra razão que influencia a produção média do rebanho (ALLAIRE & GIBSON, 1992; VANRADEN & WIGGANS, 1995).

Os descartes voluntário (decidido pelos produtores) e involuntário determinam a longevidade de um animal. Quando o descarte ocorre devido à baixa produção de leite é geralmente chamado de descarte voluntário, enquanto que o involuntário é devido à outras causas, tais como características ligadas à saúde e reprodução. A redução do descarte involuntário permite uma maior taxa de substituição voluntária, que pode aumentar o lucro de uma fazenda leiteira. AHLMAN et al. (2011) afirmam que é importante efetuar o abate involuntário para diminuir o sofrimento em animais individuais, mas que uma alta proporção deste abate na fazenda indica bem estar

animal insatisfatório e uso ineficiente dos recursos animais, que se opõe à sustentabilidade da produção leiteira.

Estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência da vaca no rebanho

As estimativas de herdabilidade reportadas na literatura para características associadas à permanência da fêmea no rebanho têm sido baixas, tanto utilizando modelos lineares como não-lineares. Utilizando modelos lineares, as estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência em bovinos leiteiros são próximas a zero (HUDSON & VAN VLECK, 1981; VAN DOORMAAL et al., 1985), enquanto que para modelos limiares, estas estimativas são superiores (MAIWASHE et al., 2009; AHLMAN et al., 2011).

HUDSON & VAN VLECK (1981), trabalhando com animais da raça Holandesa nos Estados Unidos e utilizando modelo touro, linear, multicaracterísticas com produção de leite e gordura na primeira lactação, relataram estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência aos 36, 48, 60, 72 e 84 meses de idade de 0,02; 0,03; 0,03; 0,04 e 0,04, respectivamente. MADGWICK & GODDARD (1989), trabalhando com vacas leiteiras Australianas, encontraram coeficientes de herdabilidade para a permanência até 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 anos após o primeiro parto de 0,05; 0,04; 0,01; 0,02; 0,04; 0,02; 0,03; 0,09 e 0,09, respectivamente, utilizando modelo touro linear.

Utilizando dados de vacas da raça Holandesa criadas nos Estados Unidos e modelo touro, linear, multicaracterísticas, incluindo tipo e produção de leite na primeira lactação, SHORT & LAWLOR (1992) relataram estimativas de herdabilidade para ocorrência do segundo parto e permanência no rebanho até 54 e 84 meses de idade, sendo 0,03; 0,06 e 0,05, respectivamente. Na Holanda, VOLLEMA & GROEN (1996), analisando dados de vacas da raça Holandesa e, comparando modelos animal linear e touro linear unicaracterísticas, obtiveram estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência aos 36, 48, 60 e 72 meses de idade, semelhantes para ambos os modelos, sendo de 0,01; 0,01; 0,02 e 0,03, respectivamente. POSADAS et al. (2004), trabalhando com animais da raça Holandesa no México e utilizando modelo animal

linear unicaracterística, estimaram valores de herdabilidade para habilidade de permanência aos 48 meses de idade de 0,03.

No Brasil, QUEIROZ et al. (2007), utilizando dados de animais da raça Caracu e modelo touro, de limiar, unicaracterística, estimaram herdabilidade para habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade de 0,28; 0,27 e 0,23, respectivamente. AHLMAN et al. (2011), utilizando um modelo animal, de limiar, relataram estimativas de herdabilidade para sobrevivência até a terceira lactação de 0,20 e 0,24 para as raças Holandesa e Vermelha Sueca, respectivamente.

Ocorrência de mastite clínica

A mastite bovina é uma inflamação da glândula mamária que interfere diretamente na produção leiteira, tanto em quantidade quanto em qualidade. Essa enfermidade pode ser classificada como subclínica ou clínica. A mastite subclínica não apresenta alterações macroscópicas, entretanto, alterações químicas e microbiológicas do leite são detectáveis por exames laboratoriais. A mastite clínica é caracterizada por causar alterações visíveis no aspecto da secreção láctea e da glândula mamária.

Apesar dos avanços nas terapias com antibióticos e outras técnicas de manejo, a mastite continua sendo umas das principais e mais caras doenças em gado leiteiro. Considerando que não é possível erradicar essa doença, todos os esforços devem ser concentrados no sentido de manter a sua prevalência o mais baixo possível, pois acarreta em perdas econômicas para toda a cadeia produtiva. Custos adicionais com veterinários, laboratórios e medicações, redução da produção de leite, leite descartado, e abates involuntários diminuem a rentabilidade (SHIM et al., 2004; WOLFOVÁ, et al., 2006; PÉREZ-CABAL et al., 2009; VAZQUEZ et al., 2009). Seleção para resistência à mastite pode reduzir a necessidade de tratamentos e, conseqüentemente, o uso de antibióticos e também reduzir o risco de resíduos nos produtos lácteos (HERINGSTAD et al., 2000), diminuindo os custos de produção e melhoria na qualidade do leite produzido, além dos aspectos éticos e de bem estar animal.

Nas avaliações genéticas, geralmente, a mastite é definida como uma característica binária, classificada como 1, se a vaca apresentou a doença pelo menos uma vez em um determinado período, e 0, caso contrário. Quando a mastite é definida como característica binária, somente o primeiro caso de mastite é considerado dentro de um período de observação definido, sem ser feita distinção entre vacas com um caso de mastite no início ou no fim da lactação. Ao excluir os outros casos registrados na lactação, que não seja o primeiro, e o período da lactação aos quais foram detectados, algumas das informações disponíveis são perdidas. A forma mais apropriada de tratar os registros incompletos e em andamento é censurando-os, o que poderia reduzir o viés que ocorre quando vacas abatidas antes de terem uma chance de expressar mastite são tratadas como observações saudáveis.

Estimativas de herdabilidade para ocorrência de mastite clínica

Quando modelos lineares são utilizados, as estimativas de herdabilidade para mastite clínica são baixas em bovinos leiteiros, variando de 0,02 a 0,07 (LASSEN et al., 2003; CARLÉN et al., 2004; PÉREZ-CABAL et al., 2009; VALLIMONT et al., 2009; KOECK et al., 2010a), enquanto que para modelos limiares, estas estimativas são superiores, variando de 0,06 a 0,12 (HERINGSTAD et al., 2003b; ZWALD et al., 2006; PÉREZ-CABAL et al., 2009; KOECK et al., 2010a; HINRICHS et al., 2011).

Segundo RUPP & BOICHARD (2003), a variabilidade genética para resistência à mastite representa uma pequena proporção da variância total, mas sua seleção é interessante e deve ser considerada para melhorar a resistência à mastite em gado leiteiro. HERINGSTAD et al. (2003b), utilizando modelo touro limiar unicaracterística para analisar dados de vacas da raça Vermelha Norueguesa, encontraram estimativa de herdabilidade para mastite clínica na primeira lactação de 0,07. Semelhantes estimativas foram relatadas por HINRICHS et al. (2005), na Alemanha e, VALLIMONT et al. (2009), nos Estados Unidos, ambos trabalhando com vacas da raça Holandesa e utilizando modelo animal limiar unicaracterística de repetibilidade.

Utilizando dados de animais da raça Vermelha Norueguesa e modelo touro limiar multicaracterísticas com mais três doenças (cetose, febre do leite e retenção de placenta), HERINGSTAD et al. (2005), relataram estimativas de herdabilidade para mastite clínica de 0,08; 0,07 e 0,07 para primeira, segunda e terceira lactação, respectivamente. Estimativas de herdabilidade superiores (0,09) foram encontradas por ZWALD et al. (2006), nos Estados Unidos, utilizando modelo touro limiar unicaracterística para primeira lactação e HINRICHS et al. (2011), na Alemanha, utilizando modelo animal limiar unicaracterística com medidas repetidas para mais de três lactações, ambos analisando dados de vacas da raça Holandesa.

PÉREZ-CABAL et al. (2009), trabalhando com vacas da raça Holandesa na Espanha e utilizando modelo touro limiar unicaracterística com medidas repetidas para sete lactações, relataram estimativa de herdabilidade de 0,10 para mastite clínica. VAZQUEZ et al. (2009), utilizando modelo touro limiar unicaracterística para primeira lactação, trabalhando com vacas da raça Holandesa nos Estados Unidos, e KOECK et al. (2010a), utilizando modelo limiar logit e probit unicaracterística com medidas repetidas de cinco lactações para vacas da raça Fleckvieh Austríacas, obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,08 e 0,06, respectivamente.

Correlação genética entre habilidade de permanência da vaca no rebanho e produção de leite

HUDSON & VAN VLECK (1981) relataram estimativas de correlação genética entre produção de leite na primeira lactação e habilidade de permanência aos 36, 48, 60, 72 e 84 meses de 0,56; 0,64; 0,65; 0,58 e 0,47, respectivamente. MADGWICK & GODDARD (1989) obtiveram estimativas de correlação genética entre produção de leite na primeira lactação e sobrevivência até 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 anos após o primeiro parto variando de -0,27 (5 anos) a 0,51 (1 ano). Segundo estes autores, as correlações genéticas entre sobrevivência e produção de leite indicam que baixa produção é uma razão importante para abate em todas as idades, embora seja maior para os primeiros anos de vida, já que as correlações genéticas foram superiores para este período.

SHORT & LAWLOR (1992), utilizando dados de vacas da raça Holandesa criadas nos Estados Unidos, relataram estimativas de correlação genética entre produção de leite na primeira lactação e ocorrência do segundo parto e permanência no rebanho até 54 e 84 meses de idade, de 0,35; 0,48 e 0,31, respectivamente. Na Irlanda, OLORI et al. (2002), utilizando dados de animais da raça Holandesa, relataram que produção de leite foi correlacionada geneticamente com sobrevivência à segunda lactação (0,22). POSADAS et al. (2008) estimaram superior correlação genética entre produção de leite na primeira lactação e habilidade de permanência aos 48 meses para vacas Holandesas no México, sendo de 0,38.

Correlação genética entre ocorrência de mastite clínica e produção de leite

Estimativas de correlações genéticas entre mastite clínica e produção de leite variam na literatura e, em geral, têm sido desfavoráveis, variando de 0,21 a 0,66 (CARLÉN et al., 2004; KOIVULA et al., 2005; NEGUSSIE et al., 2008; KOECK et al., 2010b). Em um programa de melhoramento genético, se uma forte seleção for efetuada para produção de leite e a mastite for ignorada, de acordo com HERINGSTAD et al. (2000), a resistência à mastite será afetada negativamente.

Correlação genética moderada e desfavorável (0,45), entre produção de leite e manifestação de mastite clínica, foi relatada por RUPP & BOICHARD (1999), para primeira lactação de vacas da raça Holandesa na França. CARLÉN et al. (2004), trabalhando com vacas da raça Holandesa na Suécia, relataram estimativas de correlação genética entre mastite clínica e produção de leite de 0,32; 0,45 e 0,26 para primeira, segunda e terceira lactações, respectivamente. KOIVULA et al. (2005), utilizando dados de primeira lactação de vacas da raça Ayrshire na Finlândia, relataram estimativa de correlação genética entre mastite clínica e produção de leite no dia do controle de 0,39, demonstrando associação genética desfavorável e, segundo os autores, indicando que animais com produtividade geneticamente superior são mais suscetíveis à mastite. HINRICHS et al. (2005) e VALLIMONT et al. (2009), trabalhando

com animais da raça Holandesa na Alemanha e nos Estados Unidos, respectivamente, encontraram correlação genética de 0,29 entre mastite clínica e produção de leite.

NEGUSSIE et al. (2008), trabalhando com dados de vacas Ayrshire Finlandesas, relataram correlações genéticas entre produção de leite no dia do controle e mastite clínica, no início da lactação (antes de 60 dias), variando de 0,59 a 0,66. Segundo estes autores, as correlações genéticas moderadas e positivas entre as características confirmam a relação antagônica entre saúde do úbere e produção de leite. WOLF et al. (2010) relataram correlação genética positiva entre produção de leite e número de casos de mastite clínica, com um valor moderado de 0,34 para vacas da raça Holandesa na República Tcheca.

Correlação genética entre habilidade de permanência da vaca no rebanho e ocorrência de mastite clínica

Como esperado, ocorrência de mastite clínica é considerada um importante componente sobre a habilidade de permanência das vacas no rebanho na literatura. NIELSEN et al. (1999), relataram estimativas de correlação genética entre sobrevivência e resistência à mastite de -0,75; -0,52 e -0,37 para animais das raças Vermelha, Holandesa e Jersey da Dinamarca, respectivamente. Estes autores afirmam que estas correlações indicam que resistência à mastite, no primeiro período da primeira lactação, é um ótimo indicador da longevidade em bovinos.

JENSEN et al. (1999), utilizando dados de animais da raça Holandesa na Dinamarca, encontraram correlação genética entre habilidade de transmissão para longevidade funcional e valor genético para resistência à mastite de -0,37, o que significa que filhas de touros com um maior valor genético para resistência à mastite têm menor risco de serem abatidas e, portanto, uma maior duração da vida funcional. NEERHOF et al. (2000), estudando a relação genética entre resistência à mastite e longevidade, utilizando análises de sobrevivência para os mesmos animais, também concluíram que touros com filhas com maior resistência à mastite tiveram menor risco de serem descartadas do rebanho, ou seja, maior longevidade produtiva no rebanho.

ZWALD et al. (2004) encontraram uma associação genética negativa entre mastite clínica e vida produtiva (-0,14) nos Estados Unidos, indicando que incidência de mastite prejudica a sobrevivência de vacas.

HERINGSTAD et al. (2003a), trabalhando com animais da raça Vermelha Norueguesa, estimaram correlação genética entre mastite clínica e descarte (oposto de habilidade de permanência no rebanho) de 0,48 e 0,53, considerando um conjunto de dados de 120 e 300 dias após a primeira parição, respectivamente. Segundo estes autores, a correlação genética positiva significa que, geneticamente, vacas com maior tendência à mastite têm maior risco de serem descartadas. HOLTSMARK et al. (2008a), também utilizando animais da raça Vermelha Norueguesa, relataram correlação genética positiva moderada entre abate na primeira lactação e mastite clínica (0,36).

III. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dados de 5.090 vacas da raça Holandesa que pariram no período de 1991 a 2010. Os animais eram pertencentes à Agropecuária Agrindus S.A., localizada no município de Descalvado, São Paulo, a uma latitude 21°54'14" sul e a uma longitude 47°37'10" oeste, estando a uma altitude de 679 metros. A propriedade possui um banco de dados de grande qualidade em relação aos registros de desempenho dos animais em lactação e também de genealogia, constituindo-se em um dos maiores e poucos rebanhos da raça Holandesa do Estado de São Paulo. A propriedade controla, ocasionalmente, os animais quanto à contagem de células somáticas, mas anota as informações de ocorrência de mastite clínica durante a lactação, bem como o quarto infectado e o tempo de tratamento.

Neste rebanho, os animais são alojados em sistema de confinamento do tipo "free-stall", e a alimentação é composta por silagem de milho, silagem de pré-secado de Tifton e feno de Tifton, mais suplementação concentrada de acordo com a produção, durante todo o ano. A ordenha mecânica é realizada três vezes ao dia, em um sistema integrado a um computador, em que os dados de cada ordenha são automaticamente armazenados.

As características analisadas foram a produção de leite acumulada até 305 dias na primeira lactação (PL1) e habilidade de permanência das vacas no rebanho (HP) até a terceira lactação. Além destas, foram analisadas a produção de leite acumulada até 305 dias (P305) e ocorrência de mastite clínica (OM), mantendo-se nas análises vacas cujas ordens de parto variaram de primeira até a terceira ordem.

Para a característica HP, observações binárias, com zero (0) indicando fracasso e, um (1), sucesso, foram designadas. O sucesso foi atribuído para as vacas que possuíam a terceira lactação ou lactações posteriores à terceira, dado que tinham pelo menos uma lactação registrada anteriormente, e fracasso foi atribuído às vacas que não alcançaram estes pré-requisitos. A característica OM foi codificada com valor zero (0),

para vacas que não apresentaram mastite, ou valor um (1), para as que apresentaram pelo menos um evento de mastite durante toda a lactação.

Os grupos de contemporâneas para PL1, P305 e OM foram definidos como ano-estação de parto, enquanto que para HP, foram definidos como ano-estação de nascimento. Ocorreram duas estações (1- abril a setembro; 2- outubro a março), sendo as mesmas para parto e nascimento. Aplicou-se a restrição de que cada grupo deveria conter, no mínimo, 10 animais. Para a PL1 e P305 foram eliminados os animais com medidas fora de uma amplitude de três e meio desvios-padrão em relação à média do grupo de contemporâneas. Como proposto por HARVILLE & MEE (1984), os registros para HP de grupos de contemporâneas em que todos os escores foram os mesmos, ou seja, grupos sem variabilidade, foram eliminados. Na Tabela 1 está apresentada a estrutura dos dados.

Tabela 1. Estrutura dos dados para a produção de leite acumulada até 305 dias na primeira lactação (PL1), produção de leite acumulada até 305 dias (P305), habilidade de permanência das vacas no rebanho (HP) e ocorrência de mastite clínica (OM).

Informação	PL1	P305	HP	OM
Número de fêmeas com dados	4.900	5.048	4.223	4.748
Número de touros	329	352	335	308
Número de mães	3.047	3.109	2.592	2.940
Número de fêmeas na genealogia	10.750	10.827	10.137	10.663
Número de touros na genealogia	1.830	1.835	1.843	1.825
Número de mães na genealogia	6.336	6.355	5.994	6.271
Número de grupos de contemporâneas	32	32	31	45

Foram feitas duas análises multicaracterísticas, uma contendo as características PL1, HP e OM e, a outra, P305, HP e OM, ambas sob modelos animal e considerando as três primeiras lactações como medidas repetidas para P305 e OM. Para PL1, P305 e OM foram considerados os efeitos aleatórios genético aditivo, de ambiente permanente (com exceção da PL1) e residual e, como efeito fixo o grupo de contemporâneas e a covariável, idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático). Para a HP foram considerados os efeitos aleatório genético aditivo e residual e, como efeito fixo, o grupo de contemporâneas.

Os componentes de covariância foram obtidos por abordagem Bayesiana, utilizando 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 como priori, uma distribuição Wishart invertida, (componentes de variância) com mínimo grau de confiança.

As análises executadas consistiram de uma única cadeia de 250.000 ciclos, com um “burn-in” conservativo de 25.000 ciclos. O período de descarte amostral foi de 25, assim 9.000 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).

O modelo completo pode ser descrito na forma matricial como:

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

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) com vetor β de parâmetros, Z e W são matrizes que associam os efeitos genético direto e ambiente permanente aos respectivos vetores (a e ap), e e é o vetor de efeitos residuais.

As pressuposições em relação aos componentes do modelo são:

$$b \propto \text{constante}$$

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

$$ap | P \sim NMV[0, (P \otimes I_n)]$$

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

$$P | S_p, v_p \sim IW[S_p v_p, v_p]$$

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

em que, A , G , P , R , I_n são, respectivamente, as matrizes de coeficientes de parentesco, de covariâncias de efeitos genéticos diretos, de ambiente permanente, residual e uma matriz identidade (de ordem n); $\otimes$ é o produto de Kronecker; S_g e v_g ; S_p e v_p ; S_r e v_r são os valores "a priori" e graus de liberdade para as covariâncias aditivas diretas, de ambiente permanente 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 ; $\theta' = (b', a', ap')$ 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), e ap (como efeito de ambiente permanente); 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.

De acordo com a perspectiva Bayesiana, foi assumido que as distribuições iniciais para os efeitos genéticos, aditivo de ambiente permanente e os residuais seguem distribuições normais multivariadas:

$$p(a | \sigma_a^2) \sim N(0, A\sigma_a^2)$$

$$p(ap | \sigma_{ap}^2) \sim N(0, I\sigma_{ap}^2)$$

$$p(e | \sigma_e^2) \sim N(0, I\sigma_e^2)$$

em que, A é a matriz de parentesco; σ_a^2 é a variância genética aditiva; I é uma matriz identidade; e σ_{ap}^2 é a variância de ambiente permanente. 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^{th} 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 q a observação v^{th} . Devido às observações serem condicionalmente independentes dado θ , a função de verossimilhança é definida pelo produto das contribuições de cada registro (SILVA et al., 2003).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média observada da P305 apresentou aumento da primeira para a segunda lactação, decrescendo posteriormente na terceira lactação (Tabela 2). A produção total de leite média encontrada neste estudo foi de 9.215,40 kg, refletindo o alto padrão genético do rebanho avaliado, além das boas práticas de manejo e alimentação. Valores inferiores para a produção total de leite foram relatadas por VARGAS et al. (2006) e ANDRADE et al. (2007) no Brasil, que encontraram média de 6.343,72 kg para primeira lactação e 7.519,51 kg como média de várias lactações, respectivamente, para animais da raça Holandesa de rebanhos localizados principalmente no Estado de São Paulo. Por outro lado, no exterior, médias superiores foram observadas por PÉREZ-CABAL et al. (2009) na Espanha, que relataram média de 10.441 kg para sete lactações e, por VALLIMONT et al. (2009) nos Estados Unidos, que encontraram médias de 11.996,50; 12.208,40; 11.593,60; 11.157,40 e 10.847,50 kg para as produções da primeira, segunda, terceira, quarta e quinta lactação, respectivamente, para animais da raça Holandesa. Os CV% para a produção de leite variaram de 23,76 a 31,27%, sendo superiores com o aumento das ordens de lactação.

A porcentagem de vacas que permaneceram no rebanho até a terceira lactação indica que ocorre descarte importante por baixa produção de leite, problemas reprodutivos ou de saúde nas duas primeiras lactações (Tabela 2). A idade média das vacas à terceira parição e a idade ao primeiro parto foram de, aproximadamente, 57 e 26 meses de idade. Na região Sudeste do Brasil, CARDOSO et al. (1999) relataram que o tempo médio ótimo da vida no rebanho, para vacas da raça Holandesa, em termos econômicos, foi de 54,9 meses de idade quando as vacas eram vendidas exclusivamente para abatedouros e, de 44 meses de idade, quando as vacas eram vendidas ou para abatedouros ou para outros produtores de leite.

A estimativa obtida neste estudo de 48,30% para a HP foi inferior às observadas para a raça Holandesa nos Estados Unidos por SHORT & LAWLOR (1992), que relataram média de 66% para animais que chegaram à idade de 54 meses e, por

TSURUTA et al. (2005), que obtiveram média de 53% de animais sobreviventes na terceira lactação. A média de sucesso para HP obtida neste estudo foi superior às médias encontradas por AHLMAN et al. (2011), os quais relataram 44 e 45% de sobrevivência à terceira parição, para animais das raças Holandesa e Vermelha Sueca, respectivamente. No Brasil, QUEIROZ et al. (2007), relataram média para HP aos 48, 60 e 72 meses de idade de, aproximadamente, 63, 53 e 48%, respectivamente, para animais da raça Caracu.

Tabela 2. 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 (P305), habilidade de permanência da vaca no rebanho (HP) e ocorrência de mastite clínica (OM).

Características		n	Médias (kg)	DP (kg)	CV%
P305	1ª lactação	4.900	9.001,30	2.138,30	23,76
	2ª lactação	3.455	9.489,70	2.395,20	25,24
	3ª lactação	1.980	9.401,70	2.746,00	29,21
		n	Sucesso (%)	Fracasso (%)	
HP		4.223	48,30	51,70	
		n	Não ocorrência (%)	Ocorrência (%)	
OM	1ª lactação	4.331	86,60	11,40	
	2ª lactação	3.209	80,30	19,70	
	3ª lactação	1.875	79,00	21,00	

A ocorrência de mastite clínica foi menor na primeira lactação, aumentando nas lactações seguintes, quando as vacas atingiram o pico de produção de leite (Tabela 2).

Os valores observados neste estudo estão próximos aos relatados por CARLÉN et al. (2004); HERINGSTAD et al. (2005); KOIVULA et al. (2005); ZWALD et al. (2006) e VALLIMONT et al. (2009), os quais variaram de 10,4 a 24,2%.

Para todas as características, em ambos os modelos, os valores estimados para médias, medianas e modas dos componentes de variância e parâmetros genéticos foram muito próximos, evidenciando que as distribuições das estimativas foram relativamente simétricas e que houve convergência das análises (Tabela 3). Para a OM a variância genética aditiva foi maior que a de ambiente permanente, revelando que o efeito de ambiente permanente teve menor contribuição na variabilidade dessa característica. As variâncias fenotípicas para a PL1, HP e OM foram 4.264.310 kg², 1,386 e 1,300, respectivamente.

O moderado coeficiente de herdabilidade para a PL1 obtido neste estudo (Tabela 3) indica a possibilidade de ganho genético para essa característica mediante seleção. Este coeficiente foi inferior à maioria dos coeficientes citados na literatura para primeira lactação, os quais variaram de 0,24 a 0,37 (SHORT & LAWLOR, 1992; MACHADO et al., 1999; RUPP & BOICHARD, 1999; FERREIRA et al., 2003; MELO et al., 2005; BIGNARDI et al., 2008). A estimativa de herdabilidade para a PL1 relatada neste estudo foi superior à encontrada por FREITAS et al. (2001) que, utilizando modelo animal multicaracterísticas com produção de gordura para vacas da raça Holandesa, em Minas Gerais, relataram estimativa de herdabilidade para produção de leite de 0,16 para primeira lactação. No México, POSADAS et al. (2008) obtiveram estimativas de herdabilidade para produção de leite na primeira lactação de 0,13, utilizando modelo animal linear unicaracterística.

A estimativa de herdabilidade para a HP foi de magnitude moderada (Tabela 3) e sugere a possibilidade de obtenção de resposta à seleção se a HP for empregada como critério de seleção. O valor estimado neste estudo foi superior aos encontrados por AHLMAN et al. (2011), que utilizando um modelo animal, de limiar, relataram estimativas de herdabilidade para sobrevivência até a terceira lactação de 0,20 e 0,24 para as raças Holandesa e Vermelha Sueca, respectivamente.

Tabela 3. Média a posteriori, mediana, moda, desvio padrão (DP) e intervalos de maior densidade a posteriori (95% HPD) das variâncias genética aditiva (σ^2_a), de ambiente permanente (σ^2_{ap}) e residual (σ^2_e), herdabilidade (h^2) e repetibilidade (r) para produção de leite acumulada até 305 dias na primeira lactação (PL1), habilidade de permanência da vaca no rebanho (HP) e ocorrência de mastite clínica (OM), em análises multicaracterísticas.

Parâmetros	Média	Mediana	Moda	DP	95% HPD
PL1					
σ^2_a	795.410	787.900	780.200	135.390	532.300 – 1.059.000
σ^2_e	3.468.900	3.467.000	3.448.300	121.280	3.234.000 – 3.708.000
h^2	0,19	0,19	0,18	0,03	0,14 – 0,22
HP					
σ^2_a	0,384	0,378	0,346	0,083	0,229 – 0,547
σ^2_e	1,002	1,002	1,007	0,015	0,973 – 1,030
h^2	0,28	0,27	0,26	0,07	0,19 – 0,35
OM					
σ^2_a	0,166	0,164	0,162	0,036	0,096 – 0,234
σ^2_{ap}	0,133	0,131	0,125	0,046	0,050 – 0,232
σ^2_e	1,001	1,001	1,001	0,014	0,974 – 1,030
h^2	0,13	0,13	0,13	0,03	0,09 – 0,16
r	0,23	0,23	0,22	0,08	0,13 – 0,31

No Brasil, QUEIROZ et al. (2007) utilizando dados de animais da raça Caracu e modelo touro, de limiar, unicaracterística, obtiveram estimativas de herdabilidade para habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade de 0,28; 0,27 e 0,23, respectivamente. Em geral, as estimativas de herdabilidade reportadas na literatura para a característica HP, para vacas da raça Holandesa, foram inferiores à encontrada

neste trabalho, principalmente quando analisadas por modelos lineares, variando de 0,02 a 0,06 (HUDSON & VAN VLECK, 1981; SHORT & LAWLOR, 1992; VOLLEMA & GROEN, 1996; POSADAS et al., 2004).

Por ser de baixa magnitude, a estimativa de herdabilidade para a OM indica que é mais fácil obter ganhos melhorando o ambiente do que por meio de seleção (Tabela 3). Entretanto, mesmo que o ganho via seleção seja menor, isso não significa que essa característica não seja importante, haja visto o impacto econômico da mastite para os sistemas de produção de leite. Por isso, além da melhoria do ambiente, seleção de animais mais resistentes deve ser realizado. Por ser facilmente obtida e apresentar estimativas de herdabilidade mais altas que as obtidas para ocorrência de mastite clínica, a contagem de células somáticas (CCS) é de grande importância por indicar a incidência de mastite subclínica, sendo que esta é a forma mais comum da manifestação da doença. Sua correlação genética com a mastite clínica é alta, sendo em torno de 60 a 80% (SHOOK & SCHUTZ, 1994) e, assim, a CCS tem sido utilizada para seleção indireta de resistência à mastite em programas de melhoramento genético.

O valor de herdabilidade para OM encontrado neste trabalho é semelhante ao obtido para primeira lactação por ZWALD et al. (2006) que, trabalhando com vacas da raça Holandesa e utilizando modelo limiar multicaracterísticas, nos Estados Unidos, relataram estimativas de herdabilidade para mastite clínica de 0,12; 0,10 e 0,09, para primeira, segunda e terceira lactação, respectivamente. Entretanto, HINRICHS et al. (2005), na Alemanha e, VALLIMONT et al. (2009), nos Estados Unidos, ambos utilizando modelo animal limiar unicaracterística de repetibilidade, reportaram estimativa de herdabilidade para mastite clínica de 0,07. Na Espanha, PÉREZ-CABAL et al. (2009) relataram estimativa de herdabilidade para mastite clínica de 0,10, utilizando modelo touro limiar de repetibilidade, incluindo sete lactações.

A estimativa de herdabilidade para a P305 foi semelhante à apresentada para a PL1, sendo de 0,19. Para a HP e OM, as estimativas de herdabilidade obtidas pela análise multicaracterísticas com a P305, foram de 0,31 e 0,14, respectivamente, ou seja, bem próximas às encontradas pela análise multicaracterísticas com a PL1.

Os coeficientes de repetibilidade para a P305 e OM (ambas as análises) foram de 0,38 e 0,23, respectivamente. Estas estimativas podem ser consideradas de baixa magnitude, de modo que uma única medida do animal pode não fornecer boas indicações sobre a capacidade de produção ou ocorrência da doença nas próximas lactações, sendo necessárias informações de mais de uma lactação para se tomar decisões quanto ao descarte das vacas. Entretanto, como animais de baixa produção ou mais susceptíveis a doenças teriam que permanecer por mais tempo no rebanho, isso provocaria aumento nos custos de produção e, por consequência, diminuição do lucro da fazenda. Estimativas de repetibilidade para OM inferiores à deste estudo foram encontradas por HINRICHS et al. (2005), VALLIMONT et al. (2009) e HINRICHS et al. (2011), as quais variaram de 0,10 a 0,18.

As correlações genéticas entre as características produtivas (PL1 e P305) com HP foram de moderada a alta magnitude (Tabelas 4 e 5), indicando que ao selecionar os animais para a PL1 ou para a P305, as vacas deste rebanho teriam maior chance de chegar à terceira lactação, ou seja, quanto maior a produção de leite, maior a possibilidade do animal permanecer maior tempo no rebanho. De acordo com GALEAZZI et al. (2010), em programas de melhoramento genético de bovinos leiteiros, têm sido incorporadas características relativas à longevidade. Entretanto essas características só podem ser obtidas tardiamente na vida do animal e, como consequência, pode prolongar o intervalo de gerações e, assim, diminuir o progresso genético. Uma alternativa viável então seria o uso de características correlacionadas com longevidade, como a produção de leite na primeira lactação, que pode ser medida no início da vida produtiva do animal.

A correlação genética estimada entre a PL1 e HP é semelhante à encontrada por POSADAS et al. (2008), que relataram correlação genética entre produção de leite na primeira lactação e habilidade de permanência aos 48 meses de idade de 0,38, para vacas Holandesas, no México. Porém, inferior às obtidas por HUDSON & VAN VLECK (1981) e SHORT & LAWLOR (1992), para vacas da raça Holandesa, os quais relataram correlação genética entre primeira lactação e habilidade de permanência de 0,65 (60 meses) e 0,48 (54 meses), respectivamente.

RUÍZ et al. (1994), no México, afirmaram que a baixa produção de leite na primeira lactação é um fator importante para o descarte de vacas Holandesas. A estimativa de correlação genética entre a P305 e HP relatada neste trabalho foi superior à relatada por OLORI et al. (2002), que encontraram correlação genética entre produção de leite e sobrevivência à segunda lactação de 0,22.

A baixa estimativa de correlação genética obtida neste estudo entre a PL1 e OM (Tabela 4), sugere que seleção para a PL1 tem pouca influência sobre a resistência à mastite. Este resultado diferiu da maioria dos encontrados na literatura, em que as correlações entre produção na primeira lactação e mastite foram superiores. RUPP & BOICHARD (1999), encontraram correlação genética moderada e desfavorável (0,45) entre produção de leite na primeira lactação e manifestação de mastite clínica, para vacas da raça Holandesa na França. CARLÉN et al. (2004), trabalhando com vacas da raça Holandesa na Suécia, relataram estimativas de correlação genética entre mastite clínica e produção de leite na primeira lactação de 0,32.

Entre a P305 e OM, a correlação genética foi negativa e de baixa magnitude (Tabela 5), sugerindo que seleção para P305 poderia diminuir a OM, ou vice-versa, animais de menor produção seriam os mais susceptíveis à mastite. Este valor diferiu da maioria dos encontrados na literatura que, em geral, têm indicado relações desfavoráveis, variando de 0,21 a 0,66 (CARLÉN et al., 2004; KOMULA et al., 2005; NEGUSSIE et al., 2008; KOECK et al., 2010b). De acordo com BANOS & SHOOK (1990), a correlação genética negativa entre estas características pode ser explicada pelo fato de ocorrer o descarte de vacas com base na produção de leite, na ocorrência de mastite ou ambas as características, logo na primeira lactação, influenciando a correlação genética nas lactações seguintes. Sendo assim, as vacas de alta produção e mais resistentes à mastite permaneceriam por mais tempo no rebanho, proporcionando correlações genéticas favoráveis entre a produção de leite e a ocorrência da doença. Em uma revisão por EMANUELSON (1988), a correlação genética entre produção de leite e mastite clínica variou de -0,10 a 0,66, com uma média de 0,30 a partir de sete estudos baseados em conjuntos de dados pequenos.

Tabela 4. Média a posteriori, mediana, moda, desvio padrão (DP) e intervalos de maior densidade a posteriori (95% HPD) das correlações genética aditiva (r_a), residual (r_e) e fenotípica (r_p), entre as características produção de leite acumulada até 305 dias na primeira lactação (PL1), habilidade de permanência da vaca no rebanho (HP) e ocorrência de mastite clínica (OM).

Parâmetros	Média	Mediana	Moda	DP	95% HPD
PL1 – HP					
r_a	0,38	0,38	0,38	0,09	0,21 – 0,55
r_e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 – 0,00
r_p	0,09	0,09	0,09	0,01	0,05 – 0,13
PL1 – OM					
r_a	0,12	0,12	0,12	0,11	-0,09 – 0,33
r_e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 – 0,00
r_p	0,02	0,02	0,02	0,02	-0,02 – 0,05
HP – OM					
r_a	-0,49	-0,50	-0,50	0,11	-0,71 – -0,28
r_e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 – 0,00
r_p	-0,09	-0,09	-0,09	0,02	-0,13 – -0,05

As correlações genéticas negativas e moderadas entre HP e OM (Tabela 4 e 5), para ambas as análises, indicam que vacas com maior susceptibilidade à mastite têm menor oportunidade de permanecerem no rebanho até a terceira lactação ou, vice-versa. São escassos os trabalhos que tenham relatado correlação genética entre as características HP e OM na literatura. Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes ao encontrado por NIELSEN et al. (1999), que observaram estimativa de correlação genética entre sobrevivência até o final da segunda lactação e resistência à mastite de -0,52 para animais da raça Holandesa. HERINGSTAD et al. (2003a),

trabalhando com animais da raça Vermelha Norueguesa, estimaram correlação genética entre mastite clínica e abate aos 120 e 300 dias após a primeira parição (oposto de habilidade de permanência no rebanho) de 0,48 e 0,53, respectivamente. Estes autores relataram que vacas com maior tendência à mastite têm um maior risco de serem descartadas. HOLTSMARK et al. (2008a), também utilizando animais da raça Vermelha Norueguesa, relataram correlação genética positiva e moderada entre abate na primeira lactação e mastite clínica (0,36).

Tabela 5. Média a posteriori, mediana, moda, desvio padrão (DP) e intervalos de maior densidade a posteriori (95% HPD) das correlações genética aditiva (r_a), de ambiente permanente (r_{ap}), residual (r_e) e fenotípica (r_p), entre as características produção de leite acumulada até 305 dias (P305), habilidade de permanência no rebanho (HP) e ocorrência de mastite clínica (OM).

Parâmetros	Média	Mediana	Moda	DP	95% HPD
P305 – HP					
r_a	0,66	0,66	0,66	0,06	0,53 – 0,78
r_e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 – 0,00
r_p	0,16	0,16	0,16	0,02	0,13 – 0,19
P305 – OM					
r_a	-0,25	-0,25	-0,25	0,12	-0,46 – -0,01
r_{ap}	0,15	0,15	0,15	0,04	-0,15 – -0,75
r_e	0,02	0,02	0,02	0,01	-0,01 – 0,04
r_p	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,04 – 0,02
HP – OM					
r_a	-0,52	-0,53	-0,53	0,10	-0,74 – -0,33
r_e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 – 0,00
r_p	-0,10	-0,05	-0,05	0,02	-0,15 – -0,06

Todas as correlações residuais e fenotípicas foram muito próximas de zero (Tabelas 4 e 5). Estimativas superiores à obtida neste estudo para correlação fenotípica entre produção de leite na primeira lactação e habilidade de permanência foram encontradas na literatura (SHORT & LAWLOR et al., 1992; POUSADAS et al., 2008), as quais variaram de 0,08 a 0,19.

A correlação de ambiente permanente entre P305 e OM foi de baixa magnitude (Tabela 5), a qual sugere que as práticas de manejo realizadas nesse rebanho para tratar ou prevenir mastite têm sido adequadas, não propiciando efeitos permanentes danosos no tecido mamário dos animais. A propriedade considerada possui um sistema de ordenhadeira eletrônica, que mede a produção de leite, fluxo lácteo e a condutividade elétrica do leite na ordenha. Isso deve possibilitar o melhor controle de animais com possíveis problemas de mastite, já que o sistema acusa aumento de condutividade elétrica do leite, que pode ser usado como indicador de mastite.

V. CONCLUSÕES

As características produção de leite acumulada aos 305 dias na primeira lactação, produção de leite acumulada aos 305 dias e habilidade de permanência das vacas no rebanho até a terceira lactação apresentaram variação genética aditiva e, assim, deverão responder à seleção. A baixa estimativa de herdabilidade para a característica ocorrência de mastite clínica confirma que práticas de manejo adequadas são essenciais para o controle dessa doença neste rebanho.

A seleção direta para a produção de leite acumulada aos 305 dias na primeira lactação poderá melhorar indiretamente a habilidade de permanência das vacas no rebanho até a terceira lactação, tendo pouca influência sobre a ocorrência de mastite clínica.

O uso da produção de leite acumulada aos 305 dias como critério de seleção, também levará à melhoria indireta da habilidade de permanência das vacas no rebanho até a terceira lactação, podendo ainda resultar em diminuição da ocorrência de mastite clínica, mesmo que seja de pequena magnitude.

Utilizando a característica produção de leite acumulada aos 305 dias na primeira lactação como objetivo de seleção, a qual pode ser medida no início da vida produtiva do animal, o intervalo de gerações diminuiria e, assim, o progresso genético seria maior.

O índice de seleção seria a ferramenta mais indicada neste caso, em que todas as características seriam combinadas de modo a obter aumento no retorno econômico com o uso de animais melhorados.

VI. REFERÊNCIAS

AHLMAN, T.; BERGLUND, B.; RYDHMER, J.; STRANDBERG, E. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 94, n. 3, p. 1568-1575, 2011.

ALLAIRE, F. R.; GIBSON, J. P. Genetic value of herd life adjusted for milk production. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 75, n. 5, p. 1349-1356, 1992.

ANUALPEC 2010. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: AgraFNP, 2010. p. 206, 216.

BANOS, G.; SHOOK, G. E. Genotype by environment interaction and genetic correlations among parities for somatic cell count and milk yield. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 73, n. 9, p. 2563-2573, 1990.

BIGNARDI, A. B.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G.; CARDOSO, V. L.; MACHADO, P. F. Modelos de dimensão finita para a estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1705-1710, 2008.

CARDOSO, V. L.; NOGUEIRA, J. R.; VAN ARENDONK, J. A. M. Optimal replacement and insemination policies for Holstein cattle in the southeastern region of Brazil: the effect of selling animals for production. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 82, n. 7, p. 1449-1458, 1999.

CARLÉN, E.; STRANDBERG, E.; ROTH, A. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, and production in the first three lactations of Swedish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 87, n. 9, p. 3062-3070, 2004.

EMANUELSON, U. Recording of production diseases in cattle and possibilities for genetic improvements: A review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p.89-106, 1988.

FERREIRA, W. J.; TEIXEIRA, N. M.; EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. S.; LOPES, P. S.; TORRES, R. A.; WENCESLAU, A. A.; SILVA, M. V. G. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, M. N. Avaliação genética de bovinos da raça Holandesa usando a produção de leite no dia do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 295-303, 2003.

FREITAS, A. F.; DURÃES, M. C.; VALENTE, J.; TEIXEIRA, N. M.; MARTINEZ, M. L.; MAGALHÃES JÚNIOR, M. N. Parâmetros genéticos para produções de leite e gordura nas três primeiras lactações de vacas Holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 709-713, 2001.

GALEAZZI, P. M. **Efeitos genéticos e ambientais da habilidade de permanência de búfalas leiteiras da raça Murrah no rebanho**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GALEAZZI, P. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; SILVA, J. A. II V.; ASPILCUETA-BORQUIS, R. R.; CAMARGO, G. M. F.; TONHATI, H. Genetic parameters for stayability in Murrah buffaloes. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 77, n. 2, p. 252-256, 2010.

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.

HARE, E.; NORMAN, H. D.; WRIGHT, J. R. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 89, n. 9, p. 3713-3720, 2006.

HARVILLE, D. A.; MEE, R. W. A mixed model procedure for analyzing ordered categorical data. **Biometrics**, v. 40, n. 2, p. 393-408, 1984.

HERINGSTAD, B.; KLEMETSDAL, G.; RUANE, J. Selection for mastitis resistance in dairy cattle – A review with focus on the situation in the Nordic countries. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, n. 2, p. 95-106, 2000.

HERINGSTAD, B.; REKAYA, R.; GIANOLA, D.; KLEMETSDAL, G.; WEIGEL, K. A. Bivariate analysis of liability to clinical mastitis and to culling in first-lactation cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 86, n. 2, p. 653-660, 2003a.

HERINGSTAD, B.; REKAYA, R.; GIANOLA, D.; KLEMETSDAL, G.; WEIGEL, K. A. Genetic change for clinical mastitis in Norwegian cattle: a threshold model analysis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 86, n. 1, p. 369-375, 2003b.

HERINGSTAD, B.; CHANG, Y. M.; GIANOLA, D.; KLEMETSDAL, G. Genetic analysis of clinical mastitis, milk fever, ketosis, and retained placenta in three lactations of Norwegian Red cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 88, n. 9, p. 3273-3281, 2005.

HINRICHS, D.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KALM, E. Genetic analysis of mastitis data using animal threshold models and genetic correlation with production traits. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 88, n. 6, p. 2260-2268, 2005.

HINRICHS, D.; BENNEWITZ, J.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KALM, E.; THALLER, G. Genetic analysis of mastitis data with different models. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 94, n. 1, p. 471-478, 2011.

HOLTSMARK, M.; HERINGSTAD, B.; MADSEN, P.; ØDEGÅRD, J. Genetic relationship between culling, milk production, fertility, and health traits in Norwegian Red cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 91, n. 11, p. 4006-4012, 2008a.

HOLTSMARK, M.; HERINGSTAD, B.; MADSEN, P.; ØDEGÅRD, 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 Dairy Science**, New York, v. 64, n. 11, p. 2246-2250, 1981.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**: Estatística da produção pecuária - Pesquisa trimestral do leite. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est>. Acesso em: 6 abr. 2011.

JENSEN, J.; KORSGAARD, I. R.; NEERHOF, H. J.; VOLLEMA, A.; MADSEN, P.; DUCROCQ, V. **Genetic variation in functional longevity and its relation to mastitis resistance in Danish Holsteins**. Wageningen: Institute of Animal Sciences, 1999. p. 161-165. (Bulletin, 21).

KOECK, A.; HERINGSTAD, B.; EGGER-DANNER, C.; FUERST, C.; FUERST-WATTL, B. Comparison of different models for genetic analysis of clinical mastitis in Austrian Fleckvieh dual-purpose cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 93, n. 9, p. 4351-4358, 2010a.

KOECK, A.; HERINGSTAD, B.; EGGER-DANNER, C.; FUERST, C.; WINTER, P.; FUERST-WALTL, B. Genetic analysis of clinical mastitis and somatic cell count traits in Austrian Fleckvieh cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 93, n. 12, p. 5987-5995, 2010b.

KOVULA, M.; MÄNTYSAARI, E. A.; NEGUSSIE, E.; SERENIUS, T. Genetic and phenotypic relationships among milk yield and somatic cell count before and after clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 88, n. 2, p. 827-833, 2005.

LASSEN, J.; HANSEN, M.; SØRENSEN, M. K.; AAMAND, G. P.; CHRISTENSEN, L. G.; MADSEN, P. Genetic relationship between body condition score, dairy character, mastitis, and diseases other than mastitis in first-parity Danish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 86, n. 11, p. 3730-3735, 2003.

MACHADO, S. G.; FREITAS, M. A. R.; GADINI, C. H. Genetic parameters of test day milk yields of Holstein cows. **Genetic and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 3, p. 383-386, 1999.

MADALENA, F. E. (Colab.) **Seleção e melhoramento genético a nível de fazenda**. Coronel Pacheco: EMBRAPA, 1986. 39 p. (Documentos, 25).

MADGWICK, P. A.; GODDARD, M. E. Genetic and phenotypic parameters of longevity in Australian dairy cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 10, p. 2624-2632, 1989.

MAIWASHE, A.; NEPHAWE, K. A.; THERON, H. E. Analysis of stayability in South African Angus cattle using a threshold model. **South African Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 39, n. 1, p. 55-60, 2009.

MÄNTYSAARI, E. A.; QUAAS, R. L.; GRÖHN, Y. T. Simulation study on covariance component estimation for two binary traits in an underlying continuous scale. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 74, n. 2, p. 580-591, 1991.

MARCONDES, C. R.; PANETO, J. C. C.; SILVA, J. A. II V.; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e modelo de limiar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 234-240, 2005.

MELO, C. M. R.; PACKER, I. U.; COSTA, C. N.; MACHADO, P. F. Parâmetros genéticos para as produções de leite no dia do controle e da primeira lactação de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 796-806, 2005.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T. et al. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier, France, **Proceedings...** CD-ROM communication, 28-7.

NEERHOF, H. J.; MADSEN, P.; DUCROCQ, V. P.; VOLLEMA, A. R.; JENSEN, J.; KORSGAARD, I. R. Relationships between mastitis and functional longevity in Danish Black and White dairy cattle estimated using survival analysis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 83, n. 5, p. 1064-1071, 2000.

NEGUSSIE, E.; STRANDÉN, I.; MÄNTYSAARI, E. A. Genetic association of clinical mastitis with test-day somatic cell score and milk yield during first lactation of Finnish Ayrshire cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 91, n. 3, p. 1189-1197, 2008.

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, 1999. p. 170-177. (Bulletin, 21).

OLORI, V. E.; MEUWISSEN, T. H. E.; VEERKAMP, R. F. Calving interval and survival breeding values as measure of cow fertility in a pasture-based production system with seasonal calving. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 85, n. 3, p. 689-696, 2002.

PÉREZ-CABAL, M. A.; CAMPOS, G.; VAZQUEZ, A. I.; GIANOLA, D.; ROSA, G. J. M.; WEIGEL, K. A.; ALENDA, R. Genetic evaluation of susceptibility to clinical mastitis in Spanish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 92, n. 7, p. 3472-3480, 2009.

POSADAS, M. V.; LÓPEZ, F. J. R.; VALDENEGRO, H. H. M. Estimación de parámetros genéticos para características de longevidad y producción de leche en ganado Holstein en México. **Interciencia**, Caracas, v. 29, n. 1, p. 52-56, 2004.

POSADAS, M. V.; VALDENEGRO, H. H. M.; LÓPEZ, F. J. R. Parámetros genéticos para características de conformación, habilidad de permanencia y producción de leche en ganado Holstein en México. **Técnica Pecuaria en México**, Ciudad de México, v. 46, n. 3, p. 235-248, 2008.

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.

RUÍZ, L. F.; OLTENACU, P. A.; BLAKE, R. W. Efecto del nivel de producción de leche sobre la duración de vida productiva em ganado Holstein de registro em México. **Técnica Pecuaria en México**, Ciudad de México, v. 32, p. 105-112, 1994.

RUPP, R.; BOICHARD, D. Genetic Parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 82, n. 10, p. 2198-2204, 1999.

RUPP, R.; BOICHARD, D. Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. **Veterinary Research**, London, v. 34, n. 5, p. 671-688, 2003.

SEWALEM, A.; MIGLIOR, F.; KISTEMAKER, G. J.; VAN DOORMAAL, B. J. Analysis of the relationship between somatic cell score and functional longevity in Canadian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 89, n. 9, p. 3609-3614, 2006.

SEWALEM, A.; MIGLIOR, F.; KISTEMAKER, G. J.; SULLIVAN, P.; VAN DOORMAAL, B. J. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 91, n. 4, p. 1660-1668, 2008.

SHIM, E. H.; SHANKS, R. D.; MORIN, D. E. Milk loss and treatment costs associated with two treatment protocols for clinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 87, n. 8, p. 2702-2708, 2004.

SHOOK, G. E.; SCHUTZ, M. M. Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 77, n. 2, p. 648-658, 1994.

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.

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.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I.; LAWLOR, T. J. Changing definition of productive life in US Holstein: effect on genetic correlations. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 88, n. 3, p. 1156-1165, 2005.

VALLIMONT, J. E.; DECHOW, C. D.; SATTTLER, C. G.; CLAY, J. S. Heritability estimates associated with alternative definitions of mastitis and correlations with somatic cell score and yield. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 92, n. 7, p. 3402-3410, 2009.

VANRADEN, P. M.; WIGGANS, G. R. Productive life evaluations: calculation, accuracy, and economic value. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 78, n. 3, p. 631-638, 1995.

VAN DOORMAAL, B. J.; SHAEFFER, L. R.; KENNEDY, B. W. Estimation of genetics parameters for stayability in Canadian Holstein. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 68, n. 7, p. 1763-1769, 1985.

VAZQUEZ, A. I.; WEIGEL, K. A.; GIANOLA, D.; BATES, D. M.; PÉREZ-CABAL, M. A.; ROSA, G. J. M.; CHANG, Y. M. Poisson versus threshold models for genetic analysis of clinical mastitis in US Holstein. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 92, n. 10, p. 5239-5247, 2009.

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

VOLLEMA, A. R.; GROEN, A. F. A comparison of breeding value predictors for longevity using a linear model and survival analysis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 81, n. 12, p. 3315-3320, 1998.

VOLLEMA, A. R.; VAN DER BEEK, S.; HARBERS, A. G. F.; DE JONG, G. Genetic evaluation for longevity of Dutch dairy bulls. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 83, n. 11, p. 2629-2639, 2000.

WENCESLAU, A. A.; LOPES, P. S.; TEODORO, R. L. et al. Estimação de parâmetros genéticos de medidas de conformação, produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça Gir Leiteiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 153-158, 2000.

WOLF, J.; WOLFOVÁ, M.; ŠTÍPKOVÁ, M. A model for the genetic evaluation of number of clinical mastitis cases per lactation in Czech Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 93, n. 3, p. 1193-1204, 2010.

WOLFOVÁ, M.; ŠTÍPKOVÁ, M.; WOLF, J. Incidence and economics of clinical mastitis in five Holstein herds in the Czech Republic. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 48-64, 2006.

ZWALD, N. R.; WEIGEL, K. A.; CHANG, Y. M.; WELPER, R. D.; CLAY, J. S. Genetic selection for health traits using producer-recorded data. II. Genetic correlations, disease probabilities, and relationships with existing traits. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 87, n. 12, p. 4295-4302, 2004.

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.