

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SABRINA KLUSKA

**ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS, TRATADAS COMO
VARIÁVEIS CATEGÓRICAS, EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2017

SABRINA KLUSKA

**ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS, TRATADAS COMO
VARIÁVEIS CATEGÓRICAS, EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, do Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

Coorientador: Dr. Luiz Otávio Campos da Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Fabiana Martins Costa Maia

DOIS VIZINHOS

2017

K66a Kluska, Sabrina.
Análise de características reprodutivas, tratadas
como variáveis categóricas em bovinos da raça Nelore /
Sabrina Kluska – Dois Vizinhos, 2017.
66f.

Orientador: Elias Nunes Martins
Coorientador: Luiz Otávio Campos da Silva
Coorientador: Fabiana Martins Costa Maia.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Programa de Pós- Graduação em
Zootecnia, Dois Vizinhos, 2017.
Bibliografia p.45-50

1. Nelore (Bovino) 2. Bovinos – Melhoramento
genético 3. Reprodução animal I. Martins, Elias Nunes,
orient. II. Silva, Luiz Otávio Campos da, coorient. III.
Maia, Fabiana Martins Costa, coorient. IV. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos V. Título
CDD: 636.2

Ficha catalográfica elaborada por Rosana da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 073

Análise de características reprodutivas, tratadas como variáveis categóricas, em bovinos da raça Nelore

Sabrina Kluska

Dissertação apresentada às oito horas do dia quinze de fevereiro de dois mil e dezessete, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Elias Nunes Martins
UTFPR-DV

Fabiana Martins Costa Maia
UTFPR-DV

Jaime Araújo Cobuci
UFRGS

Prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique
Coordenador do PPGZO

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Dedico aos meus pais este trabalho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me possibilitado chegar até aqui, e por ter me dado forças para nunca desistir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Elias Nunes Martins, por toda a paciência, esforço, sabedoria e dedicação que empenhou nesta orientação.

Ao pesquisador da Embrapa Gado de corte e coorientador Dr. Luiz Otávio Campos da Silva por ter possibilitado que este trabalho pudesse ser desenvolvido com êxito.

À Embrapa Gado de corte por me receber por um período no momento de preparação de arquivos e análise dos dados.

À analista da Embrapa gado de corte Andrea Gondo, pela paciência e preparação dos arquivos.

À equipe do professor Misztal pela disponibilidade de uso da família de programas BLUPF90, e em especial a Dra. Daniela Lino pelo auxílio via e-mail para o uso do programa.

À professora Dra. Fabiana Martins Costa Maia, e coorientadora, pessoa que me despertou o interesse pelo melhoramento e me orientou desde a graduação.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos.

À minha família por sempre ter me apoiado financeiramente e emocionalmente.

Ao meu namorado que inúmeras vezes me disse calma que agora vai dar certo...

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Muito Obrigada a Todos!

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém” (Dalai Lama).

RESUMO

KLUSKA, Sabrina. Análise de características reprodutivas, tratadas como variáveis categóricas, em bovinos da raça Nelore. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, 2017.

O presente trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos, em uma população de bovinos da raça Nelore, para as características probabilidade de parto até os 39 meses de idade (PC39), probabilidade de permanência no rebanho (*stayability*), considerando três partos até 5,2 (STAY_{5,2}) e três partos até 6,2 anos (STAY_{6,2}), e os quatro primeiros intervalos entre partos (IEP1, IEP2, IEP3 e IEP4), tratando-as como variáveis categóricas, e para os perímetros escrotais à desmama (PED) e ao sobreano (PES), tratando-as como variáveis contínuas. Foram usados procedimentos bayesianos, em análises unicaracterística e bicaracterística, por meio dos programas THRGIBBS1F90 e GIBBS2F90. Os dados utilizados pertencem ao programa de melhoramento genético Geneplus - Embrapa. As herdabilidades para PC39, STAY_{5,2}, STAY_{6,2}, PED e PES em análise unicaracterística foram 0,15, 0,20, 0,23, 0,28 e 0,36, respectivamente. Para o intervalo entre partos as estimativas de herdabilidade, obtidas em análise unicaracterística, para IEP1, IEP2, IEP3 e IEP4 foram 0,13, 0,13, 0,12 e 0,17, respectivamente. Estes valores indicam que os ganhos por seleção direta em quaisquer um dos intervalos seriam pequenos. Na análise bicaracterística as herdabilidades para PC39 e PES foram 0,14 e 0,38, respectivamente. As estimativas obtidas foram de baixa magnitude, indicando que os ganhos por seleção direta em qualquer uma das características mensuradas nas fêmeas seriam baixos. Já o PED e PES apresentaram maiores valores de herdabilidades. A correlação entre PES e PC39 foi positiva e de baixa magnitude (0,25), sugerindo que a seleção para o aumento do PES de touros possivelmente levaria a pequenas mudanças na PC39. De modo geral as estimativas de herdabilidade para as características medidas nas fêmeas apresentaram baixos valores, enquanto que para as características medidas nos machos se apresentaram de moderada a baixa, de maneira semelhante à maioria dos estudos com estas características. Entretanto, o modelo de limiar foi capaz de detectar variância genética aditiva para as características em estudo, permitindo promover ganhos, embora pequenos, por seleção direta.

Palavras-chave: Probabilidade de parto. intervalo entre partos. limiar. perímetro escrotal. probabilidade de permanência no rebanho.

ABSTRACT

KLUSKA, Sabrina. Analysis of reproductive traits, treated as categorical variables, in Nellore cattle. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, 2017.

In the present study were obtained, in a population of Nellore cattle, estimates of genetic parameters for the characteristics probability of calving up to 39 months at age (PC39), stayability, considering three calving until 5.2 (STAY_{5,2}) and three calving until 6.2 years old (STAY_{6,2}), and the first four calving interval (CI1, CI2, CI3 and CI4), treated as categorical traits, and scrotal perimeter at weaning (EPD) and at 18 months of age (EPS), treated as continuous trait. Were used Bayesian procedures, in single and two trait analysis, by using THRGIBBS1F90 and GIBBS2F90 programs. Information from Nellore animals belonging to the Geneplus-Embrapa program was used. The heritabilities for PC39, STAY_{3,1}, STAY_{3,2}, EPD and EPS in single trait analysis were 0.14, 0.20, 0.23, 0.28 and 0.36, respectively. For the calving interval estimates heritabilities for CI1, CI2, CI3 and CI4 were 0.13, 0.13, 0.12 and 0.017, respectively. These values indicate that genetic gains by direct selection in any of the intervals would be very small. In the two trait analysis the heritabilities for PC39 and EPS were 0.15 and 0.38, respectively. The low values of estimates showed that small gains would be obtained by direct selection in any of traits measured in females. EPD and EPS had higher heritabilities. The correlation between EPS and PC39 was positive with low magnitude (0.25), suggesting that the selection for the increase of EPS of sires could possibly lead to small changes in the PC39. In general, estimates of heritability for traits measured in dams were low and for traits measured in males were moderate to low. This result is likely those reported in most studies with the same traits. However, the threshold model was able to detect additive genetic variance for the traits under study and can permit to promote gains, albeit small, by direct selection.

Keywords: Probability of calving. calving interval. threshold. scrotal perimeter. stayability

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Análise da idade ao primeiro parto, stayability e perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore.

Table 1. Number (n) and percentage of animals within each categorization (1 for success and 0 for failure) for probability of calving up to 39 months of age (PC39), stayability until 6.2 (STAY_{6.2}) and 5.2 (STAY_{5.2}) years of age..... 34

Table 2. Average of *posterior* distribution of the additive genetic (σ_a^2), residual (σ_e^2) and phenotypic (σ_y^2) variance components and heritability (h^2), with its respective credibility intervals and high density regions (HPD) in a single-trait analysis for probability of calving up to 39 months (PC39), stayability (STAY_{6.2,5.2}), scrotal circumference at weaning (SCW) and 550 days (SC550) in Nelore cattle..... 39

Table 3. Average of *posterior* distribution of additive genetic (σ_a^2), residual (σ_e^2) and phenotypic (σ_y^2) variance components, heritability (h^2) and genetic correlations (r_a), with its respective credibility intervals and high density regions (HPD) in a 2-trait analysis for probability of calving up to 39 months (PC39) and scrotal circumference at 550 days (SC550) in Nelore cattle..... 44

Capítulo 2: Análise dos intervalos entre partos como variável categórica em bovinos da raça Nelore

Tabela 1. Número e porcentagem de animais em cada categoria (1 para sucesso e 0 para insucesso) para os quatro primeiros intervalos entre partos de bovinos da raça Nelore..... 55

Tabela 2: Médias das estimativas de componentes de variância genética aditiva (σ_a^2), residual (σ_e^2), fenotípica (σ_y^2) e herdabilidade (h^2), com respectivos intervalos de credibilidade e regiões de alta densidade, ao nível de 90%, em análise unicaracterística para Intervalos entre partos (IEP) em bovinos da raça Nelore..... 57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 IDADE AO PRIMEIRO PARTO	12
2.2 PROBABILIDADE DE PERMANÊNCIA NO REBANHO	15
2.3 PERÍMETRO ESCROTAL X PRECOCIDADE SEXUAL NAS FÊMEAS.....	18
2.4 INTERVALO ENTRE PARTOS	20
2.5 USO DO MODELO DE LIMIAR NO MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL	22
2.6 REFERÊNCIAS	23
3. DESENVOLVIMENTO	28
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5. ANEXOS	65

1. INTRODUÇÃO

As características reprodutivas são de grande importância para os programas de melhoramento de bovinos de corte, pois, podem interferir no intervalo de gerações, limitar a intensidade de seleção, em consequência de um menor número de animais candidatos à seleção, além de terem relação econômica com o sistema de produção. Entre as características indicadoras de fertilidade e precocidade sexual em bovinos, as mais utilizadas são o perímetro escrotal dos machos, e a idade ao primeiro parto das fêmeas (BOLIGON; ALBUQUERQUE, 2010). No entanto, existem muitas outras características que vem sendo estudadas como critérios de seleção.

A idade ao primeiro parto é fácil de ser mensurada, sem onerar o sistema produtivo. No entanto na maioria das avaliações essa característica pode estar sendo utilizada de maneira errônea, uma vez que, animais que não tem informação de idade ao parto são incluídos como informação perdida na avaliação de seus parentes. Esta omissão de informação faz com que a média da idade ao parto das filhas de um touro seja mascarada. Isto porque, animais que não tem parto até a data da avaliação não são incluídos, de modo que, fêmeas que terão elevadas IPP são retiradas da avaliação.

Desta maneira, quando um touro com muitas informações perdidas é comparado com outro que tem um grande número de filhas com informação de IPP, porém, com média mais alta, ele é avaliado erroneamente como superior. Uma maneira de corrigir a informação de idade ao primeiro parto é a penalização dos animais sem informação, ou ainda a categorização destes animais, de forma que todos serão inclusos na avaliação.

Outra característica, não menos importante que a idade ao primeiro parto é a probabilidade de permanência no rebanho (*stayability*). Esta vem sendo estudada recentemente, e segundo alguns autores pode ser utilizada como critério de seleção para eficiência reprodutiva, uma vez que, é de fácil mensuração, tem uma proporção de variância genética aditiva considerável e reflete em índices reprodutivos (MARCONDES et al., 2005a; SILVA et al., 2003b).

Outrossim, o intervalo entre partos (IEP) também pode ser utilizado como um indicativo da eficiência reprodutiva do animal, bem como, do número total de bezerros produzidos durante a sua vida útil. Uma vez que, em condições de estações de montas restritas, os animais com intervalos entre partos maiores que 14 meses são obrigatoriamente retirados da próxima estação de acasalamento, o que impede a regularidade de partos dessa

fêmea. Diante do exposto, uma opção alternativa para se trabalhar com o IEP seria a categorização dos animais de acordo com o limite de 14 meses.

Devido à baixa proporção de variância genética aditiva das características reprodutivas, o ganho genético pela seleção direta é baixo. No entanto, existem algumas características de maior herdabilidade correlacionadas com as reprodutivas, dentre elas, o perímetro escrotal (SILVA et al., 2000). Diante disto, o objetivo do presente trabalho foi estimar parâmetros genéticos e componentes de variância para as características idade ao primeiro parto, probabilidade de permanência no rebanho e intervalo entre partos, tratados como variáveis categóricas, e perímetro escrotal, visando maximizar a eficiência do processo de seleção, e investigar a relação entre algumas dessas características e perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IDADE AO PRIMEIRO PARTO

A antecipação da idade ao primeiro parto está ligada à lucratividade do sistema de produção, uma vez que, novilhas que parem mais cedo retornam o investimento antes do que aquelas que parem mais tardiamente. Segundo Beltran (2007) a eficiência na produção de carne bovina no Brasil está relacionada principalmente com a redução da idade ao primeiro parto, o que resulta em uma maior lucratividade no sistema de produção, e maior oferta de produto para o mercado consumidor.

Sabe-se que os animais da raça Nelore não são classificados como sexualmente precoces, pois, a idade ao primeiro parto das fêmeas desta raça é bastante alta. Os primeiros estudos se tratando da IPP, como o de Széchy, Benevides Filho e Souza (1995) com bovinos da raça Nelore indicavam média de 1234 dias para a característica em animais dessa raça, o que remete a aproximadamente 41 meses. Estudos mais recentes como o de Vieira et al. (2010) relataram média da idade ao primeiro parto (IPP) de 1256 dias, o que corresponde a aproximadamente 42 meses.

No entanto, com o advento dos programas de melhoramento genético da raça e incorporação das características reprodutivas como critérios de seleção, a idade ao primeiro parto das fêmeas Nelore vem sendo reduzida. A exemplo disto tem-se o trabalho de Laureano et al. (2011), os quais relataram idade ao primeiro parto de novilhas Nelore de 1052,9 dias, 35,1 meses, idade esta semelhante a relatada por Dákay et al. (2006) em estudos com bovinos das raças Hereford, Aberdeen Angus e Limousin, para os quais as médias foram de 759,2 (25, 3 meses), 1.007,4 (33,6 meses) e 1029,3 (34,3 meses) dias, respectivamente.

As estimativas de parâmetros genéticos para a característica idade ao primeiro parto são influenciadas por vários fatores, dentre eles, a idade da primeira exposição ao touro, duração das estações de acasalamento e insuficiência de informações confiáveis coletadas (GRESSLER et al., 2004). Dias, Faro e Albuquerque (2004) estimaram parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto em bovinos da raça Nelore, utilizando quatro diferentes tipos de consideração de informação dos animais na avaliação genética, sendo eles IPP1 (composto apenas por novilhas expostas apenas aos 24 meses), IPP2 (composto por todas as fêmeas com informação de IPP), IPP3 (composto por animais com manejo diferenciado na fazenda, expostos aos 18 meses) e IPP4 (composto por todos os animais, mesmo aqueles sem

informação de IPP). As autoras descreveram valores de herdabilidade variando de 0,00 a 0,36 para a característica.

Esta variação encontrada se deve aos diferentes modelos utilizados para a avaliação dos dados. Os menores valores relatados pelas autoras (0,00) não identificavam nenhuma proporção de variância genética aditiva. Estes valores foram observados quando os animais avaliados foram expostos à reprodução apenas aos 24 meses de idade (IPP1). Neste modelo, não foi possível identificar os indivíduos mais precoces sexualmente dentro do rebanho, bem como, selecioná-los. Isto, porque os animais só foram expostos quando atingiram determinada idade.

A determinação de peso ou idade para exposição dos animais à reprodução muitas vezes acaba mascarando os animais mais precoces. Pois, estes não têm a chance de se reproduzir antes de determinada idade, ou determinado peso, definidos pelos criadores. A maior proporção de variância genética aditiva (0,36) observada pelas autoras foi observada quando incluídos os dados de todas as fêmeas do rebanho na avaliação, mesmo as que não expressaram a característica idade ao primeiro parto (IPP4), uma vez que, quanto maior a variação dentro do rebanho, maior proporção de variância genética aditiva é possível de se identificar. Para os animais que não pariram foi considerada a idade ao primeiro parto aos sete anos. A inclusão de todas as fêmeas nascidas no rebanho proporcionou um aumento da variabilidade genética para a característica em estudo, incrementando as estimativas de herdabilidade (DIAS; FARO; ALBUQUERQUE, 2004).

As estimativas de herdabilidade para as características reprodutivas no geral são baixas. Gunski et al.(2001) descreveram valores de herdabilidade para idade ao primeiro parto de 0,15, Boligon, Albuquerque e Rorato (2008) valores de 0,14, Boligon et al. (2010) herdabilidade de 0,17, e Mercadante, Lôbo e Oliveira, (2000) de 0,28, comprovando a baixa proporção de variância genética aditiva desta característica. Trabalhando com animais da raça Canchim, Silva et al. (2000) encontraram herdabilidade para IPP utilizando a metodologia de quadrados mínimos e modelo linear de 0,12, e idade ao segundo parto de 0,04, indicando que a reconcepção é ainda mais influenciada pelo ambiente quando comparada com a idade ao primeiro parto.

Observa-se uma variação na estimativa de herdabilidade nos diferentes estudos apresentados, pois, esta depende das metodologias empregadas, do modelo utilizado, dos erros, do número de animais e dos diferentes ambientes aos quais os animais são expostos. No entanto, nota-se que esta variação não é expressiva dentro de cada característica estudada.

Um dos impasses encontrados na utilização da idade ao primeiro parto como critério de seleção é a idade de exposição das novilhas, uma vez que em sua maioria, na pecuária de corte são utilizadas estações de monta restritas, as quais impedem a detecção dos animais precoces.

Pereira, Eler e Ferraz (2002) estimaram a herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas expostas aos 14 e aos 26 meses de idade. Os autores observaram que para a população em estudo, a proporção de variância genética aditiva detectada para a característica quando as novilhas foram expostas mais tardiamente, aos 26 meses, foi muito pequena (0,02), já quando as novilhas foram expostas aos 14 meses foi possível identificar maior proporção de variância genética aditiva (0,19), indicando que maiores ganhos são obtidos se a seleção for praticada com base na exposição aos 14 meses. No entanto a exposição dos animais a reprodução aos 14 meses ainda não é uma prática comumente empregada pelos produtores, em razão de que, para a exposição dos animais aos 14 meses é necessária a formação de uma estação de monta antecipada, o que resulta em maior demanda de manejo.

Além de relacionada com o número de progênies do animal, a idade ao primeiro parto está relacionada com muitas outras características. Boligon et al. (2008) realizaram estudo das correlações genéticas entre a idade ao primeiro parto e algumas características relacionadas a peso. Segundo estes autores peso ao desmame, peso a um ano de idade, peso ao sobreano e peso ao primeiro parto apresentam correlações genéticas negativas e de magnitude baixa com a idade ao primeiro parto, sendo elas: -0,16; -0,23; -0,29 e -0,31, respectivamente. Indicando que, a redução da idade ao primeiro parto pode ser decorrente do aumento do peso do animal.

De acordo com Silva et al. (2000) a seleção para peso aos 12 meses nos machos pode levar a respostas correlacionadas desejáveis nas características idade ao primeiro e segundo parto nas fêmeas, uma vez que, a correlação entre esta característica e a idade ao primeiro parto, relatada pelos autores foi de -0,58 e quando considerada a característica idade ao segundo parto -0,56, indicando que o incremento no peso aos 12 meses, poderia levar a redução da idade ao primeiro e ao segundo parto. Se tratando da fisiologia, observa-se que o peso do animal tem uma relação direta com a circunferência do escroto. De acordo com Bergmann (1993) os hormônios relacionados com o desenvolvimento dos testículos nos machos também estão associados com o desenvolvimento ovariano nas fêmeas, fator este que leva ao estudo da associação entre a idade ao primeiro parto e perímetro escrotal.

Mercadante et al. (2000) em estudo com bovinos da raça Nelore correlacionaram as características reprodutivas com as de produção. Quando estudada a correlação da IPP com as características, primeiro intervalo entre partos, eficiência reprodutiva, longevidade e peso do

bezerro à desmama os autores encontraram valores de -0,06; -0,44; -0,12 e 0,06, respectivamente. Indicando que a extensão de genes que afetam em conjunto a idade ao primeiro parto, primeiro intervalo entre partos, longevidade e peso à desmama é bastante pequena. O mesmo não é válido para a eficiência reprodutiva, a qual tem uma correlação de magnitude média a alta, sugerindo que a redução da idade ao primeiro parto pode elevar a eficiência reprodutiva do rebanho.

Alguns autores vêm utilizando a penalização para incluir todos os animais sem informação na análise. Afim de, evitar a subestimação ou a superestimação do valor genético dos animais avaliados. No entanto, estes trabalhos são escassos na literatura. A exemplo disso, Borba et al.(2011) em estudo com animais da raça Canchim, utilizaram a penalização para animais sem informação de IPP. Os autores consideraram a data ao primeiro parto dos animais sem informação como, a soma de 21 dias a data do último parto do grupo contemporâneo daquele animal, e a idade ao primeiro parto, como a subtração entre a data do parto e a data de nascimento da fêmea. Neste estudo os autores não observaram mudanças expressivas nos valores de herdabilidade para IPP (0,05) e IPP penalizada (0,04).

Malhado et al. (2013) estudaram cinco abordagens na análise da idade ao primeiro parto, linear, censurado, limiar, penalidade e método ausente. Os autores descreveram herdabilidades para a característica variando de 0,13 a 0,26, sendo estes valores observados quando considerado o modelo de limiar. Na abordagem policotômica foi possível detectar a maior proporção de variância genética aditiva (0,26) e quando considerada a censura de 75 meses (0,26), já na análise dicotômica ou binária, detectou-se a menor proporção de variância genética aditiva (0,13) para a característica.

Outra forma que pode ser utilizada na análise da idade ao primeiro parto é a abordagem categórica. Alguns autores consideram a característica probabilidade de prenhez até determinada idade. Os autores categorizam 1 como sucesso, quando os animais emprenham até determinada idade, e 0 como indicativo de fracasso (SILVA et al., 2003a; SILVA, DIAS, ALBUQUERQUE, 2005).

2.2 PROBABILIDADE DE PERMANÊNCIA NO REBANHO

A probabilidade de permanência no rebanho, *stayability*, é entendida como a habilidade do animal permanecer no rebanho, com um número mínimo de partos, até determinada idade, desde que ele tenha tido a oportunidade de atingir esta idade (HUDSON;

VAN VLECK, 1981). O estudo e a definição desta característica como critério de seleção ainda são pouco explorados (SILVA et al., 2003b; MARCONDES et al., 2005a; NIETO et al., 2007).

Os sistemas de produção de gado de corte são fortemente impactados pelo tempo de permanência da matriz no rebanho. Do ponto de vista econômico quanto maior a habilidade de permanência no rebanho de uma vaca, seja de corte ou de leite, melhor, pois este animal é mais longo, trazendo mais lucros ao produtor. Já sobre o aspecto do melhoramento genético isto não é verdade, pois, quanto antes se substitui o rebanho por animais selecionados, maior é o progresso genético que se consegue alcançar ao longo do tempo (ABREU; SANTOS, 2006).

A idade média para o descarte de vacas no Brasil central é de 10 anos, pois a partir desta idade as vacas começam a desmamar bezerros cada vez mais leves devido à progressiva diminuição da produção de leite. A idade tardia do descarte está diretamente relacionada às elevadas idades ao primeiro parto e intervalos entre partos, esses dois fatores influenciam diretamente no número de descendentes produzidos e conseqüentemente a taxa de reposição (ABREU; SANTOS, 2006).

De acordo com Formigoni et al. (2005) o valor econômico da característica habilidade de permanência no rebanho está diretamente ligado ao custo de aquisição das novilhas de reposição. Segundo os autores, a característica habilidade de permanência tem impacto 3,27 vezes maior do que a característica de precocidade sexual, definida pelos autores como a probabilidade de prenhez aos 14 meses.

A inclusão da *stayability* na avaliação genética dos animais permite a identificação, e posteriormente a seleção de touros que produzem fêmeas com maior chance de permanecer no rebanho com um número mínimo de crias até determinada idade, ou seja, fêmeas com partos regulares. Segundo Silva et al. (2003b) a característica habilidade de permanência no rebanho pode ser utilizada como critério de seleção, devido a sua fácil mensuração, herdabilidade e tendência genética, fatores que podem contribuir para o aumento da fertilidade no rebanho. Além disso, esta característica está diretamente relacionada aos custos das propriedades rurais, uma vez que determina a capacidade do animal parir um determinado número de crias em determinados período (BUZANSKAS et al., 2010).

Nieto et al. (2007) avaliaram *stayability* utilizando um modelo touro. A característica foi avaliada de duas maneiras, denominadas forma padrão (PD) e forma alternativa (AL). Na forma padrão os autores codificaram o fenótipo com 0 e 1. Os animais 0 foram aqueles que tiveram menos de três partos quando atingiram 76 meses, e os animais 1, aqueles que tiveram

três ou mais partos até os 76 meses de idade. Já na forma alternativa, os autores empregaram quatro classes, sendo elas 0, 1, 2 e 3, para os animais com menos de três partos, com três, quatro e cinco partos até os 76 meses, respectivamente. Os autores descreveram valores de h^2 em modelo touro-avô de 0,06 para a forma padrão e de 0,08 para a forma alternativa. Segundo os autores, a forma alternativa demonstrou-se mais eficiente, no entanto a característica habilidade de permanência no rebanho apresentou baixo potencial de resposta à seleção para o rebanho estudado.

Em estudo similar Marcondes et al. (2005a) descreveram valores de herdabilidade para a característica *stayability* em um rebanho da raça Nelore, quando utilizada a forma de consideração padrão, a qual se assemelha a descrita por Nieto et al. (2007) de 0,066 e para a forma de consideração alternativa de 0,083, destacando que, possivelmente, por ter um maior número de classes a forma alternativa possibilitou detectar maior proporção de variância genética aditiva, quando comparada com a forma padrão de consideração.

Cavani et al. (2015) realizaram estudo com características reprodutivas de bovinos da raça Brahman. Os autores categorizaram o fenótipo dos animais que atingiram seis anos e pelo menos três partos pelo número 1, como indicador de sucesso, e dos animais que não atingiram três partos até os seis anos de idade, pelo número 0, como indicativo de insucesso, ou fracasso. Os valores de herdabilidade encontrados pelos autores para *stayability* foram de 0,10, e de correlação genética entre IPP e *stayability* -0,57, indicando que animais mais precoces são também mais longevos, e entre reconcepção após o primeiro parto e *stayability* de 0,32, o que é apontado pelos autores como desejável, pois, fêmeas que emprenham pela segunda vez até os 55 meses, podem parir pela terceira vez até os seis anos de idade.

Silva et al. (2006) avaliaram *stayability* em uma população de bovinos da raça Nelore. Os autores consideraram como sucesso aos animais que permaneceram no rebanho, em ou até 6 anos de idade, sendo que, os animais vazios eram descartados, e fracasso foi atribuído para vacas que não satisfizeram esses pré-requisitos. Nestas condições os autores descreveram valores de herdabilidade de 0,22 para a característica, e correlação genética entre *stayability* e perímetro escrotal de 0,074, indicando que a extensão de genes que afetam a ambas as características é muito pequena, e a seleção de qualquer uma delas não acarreta mudanças na outra. Já a correlação entre peso aos 550 dias de idade e *stayability* é superior (0,15), no entanto, quando praticada a seleção para peso aos 550 dias não ocorrerá mudanças significativas na *stayability* (SILVA et al., 2006).

De acordo com Buzanskas et al. (2010) a *stayability* é altamente influenciada pelo componente ambiental, uma vez que a proporção de variância genética aditiva frente a

fenotípica é muito baixa. Em estudo realizado com animais da raça Canchim os autores apresentaram herdabilidades de 0,03 para *stayability*. No entanto, a correlação entre *stayability* e perímetro escrotal aos 420 dias é de magnitude moderada (0,45), indicando que ganhos em perímetro escrotal podem levar ao incremento nesta característica também.

Van Melis et al. (2014) consideraram em seu estudo *stayability* aos 5, 6 e 7 anos. Se a vaca pariu todos os anos foi classificada como sucesso, caso contrário como insucesso. Os valores de herdabilidade para a característica foram de 0,25, 0,22 e 0,28 para STAY aos 5, 6 e 7 anos respectivamente. Segundo os autores *stayability* pode ser utilizado como um critério de seleção para fertilidade em fêmeas.

A exemplo dos trabalhos descritos acima, a característica *stayability* pode ser abordada de inúmeras maneiras, e por inúmeros modelos de predição. No entanto, a herdabilidade apresentada em todos os estudos realizados até o momento, independente do modelo ou abordagem é baixa, indicando que os ganhos por seleção direta nesta característica seriam baixos.

2.3 PERÍMETRO ESCROTAL X PRECOCIDADE SEXUAL NAS FÊMEAS

De acordo com Lima, Bergmann e Marques Junior (2013) a idade a puberdade de touros esta diretamente relacionada com o perímetro escrotal desses animais. Em touros da raça Nelore submetidos à seleção para precocidade sexual, os autores relataram idade a puberdade em torno dos 15,4 meses, no entanto, em touros jovens com maiores perímetros escrotais os mesmos afirmam que a idade a puberdade seja menor. A classificação dos animais em pré-púberes, púberes ou pós-púberes é realizada através das características do sêmen produzido por estes animais, dentre elas concentração e motilidade dos espermatozoides (WOLF; ALMQUIST; HALE, 1965).

Além de indicador de precocidade sexual dos machos (LIMA; BERGMANN; MARQUES JUNIOR, 2013) a circunferência escrotal também é utilizada na seleção indireta das fêmeas para precocidade sexual (SILVA et al., 2000). Entretanto, alguns fatores podem afetar a puberdade nas fêmeas e conseqüentemente o aparecimento do cio. Dentre eles a idade da fêmea no início da estação de monta, estação de nascimento, taxa de crescimento, condições nutricionais e a própria genética do animal.

É necessária a identificação de características com alta proporção de variância genética aditiva, de fácil mensuração e correlacionadas com as características alvo da seleção, uma vez que, a seleção direta para características como precocidade sexual é bastante difícil (BERGMANN, 1993). Deste modo, o perímetro escrotal é uma característica que apesar de não ter interesse econômico direto, é uma medida com alta acurácia, baixo custo, herdabilidade possível de se obter ganhos em seleção direta e correlação genética de magnitude alta e positiva com a precocidade sexual das fêmeas (BERGMANN, 1993).

Em animais da raça Canchim Silva et al. (2000) relataram herdabilidade para perímetro escrotal aos 12 meses de idade de 0,30, e correlação genética entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto de -0,47, e -0,67 quando considerada a idade ao segundo parto, indicando que a seleção para o incremento no perímetro escrotal pode levar a diminuição da idade ao primeiro e ao segundo parto. Estes valores indicam que o perímetro escrotal tem variação genética aditiva para se obter ganhos por seleção direta, embora pequenos e correlações possíveis de levar a diminuição das idades ao parto.

Boligon, Rorato e Albuquerque (2007) em estudo realizado com bovinos da raça Nelore relataram haver uma maior proporção de variância genética aditiva para o perímetro escrotal quando avaliado aos 18 meses (0,35 a 0,37) do que aos 12 (0,25 a 0,26), indicando que na seleção direta os ganhos são maiores quando utilizado perímetro escrotal aos 18 meses.

Ao contrário do que afirmam Silva et al. (2000), Boligon, Rorato e Albuquerque (2007) em estudo realizado com fêmeas da raça Nelore encontraram correlações genéticas entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto baixas, -0,13 quando avaliado perímetro escrotal aos 12 meses e -0,23 quando avaliado aos 18 meses, indicando que os ganhos na redução da idade ao primeiro parto através da seleção indireta pelo perímetro escrotal aos 12 ou aos 18 meses não seriam tão consideráveis.

De acordo com Pereira, Eler e Ferraz (2002) a correlação entre idade ao primeiro parto de animais expostos a reprodução aos 14 meses (IPP14) e o perímetro escrotal dos machos é de maior magnitude (-0,39) do que a correlação entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto de animais expostos aos 26 meses (-0,19), pois, segundo os autores a antecipação da exposição possibilita a identificação de variabilidade para a característica IPP.

Já para Grossi et al. (2009) a circunferência escrotal aos 365, 450, 550 ou 730 dias não deve causar alterações genéticas na idade ao primeiro parto. Pois estes autores observaram correlações genéticas entre estas característica e idade ao primeiro parto de 0,10, 0,13, 0,13 e 0,06, respectivamente, comprovando essa afirmação.

Apesar da consolidação da seleção dos machos para perímetro escrotal à desmama e ao sobreano nos programas de melhoramento de bovinos de corte, pouca certeza ainda se tem sobre a sua real eficiência na seleção indireta para precocidade sexual nas fêmeas, pois, um grande número de autores vem defendendo que a relação de genes que afetam concomitantemente as duas características não é capaz de reduzir a IPP através do incremento da circunferência escrotal (BOLIGON, RORATO, ALBUQUERQUE, 2007; GROSSI et al., 2009).

2.4 INTERVALO ENTRE PARTOS

Outra dificuldade encontrada na produção de bovinos de corte é a concepção na próxima estação de monta, ou ainda a reconcepção em primíparas. No entanto, a utilização dessa característica nos programas de melhoramento é complicada. Pois, em fazendas que trabalham com o sistema de estações de acasalamento, o aparecimento de animais que tenham intervalos entre partos maiores do que 14 meses implica na retirada desses animais da próxima estação de monta, aumentando o intervalo entre partos em aproximadamente um ano, pois, no período que está ocorrendo a estação, a fêmea ainda está prenhe, ou não está apta a se reproduzir.

Diante disso, busca-se reduzir ao máximo possível o intervalo entre partos, chegando a um máximo de 14 meses. Visto que, para se alcançar a máxima eficiência produtiva dentro de um sistema de produção de bovinos de corte, deve se buscar um intervalo entre partos no qual seja possível que as fêmeas produzam um bezerro por ano (BORGES; GREGORY, 2003). Para que isso seja possível o intervalo entre o parto e a próxima concepção não pode ser maior do que 85 dias, considerando um período de gestação de 280 dias (MOURA et al., 2014). Aguiar e Resende (2007) relataram intervalo entre partos variando de 12,7 a 19,6 meses para bovinos da raça Nelore criados extensivamente no Oeste baiano. Segundo os autores a diminuição do intervalo entre partos é observada com o aumento da ordem de parto do animal. Cavani et al. (2015) relataram média de intervalo entre partos para bovinos da raça Brahman de 418 dias, ou aproximadamente 14 meses.

Como normalmente são adotadas estações de montas restritas na pecuária de corte, a característica intervalo entre partos tem seu valor limitado como critério de seleção (WESTHUIZEN et al., 2001). Por esta razão alguns autores consideram a data do parto (diferença entre a data de parto do animal e o início da estação de nascimento), ou dias para o

parto (diferença entre a data do parto e início da estação de monta no qual o animal foi concebido) o critério mais adequado (BOURDON; BRINKS, 1983). No entanto ao se considerar estas duas características, ao invés do intervalo entre partos em dias, não é possível identificar os animais que tem um parto por ano.

Dias para o parto e data do parto podem ser considerados como um indicativo da capacidade que o animal tem em conceber cedo dentro da estação de monta, mas não da eficiência de produção de bezerros durante a vida útil da fêmea. Não menos importante que o intervalo entre partos em dias, a data do parto e dias para o parto também devem receber atenção dos melhoristas, uma vez que, animais que parem mais cedo dentro da estação de nascimento têm maiores condições de conceber novamente na próxima estação de monta, pois, estes tem um período maior para se recuperar.

Perotto, Abrahão e Kroetz (2006) em estudo com diferentes grupos genéticos observaram que as fêmeas da raça Nelore são as que apresentam os maiores intervalos entre partos quando comparados com outros grupos genético. Neste estudo os animais Nelore puro apresentaram média de intervalo entre parto de 492 dias, já quando cruzados com animais da raça Red Angus essa média diminuiu para 434 dias.

O intervalo entre partos é influenciado pela estação de nascimento do parto anterior e atual, ano de nascimento do animal e fazenda (BERTON et al., 2008). Portanto, estes efeitos devem ser atribuídos como fixos na avaliação do intervalo entre partos.

Vieira et al. (2010) em estudo realizado com bovinos Nelore relataram média de intervalo entre partos de 461 dias, ou aproximadamente 15 meses. Mercadante et al. (2000) observaram h^2 para a característica primeiro intervalo entre partos de 0,10, e correlação com as características eficiência reprodutiva, longevidade e peso do bezerro ao desmame de -0,93, 0,07 e 0,60, respectivamente, indicando que quanto menor o primeiro intervalo entre parto maior é a eficiência reprodutiva no rebanho, entretanto, menor pode ser o peso do bezerro ao desmame.

Cavani et al. (2015) descreveram correlações genéticas entre IPP e IEP de -0,13, indicando que a diminuição da idade ao primeiro parto pode levar a um incremento do intervalo entre partos, e entre IPP e *stayability* -0,57, indicando que animais mais precoces podem ficar produtivos no rebanho por um maior período de tempo.

Estudos na literatura sobre o terceiro e quarto intervalo entre partos são escassos, sendo os mais estudados os primeiros intervalos entre partos e o intervalo entre partos no geral. Entretanto, a dissociação desta característica em diferentes intervalos se faz necessária,

para a constatação de que o intervalo entre partos deve ser tratado como uma única característica, ou de que, cada intervalo deve ser estudado e selecionado separadamente.

2.5 USO DO MODELO DE LIMIAR NO MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL

Segundo Nieto et al. (2007) o fato das características reprodutivas não serem tão amplamente utilizadas no programas de melhoramento está relacionado principalmente a dificuldade para a aferição destas características à campo e a escassez de estudos que correlacionam as características reprodutivas a aquelas alvo do sistema de produção. Já pouco exploradas as características reprodutivas lineares, menos ainda são aquelas não-lineares, do tipo categórico ou de limiar, com o fenótipo geralmente expresso por poucas classes, tais como facilidade de parto, sucesso ou fracasso para determinada característica pré estabelecida, *stayability*, entre outras.

Embora a demanda computacional para a realização das análises de características categóricas seja superior quando comparadas com as características contínuas, o uso dessa metodologia permite a utilização de novas características não utilizadas em programas de melhoramento, as quais podem levar o melhorista a novos rumos.

Muitas características produtivas são observadas como categóricas, sendo o fenótipo representado por poucas classes. O intervalo entre partos quando assumido como a probabilidade de intervalo entre partos menores que quatorze meses é uma delas. Características categóricas (que apresentam classes fenotípicas) são denominadas características de limiar. Segundo Falconer e Mackay (1996), as características de limiar apresentam distribuição descontínua, porém, quando submetidas à análise genética, são influenciadas por muitos genes, de maneira semelhante as características quantitativas.

O modelo limiar relaciona duas escalas para a descrição do fenótipo, a escala base que é contínua (nela estão valores genéticos e ambientais) e a escala visível que é descontínua (representada pelo fenótipo). Essas duas escalas estão conectadas pelo ponto ou limiar de descontinuidade. Este é um ponto na escala que corresponde a descontinuidade na escala visível. O limiar é um ponto de truncamento apresentado numa tabela de probabilidade da curva normal, onde o desvio da média da população pode ser encontrado por meio da sua porcentagem que está acima do ponto de truncamento (t) (FALCONER, 1989).

Marcondes et al. (2005b) compararam o uso de modelos lineares e de limiar, considerando a característica permanência no rebanho de vacas Nelore. Os autores

observaram que o modelo linear foi menos eficiente na detecção da variabilidade existente entre os touros, dada a menor amplitude entre as DEPs mínima e máxima, sendo ela 8%. Em contrapartida o modelo de limiar apresentou uma variação de 26% entre as DEPs mínima e máxima. No entanto, os autores relataram não haver mudanças na classificação dos animais quando utilizado qualquer um dos modelos.

Tendo em vista a escolha de um animal por meio de sua DEP é de suma importância maiores variações nesta medida, pois assim, abre-se um leque maior de opções. Segundo Luo et al. (2002) o modelo de limiar tem maior habilidade de detectar variabilidade genética quando contrastado com modelos lineares.

Em um estudo de simulação Meijering e Gianolla (1985), demonstraram que em situações onde o número de progênes por pai é variável e existe a inclusão de efeitos fixos na análise, o modelo de limiar (não linear) apresentou valores genéticos mais próximos ao valor genético verdadeiro do que quando comparado ao modelo linear.

2.6 REFERÊNCIAS

ABREU, U.G.P de; SANTOS, S.A. **Seleção e descartes de matrizes no Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2006. 3p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.101. Disponível em:<<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM101>. Acesso em: 31 jun. 2016.

AGUIAR, A de. P. A.; RESENDE, J. R. Avaliação do intervalo de partos de vacas Nelore criadas extensivamente no Oeste Baiano. **In:** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44., 2007, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: 2007.p.1-3.

BELTRAN, M.P. **Possíveis efeitos da leptina e do IGF-1 plasmático sobre a puberdade e a precocidade sexual de novilhas Nelore (Bos taurus indicus)**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Reprodução Animal 2007.

BERGMANN, J.A.G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.1, n.4, p.70-86. (Supl). 1993

BERTON, M.P. et al. Estudo de efeitos ambientais que influenciam a produtividade acumulada e o intervalo entre partos em bovinos da raça Nelore. **In:** Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, VII., 2008, São Carlos. *Anais...* São Carlos: 2008. p.1-3.

BOLIGON, A.A; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L. G. de. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.3, p.565-571, 2007.

BOLIGON, A.A; ALBUQUERQUE, L. G. de.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.4, p. 596-601, 2008.

BOLIGON, A.A. et al. Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nelore cattle. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.4, p.746-751, 2010.

BOLIGON, A.A; ALBUQUERQUE, L. G. de. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 45, n. 12, p.1412-1418, dez. 2010.

BORBA, L.H.F. et al. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.11, p.1570-1578, nov. 2011

BORGES, J.B.S.; GREGORY, R.M. Indução da atividade cíclica ovariana pós-parto em vacas de corte submetidas à interrupção temporária do aleitamento associada ou não ao tratamento com norges to met-estradiol. **Ciência Rural**, v.33, p.1105-1110, 2003.

BOURDON, R. M.; BRINKS, J. S. Calving date versus calving interval as a reproductive measure in beef cattle. **Journal Of Animal Science**, v. 57, n. 6, p.1412-1417, 1983.

BUZANSKAS, M.E. et al. Genetics associations between stayability and reproductive and growth traits in Canchim beef cattle. **Livestock Science.**, 132, p. 107–112, 2010

CAVANI, L. et al. Estimates of genetic parameters for reproductive traits in Brahman cattle breed. **J. Anim. Sci.**93, p.3287–3291, 2015

DÁKAY, I. et al. Study on the age at first calving and the longevity of beef cows. **Journal Central Europe an Agriculture**, 7, p.377-388, 2006

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUER, L.G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.3, p.370-373, 2004.

FALCONER, D.S. **Introduction to Quantitative Genetics**.3.ed. New York: Longman Scientific and Technical. 1989.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Threshold characters. **In:** FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. (Eds.) *Introduction to quantitative genetics*. 4.ed. Essex: Longman, 1996. p.299-311.

FORMIGONI, I. et al. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.57, supl. 2, p.220-226, 2005

GREESLER, L.S. et al. Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos da idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore desafiadas precoce ou tradicionalmente “1”.**In:** 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 19 de julho a 22 de julho de 2004, Campo Grande, MS.

GROSSI, D.A. et al. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **J. Anim. Breed. Genet.**126, p. 387–393, 2009.

GUNSKI, R.J. et al. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça Nelore. **Ciência Agrônômica.**, v.32, n.1/2, p.46-52, 2001.

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

LAUREANO, M.M.M. et al. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.1, p.143-152, 2011

LIMA, F.P.C.; BERGMANN, J.A.G.; MARQUES JUNIOR, A.P. Perímetro escrotal e características seminais de touros da raça Nelore selecionados para precocidade sexual. **Arq.Bras. Med. Vet. Zootec.**, V.65, n.6, p.1603-1608, 2013

LUO, M.F.; et al. Estimation of genetic parameters of calving ease in first and second parities of Canadian Holsteins using Bayesian methods. **Livest. Prod. Sci.**, v.74, p.175-184, 2002.

MALHADO, C.H.M. et al. Age at first calving of Nelore cattle in the semi-arid region of northeastern Brazil using linear, threshold, censored and penalty models. **Livestock Science.**, 154, p. 28–33, 2013.

MARCONDES, C.R. et al. Estudo de Definição Alternativa da Probabilidade de Permanência no Rebanho para a Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.34, n.5, p.1563-1567, 2005a

MARCONDES, C.R. et al. Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e modelo de limiar. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 57, n. 2, p.234-240, 2005b.

MEIJERING, A.; GIANOLA, D. Linear versus nonlinear methods of sire evaluation for categorical traits: a simulation study. **Genetic Selection Evolution**, v.17, n.1, p. 115-132, 1985.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N de. Estimativas de (Co) Variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MOURA, I.C.F. et al. Desempenho de vacas de corte Purunã submetidas a diferentes manejos de amamentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 1, p.49-56, 2014.

NIETO, L.M. et al. Herdabilidade da habilidade de permanência no rebanho em fêmeas de bovinos da raça Canchim. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.10, p.1407-1411, out. 2007.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.37, n.5, p. 703-708, maio 2002.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J dos. S.; KROETZ, I.A. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.733-741, 2006

SILVA, A.M. da .et al . Herdabilidades e Correlações Genéticas para Peso e Perímetro Escrotal de Machos e Características Reprodutivas e de Crescimento de Fêmeas, na Raça Canchim. **Rev.Bras. Zootec.**,v. 29, n.6, p.2223-2230, 2000 (Suplemento 2)

SILVA, J.A.II de. V. et al. Estimação de Parâmetros Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos da Raça Nelore. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1141-1146, 2003a.

SILVA, J.A.II V. et al. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.598-604, 2003b.

SILVA, J.A.II V. et al. Genetic relationship among stayability, scrotal circumference and post-weaning weight in Nelore cattle. **Livestock Science**, 99, p.51–59, 2006.

SILVA, J.A.II V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G de. Estudo Genético da Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.5, p.1568-1572, 2005

SZÉCHY, M.L.M.; BENEVIDES FILHO, I.M.; SOUZA, L.M de. Idade ao primeiro parto, intervalo de partos e peso ao nascimento de um rebanho Nelore. **Revista brasileira de ciências veterinárias**. v.2, n.2, p.47-49, mai./ago.1995.

VAN MELIS, M. H. et al. Study of stayability in Nelore cows using a threshold model. **J. Anim. Sci.** 85, p.1780–1786, 2007.

VIEIRA, D.H. et al. Efeitos não genéticos sobre as características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. II – idade à primeira parição e intervalo de partos. **Rev. Bras. Med. Vet.**, v.32, n.2, p.79-88, abr/jun 2010

WESTHUIZEN, R. R. V et al. Genetic parameters for reproductive traits in a beef cattle herd estimated using multi trait analysis. **South African Journal Of Animal Science**, v. 1, n. 31, p.41-48, 2001.

WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient all owance.**J. Anim. Sci.**, v.24, p.761-765, 1965.

3. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento desta dissertação será exposto em dois capítulos, no formato de artigos científicos.

CAPÍTULO 1

Análise da idade ao primeiro parto, *stayability* e perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore.

**Estimation of genetic parameters for probability of calving up to 39 months of age,
stayability, and scrotal circumference in Nelore cattle**

Sabrina Kluska^{1*}, Luiz Otavio Campos da Silva², Fabiana Martins Costa Maia¹, Daniela
Andressa Lino Lourenço³, Tadia Emanuele Stivanin¹ Fernando Baldi⁴, Elisa Peripolli⁴ and
Elias Nunes Martins¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
PR, Brazil

²Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brazil

³University of Georgia – UGA. Rhodes Center for Animal and Dairy Science, Athens, GA,
EUA.

⁴Departamento de Ciência Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal, São Paulo, Brasil;

*Corresponding author

E-mail: sabrinakluska@gmail.com (SK)

Keywords: *Bos indicus*, genetic parameters, reproductive traits, threshold model

Abstract - The increase in the reproductive indexes is of extreme importance in beef cattle production systems, as well such as investigating new methodologies and traits in order to increase genetic gains. Reproductive efficiency directly affects the profitability and productivity of herds, being an important criterion of breeding programs. The objective of this study was to estimate genetic parameters in a Nelore cattle population for probability of calving up to 39 months of age (PC39), stayability, using two measures of age (STAY_{6.2} – 6.2 years of age; and STAY_{5.2} – 5.2 years of age), and for scrotal circumference at weaning (SCW) and 550 days of age (SC550). Genetic parameters were estimated using the records of 2,287,827 Nelore animals collected from 1901 to 2015 from the Geneplus beef cattle breeding program (Campo Grande, MS, Brazil). Bayesian procedures were applied in single and two-traits analyses using the GIBBS2F90 and THRGIBBS1F90 programs, for linear and threshold analysis, respectively. Heritabilities estimates from single-trait analysis for PC39, STAY_{6.2}, STAY_{5.2}, SCW, and SC550 were 0.15, 0.20, 0.23, 0.28, and 0.36, respectively. The correlation between PC39 and SC550 was of low magnitude (0.25), suggesting that the selection for SC550 in sires would possibly lead to small changes in PC39. The reproductive traits measured in females should have low responses to individual selection due to the low proportion of additive genetic variance detected. However, the approach used in here would enable the inclusion of these traits in Nelore cattle breeding programs.

1. Introduction

The low reproductive efficiency is one of the main limitation that affects beef cattle production systems (Azevêdo et al., 2006), mainly in zebu cattle breeds due to the late onset of sexual puberty (Costa et al., 2015). Reproductive efficiency traits of females are not widely used as selection criteria in breeding programs since they are difficult to measure, their response to selection tend to be slow as they have a low heritability, and they are evaluated only in one sex and later in the life, which results in low selection intensities (Boligon and Albuquerque, 2010). In this sense, the exploration of appropriate methodologies and forms of consideration those traits in the analysis are of high value for the increase of the accuracy in the genetic evaluation (Borba et al., 2011).

Age at first calving (AFC) is one of the most studied traits in zebu cattle (Dias et al., 2004a; Boligon et al., 2010; Borba et al., 2011), it is easy to measure and also a good indicator of female sexual precocity and it is not surprisingly that it has been included as a selection criteria in breeding programs (Dias et al., 2004b). However, in most evaluations, it might be misinterpreted since animals that do not have AFC records are included in the evaluation of their relatives as missing information. This misinterpretation leads to biased values regarding the average age of first calving of the sire's daughters. Thus, females who will possibly have high AFC values will be removed from the evaluation. In this regard, when a sire with many daughters with missing records is compared to a one which has a large number of daughters with AFC records and with a higher AFC average, this sire is erroneously assessed as superior. One way to overcome this problematic is penalizing the animals without AFC records or categorizing them, which can be performed through the probability of calving, so all animals can be included in the evaluation.

According to Bormann and Wilson (2010), the removal of these animals without AFC records from the dataset leads to a bias in the analysis, due to the variability reduction of the studied population. Furthermore, it underestimates the genetic parameters and overestimates the genetic value of sires with large numbers of missing information (Notter, 1988). Studies for the inclusion of animals lacking the calving date whereby it is possible to calculate the AFC or the inclusion of penalized/categorized animals with missing AFC records have been proposed (Meyer et al., 1990; Johnston and Bunter, 1996; Dias et al., 2004a), however, none of them have been widely used in genetic evaluation programs.

Another indicator of the reproductive efficiency in herds is stayability, and it has been taken to be a measure of longevity in dairy cattle (Van Vleck, 1980). Stayability can be defined as the probability of a female to remain in the herd up to a given age with a minimum number of calvings (Hudson and Van Vleck, 1981). Hence, the selection for stayability leads to the selection of animals with higher fertility indexes, which increase the herd rate birth and, consequently, the reproductive indexes. Estimated heritabilities for stayability ranged from 0.06 to 0.35 (Nieto et al., 2007; Marcondes et al., 2005; Jamrozik et al., 2012), suggesting that satisfactory gains can be achieved by direct selection. Additionally, the economic value of stayability is directly related to the acquisition cost of replacement heifers, and it has a 3.27-fold greater impact than sexual precocity (Formigoni et al. 2005).

In animal breeding programs, besides the study of target traits for selection, such as probability of calving and stayability, the knowledge of traits which correlates with them is of great importance, especially when the selection targets has low heritability and are difficult to measure, being possible to obtain gains by indirect selection. Therefore, the objective this study was to estimate genetic parameters for probability of calving up to 39 months using penalized information of AFC, stayability up to 6.2 and 5.2 years of age, and for scrotal circumference at weaning and 550 days. Additionally, we aimed to study the relationship

between probability of calving up to 39 months and scrotal circumference. The results of this study should provide subsidies for the use of new traits and also be an indicative of reproductive efficiency in beef cattle breeding programs, since it is necessary to update the parameters and traits used in the evaluations so as to increase the genetic gains.

2. Materials and methods

The dataset used in this study comprises Nelore breed animals of the Geneplus-Embrapa beef cattle breeding program (Campo Grande, MS, Brazil). Age at first calving (AFC) was used to estimate the probability of calving up to 39 months of age (PC39). Stayability up to 6.2 (STAY_{6.2}) and 5.2 (STAY_{5.2}) years of age, scrotal circumference at weaning (SCW) and 550 days of age (SC550) were also evaluated. Animals with less than 20 months of age, with an AFC value higher than 1640 days, missing the animal's birth date and breeder/farm information and contemporary groups with less than two animals, were excluded from the dataset, totaling 857,566 females and 2,287,827 records in the pedigree.

The contemporary groups (CG) were contemporary at birth (CGB) for PC39 and STAY_{6.2;5.2}, CG at weaning (CGW) for SCW, and CG at yearling (CGY) for SC550. The CGB included: herd, year and season of birth, and sex. The CGW included: farm, date of weighing, sex, and feeding management at maternal and weaning phase. The CGY included: farm, date of weighing, sex, and feeding management at maternal phase and up to 550 days of age.

Table 1. Number (*n*) and percentage of animals within each categorization (1 for success and 0 for failure) for probability of calving up to 39 months of age (PC39), stayability until 6.2 (STAY_{6.2}) and 5.2 (STAY_{5.2}) years of age.

Trait	<i>n</i>	Categorization (<i>n</i> , %)	
		1	0
PC39	611,431	213,552 (34.9)	397,879 (65.1)
STAY _{6.2}	93,208	60,053 (64.4)	33,155 (35.6)
STAY _{5.2}	99,833	21,606 (21.6)	78,227 (78.4)

In the analysis for PC39, the threshold model was used and the animals were categorized as success (1) or failure (0) (Table 1). Females that gave birth up to 39 months of age (1185 days or 3.3 years) had the phenotype described as 1 and those that overcame 39 months of age without calving were described as 0.

A total of 398,439 females (65.2%) were not aged at first calving and were penalized. The penalization consisted of ordering the animals by the date of the first calving within each CG. Then, the largest date of the AFC of the CG was taken and 21 days were added into this value, assuming that all uninformed females gave birth 21 days after the last one in the group (Borba et al., 2011; Pereira, Eler and Ferraz, 2000). To obtain the AFC, the calving date was subtracted from the female's birth date. The threshold of 39 months was established so as to select animals capable of calve when exposed to a second mating, considering a mating season system with the first exposure to reproduction between 14 and 18 months and the second one between 26 and 30 months of age.

For STAY_{6.2} and STAY_{5.2}, the analysis of categorical data was also applied (Table 1). The stayability up to 6.2 years of age (2,280 days) with at least three calvings (STAY_{6.2}) was analyzed and the animals were classified as follows: i) females with 6.2 years of age with at least three calvings had their phenotype for STAY_{6.2} described as 1, ii) females that did not reach three calvings at 6.2 years of age had their phenotype described as 0, and iii) females that did not have complete 6.2 years of age and three calvings were admitted as missing. The stayability until 5.2 years of age (1,915 days) with at least three calvings (STAY_{5.2}) without

the opportunity of failure was analyzed. For STAY_{5.2}, females with 5.2 years of age and at least three calvings were admitted as 1. Females that reached 5.2 years but did not reach three calvings were classified as 0, and females that did not have completed 5.2 years of age and three calvings were admitted as missing.

A value of 1 was added to the categorization value in the data analysis, so that the animals with the phenotype described as 0 became 1, and the animals admitted as 1 turned out to be 2. The model used for PC39, STAY_{6.2}, and STAY_{5.2} analyses was proposed by Mrode and Thompson (2005), given the linear model for the threshold analysis:

$$y = X\beta + Zu + e$$

Where y is the threshold vector on a normal scale, b and u are vectors of fixed and random effect, respectively. X and Z are relative data incidence matrixes for fixed and response effects, respectively. However, in the threshold model it was assumed that the underlying scale has a normal distribution as follows:

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

Where U is the vector of the base scale with order r ; $\theta' = (\beta', a', c')$ is the parameters vector with order s , β is a vector of fixed effects with order s , and a and c are the additive genetic and contemporary group random effects, respectively; W is the incidence matrix with order r by s ; I is the identity matrix with order r by r , and σ_e^2 is the residual variance. Since the variable in the underlying distribution is not observable, for binary models it is admitted $\sigma_e^2 = 1$ (Gianola & Sorensen, 2002), which is the standard for analyzing categorical data under threshold model (Van Tassel et al., 1998).

The scrotal circumference at weaning (SCW) and 550 days of age (SC550) were measured in centimeters and adjusted to the age of measurement so as to standardize the measurement. The SCW and SC550 analyses were performed in a single-trait analysis and SC550 was also performed in a two-trait analysis with PC39. For SCW and SC550, the animal model was used as follows:

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

Where y is a vector of observations; X is the incidence matrix of fixed effects; β is a vector of fixed effects; Z is the incidence matrix of the additive genetic effects; a is a vector of additive genetic effects; e is the random residual vector.

Where y , a and e exhibit multivariate normal joint distribution, as described below:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim \text{NMV} \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} ZGZ' + R & ZG & R \\ GZ' & G & 0 \\ R & 0 & R \end{bmatrix} \right\}$$

For the single-traits analysis, G is the covariance matrix given by $A\sigma_a^2$, where A is the relationship matrix and σ_a^2 the additive genetic variance; R is the residual variance matrix given by $I\sigma_e^2$, where I is the identity matrix with order equal to the number of animals evaluated and σ_e^2 is the residual variance of the analyzed traits. For the two-traits analysis, under a threshold-linear model, it was assumed that the *prior* distributions of the genetic and residual effects follow a normal multivariate distribution, as follows:

$$P \left(\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} | G \right) \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, G = G_0 \otimes A \right); \quad P \left(\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} | R \right) \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, R = R_0 \otimes I \right)$$

Where G_0 are the genetic variances and covariances matrixes; R_0 is the residual variance matrix; \otimes is the direct product operator; A is the relationship matrix, and I is the identity matrix.

The variance components and the genetic parameters for PC39, STAY_{6.2}, and STAY_{5.2} were estimated in single-trait Bayesian analyzes using the TRHGIBBS1F90 computational program (Misztal et al., 2010) and the threshold model. The SCW and SC550 were analyzed considering a single-trait linear animal model using the GIBBS2F90 computational program (Misztal et al., 2010). For the two-traits analysis between PC39 and SC550, a linear threshold animal model and the computational program TRHGIBBS1F90 (Misztal et al., 2010) were used. In all the analyses, Gibbs chains of 550.000 iterations were generated, with a initial burn-in of 50.000 and a sampling interval of 1000.

Heritabilities, genetics parameters and correlations were calculated with the estimates of variances generated a *posterior*. Hence, credibility intervals and high-density regions were constructed for all variance components and genetic parameters estimated at 90% level of credibility. The convergence was tested using the Geweke and the Heidelberger and Welch diagnostic tests, available at CODA (Convergence Diagnosis and Output Analysis), implemented in R program (2010).

3. Results and discussions

The heritability *posterior* distribution estimates for PC39, STAY_{6.2}, and STAY_{5.2} converged and were of low magnitude (Table 2), indicating that the response to selection for these traits would be low. Despite the low gains of each selection cycle, the economic importance of these traits justifies their use in breeding programs. According to Yokoo et al. (2012), the reduction in the AFC has a great influence on the productivity of the herd, since it

is related to the number of calves produced during the full dam life cycle, to the increase in the selection intensity, and to the reduction in the generation interval, factors that intensificate the genetic progress in the herd.

Table 2. Average of *posterior* distribution of the additive genetic (σ_a^2), residual (σ_e^2) and phenotypic (σ_y^2) variance components and heritability (h^2), with its respective credibility intervals and high density regions (HPD) in a single-trait analysis for probability of calving up to 39 months (PC39), stayability (STAY_{6.2,5.2}), scrotal circumference at weaning (SCW) and 550 days (SC550) in Nelore cattle.

Trait	σ_a^2	σ_e^2	σ_y^2	h^2
	0.17	1.01	1.18	0.15
PC39	(0.16-0.18) ¹	(1.00-1.01)	(1.17-1.19)	(0.14-0.15)
	(0.16-0.18) ²	(1.00-1.01)	(1.17-1.19)	(0.14-0.15)
	0.26	1.04	1.30	0.20
STAY _{6.2}	(0.20 – 0.30)	(1.03 – 1.05)	(1.25 – 1.34)	(0.16 – 0.22)
	(0.21 – 0.31)	(1.03 – 1.05)	(1.25 – 1.35)	(0.17 – 0.23)
	0.31	1.02	1.32	0.23
STAY _{5.2}	(0.27-0.35)	(1.00-1.03)	(1.29-1.37)	(0.21-0.25)
	(0.27-0.34)	(1.01-1.03)	(1.28-1.36)	(0.21-0.25)
	0.44	1.14	1.58	0.28
SCW	(0.39-0.49) ¹	(1.10-1.18)	(1.56-1.60)	(0.25-0.31)
	(0.39-0.48) ²	(1.11-1.18)	(1.56-1.60)	(0.25-0.30)
	2.00	3.60	5.61	0.36
SC550	(1.85-2.14)	(3.50-3.70)	(5.54-5.66)	(0.33-0.38)

(1.89-2.15)	(3.49-3.69)	(5.55-5.66)	(0.34-0.38)
-------------	-------------	-------------	-------------

1- Credibility intervals at 90 % level, 2- HPD at 90 % level.

For PC39, the average heritability estimate in a single-trait analysis (Table 2) was similar to those reported by Dias et al. (2004b) for AFC in Nelore cattle using a linear model. These authors reported heritabilities with values ranging from 0.09 to 0.16, and the lowest estimate of heritability was observed when the CG was composed of year, season and farm of birth; management groups at birth, weaning and 550 days; year and calving season, and type of mating. The similarities between some components of the CG reported by Dias et al. (2004b) and the CGB used in this study for PC39 analysis might explain the close magnitude of the estimates in both works, since the model used in the analysis was different.

The average heritability estimates for PC39 in a single and 2-trait analysis (Table 2 and 3) were lower than those reported by Silva et al. (2003) and Bormann and Wilson (2010). Silva et al. (2003) estimated a heritability of 0.73 for the probability of pregnancy at 14 months of age in a 2-trait analysis. Bormann and Wilson (2010) observed that an increase in the number of days by penalization leads to a decrease in heritability estimates, since they observed estimates of 0.35, 0.31 and 0.27, for penalized AFC in 30, 60 and 90 days, respectively.

These differences can be attributed to the reduction in the age to perform the female's puberty evaluation, since the early evaluation allows the identification of a high variability between animals, in contrast with the late onset evaluation when all females are cycling. Dias et al. (2004a) estimated the heritability for AFC in a linear model using different ways of considering the animals in the analysis. When evaluated at 24 months, the authors describe null heritability and it was not possible to detect the additive genetic variance in the

population, whereas when exposed to 18 months, a heritability of 0.20 was observed. Similarly, Pereira et al. (2002) in a 2-trait analysis for AFC at 14 and 26 months of age using scrotal circumference as measurement described heritabilities of 0.19 and 0.02, respectively.

Borba et al. (2011) worked with probability of calving up to 38 months of age and penalized AFC in Canchim cattle in a two-trait analysis and observed heritabilities of 0.06 and 0.03, respectively. These estimates were low, but of similar magnitude than those observed in the present study for PC39 in a single-trait analysis and SC550 in a two-trait analysis (Table 3).

The main factor that limits the detection of the genetic variability in reproductive traits is the lack of consensus in defining the weights or ages to initially expose the animals to reproduction when considering a mating season system (Boligon et al., 2010). The pregnancy at 14 months of age is not recommended since the heifer is still in development, which can prevent the female from producing good calves, especially when it is associated with feeding restrictions. Therefore, the detection of precocious animals should not be linked to their early pregnancy rates, so as to avoid future complications. Bormann and Wilson (2010) working with Angus cattle pointed out that the heifer's mother age is correlated with the daughter's AFC. According to them, heifer's daughters of two-year-olds dams were older at first calving than those born from 3 to 10-year-old dams, indicating that the anticipation of the mother's AFC may result in the retardation of the daughter's AFC.

However, with regard to the longevity of the females, Terakado et al. (2015) reported that daughters of precocious heifers (AFC up to 26 months) were 33% more likely to remain in the herd by age 5 and 6, and a further chance of 28% in remaining in the herd until age 7 when compared to daughters of non-precocious heifers (AFC calving between 31 and 35 months of age). Hence, the heifer's AFC anticipation may result in greater daughter longevity.

There is still no consolidated methodology in analyzing AFC with the inclusion of missing data, however some authors have considered this information when setting up the dataset (Borba et al., 2011; Malhado et al., 2013). Moreover, the penalization and categorization methodology proposed in our study has not yet been reported in the literature. Malhado et al. (2013) tested five alternatives for evaluating datasets with missing information and obtained heritabilities ranging from 0.13 to 0.26. The binomial model (success or failure) proposed by them resembles the approach used for PC39 analysis in this study. With this model, the authors had the lowest estimate of heritability (0.13) for AFC, which is similar to the estimates described for single and two-trait analysis (Table 2 and 3).

The highest *posterior* average heritability was described by Malhado et al. (2013) (0.26) when the polycotomic model using four categories was adopted. Hence, the low *posterior* average heritability for PC39 described in the present study might be highly related to the reduced number of classes applied in the categorical approach, since a restricted number of classes result in a reduction in the variability of the population. Besides, according to Abdel-Azim and Berger (1999), the increase in the number of categories increases the accuracy of the prediction.

The *posterior* average heritability for STAY_{6,2} and STAY_{5,2} were of low magnitude, accurate, and symmetric (Table 2). The selection for these traits would result in a low genetic gain, although STAY_{5,2} showed an increased heritability when compared to STAY_{6,2}. This increase might stand for the largest additive genetic variance detected for STAY_{5,2}, since the residual variance for both of them was set as 1.0. Thus, STAY_{5,2} model has shown to be more efficient due to the greater capacity to detect the additive genetic variance and also allows the reduction of the generation interval, which leads to greater genetic gains at each selection cycle. This possibly may be related to the early age of evaluation and the greater selection pressure applied, since the animals had no chance to fail.

The *posterior* heritabilities estimate for STAY_{6,2} and STAY_{5,2} were higher than those presented by Nieto et al. (2007) for Canchim breed (0.06). By considering an alternative approach using four classes for stayability, Nieto et al. (2007) observed a heritability of 0.08. This alternative approach indicates that an increase in the number of categories may lead to a slight increase in the heritability estimates for stayability, since the variability of the studied population is recovered by the inclusion of more classes. Additionally, the low heritability observed for STAY_{6,2} can be explained by Jamrozik et al. (2012), whose studies have found that the heritability for stayability tends to decrease over time. The authors reported a value of 0.35 for stayability at the second calving and 0.13 for the eighth calving in Simmental cattle, indicating that the magnitude of the heritability is linked to the order of calving.

Marcondes et al. (2005) reported a heritability of 0.06 and 0.07 for stayability in Nelore cattle using a standard and alternative approach, respectively. The alternative approach was similar to that used by Nieto et al. (2007). Brighman et al. (2007) estimated heritabilities for stayability at three (0.15-0.17), four (0.17-0.18), five (0.16-0.20) and six (0.15-0.21) years of age using data from three different breeder associations. These studies have obtained heritabilities for stayability lower than those reported in Table 2.

SCW and SC550 were analyzed separately, and it can be seen a slight increase in the heritability and components of variance estimates for SC550 compared to SCW (Table 2). The *posterior* heritability average for SCW (0.28) is similar to the results reported by Borba et al. (2011) in a two-trait analysis with the inclusion of reproductive traits to estimate the scrotal circumference at 420 days (0.25- 0.26), and lower than the estimates for SC550 in a 2-traits analysis (0.38) (Table 3).

The *posterior* heritability averages for SCW and SC550 were lower than those described by Lopes et al. (2011) for scrotal circumference measured between 17 and 24 months of age (0.45), and smaller than those reported by Marques et al. (2013) (0.55), both in

Nelore cattle. Despite the variation observed in the heritabilities for scrotal circumference, it can be observed that in all the studies its magnitude remained moderate, indicating that it is possible to obtain gains by direct selection.

For PC39 and SC550 the average *posterior* heritabilities and components of variance in two-trait analysis were similar, precise and symmetric to those described in a single-trait analysis (Table 3). With the inclusion of SC550 in PC39 analysis, it was not possible to detect a greater proportion of the additive genetic variance. The heritability for PC39 was similar to that described by Boligon et al. (2010) for AFC (0.17) in a linear model under 2-trait analysis by the restricted maximum likelihood method.

Table 3. Average of *posterior* distribution of additive genetic (σ_a^2), residual (σ_e^2) and phenotypic (σ_y^2) variance components, heritability (h^2) and genetic correlations (r_a), with its respective credibility intervals and high density regions (HPD) in a 2-trait analysis for probability of calving up to 39 months (PC39) and scrotal circumference at 550 days (SC550) in Nelore cattle.

	σ_a^2	σ_e^2	σ_y^2	h^2	r_a
	0.17	1.01	1.18	0.14	
PC39	(0.16 - 0.18) ¹	(1.00 - 1.01)	(1.16 - 1.19)	(0.14 - 0.15)	
	(0.16 - 0.18) ²	(1.00 - 1.01)	(1.16 - 1.19)	(0.14 - 0.15)	0.25
					(0.15 - 0.33)
	2.09	3.38	5.47	0.38	
SC550	(1.91 - 2.28)	(3.19 - 3.55)	(5.43 - 5.51)	(0.35 - 0.42)	
	(1.90 - 2.26)	(3.22 - 3.57)	(5.42 - 5.51)	(0.35 - 0.41)	(0.17 - 0.35)

1- Credibility intervals at 90 % level, 2- HPD at 90 % level.

Grossi et al. (2009) using the maximum likelihood method obtained heritabilities higher than those described for SC550 in a single and two-trait analysis (Tables 2 and 3). The authors described a heritability estimate of 0.64 for SC500 and a genetic correlation estimate between SC550 and AFC of -0.13. Hence, the number of genes that affect SC550 and AFC is very small, revealing that there is a rare or no association between these traits.

The estimated genetic correlation between PC39 and SC550 (0.25) indicates that the selection of sires with greater SC550 can hardly increase the PC39, since the number of genes that act together in both traits is low. A similar correlation is described by Borba et al. (2011) for probability of calving up to 38 months of age and scrotal circumference (0.37).

4. Conclusion

The direct selection for PC39 and STAY_{6.2;5.2} would not result in a significant genetic gain at each selection cycle, however, the genetic gain is cumulative, thus, the economic importance of these traits justifies their selection. The methodology proposed in here will allow the inclusion of PC39 and STAY_{5.2} traits as a selection criterion. Besides, the indirect selection for PC39 through the SC550 does not lead to significant gains, being necessary the investigation of other traits. In addition, the penalization of animals without information will allow the inclusion of all animals in the genetic evaluation, making possible the reduction of the bias in the evaluation and to increase the accuracy of the estimates.

5. Acknowledgements

To Genplus-Embrapa breeding program for providing the data for this research. SK received a scholarship from Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES)

6. Complicance with ethical standards

6.1 Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

6.2 Ethical approval

All procedures performed in studies involving animals were in accordance with the ethical standards of the Federal Technological University of Paraná, Paraná State University (UTFPR).

7.3 Informed consent

Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

7. References

Abdel-Azim GA, Berger PJ (1999) Properties of threshold model predictions. *Journal of Animal Science* 77: 582-590

Azevêdo DMMR, Martins Filho R, Lôbo RNB, Malhado CHM, Lôbo RB, Moura AAA, et al (2006) Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. *Rev Bras Zootec* 35:988-996

Boligon AA, Albuquerque LG de (2010) Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. *Pesq. Agropec. Bras* 45:1412-1418

Boligon AA, Albuquerque LGde, Mercadante MEZ, Lôbo RB (2010) Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nellore cattle. *R. Bras. Zootec* 39:746-751

- Borba LHF, Rey FSB, Silva LOCda, Boligon AA, Alencar MMde (2011) Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. *Pesq. agropec. Bras* 46: 1570-1578
- Bormann JM, Wilson DE (2010) Calving day and age at first calving in Angus heifers. *Journal of Animal Science* 88:1947-1956
- Brighman BW, Speidel SE, Enns RM, Garrick DJ (2007) Stayability to alternate ages. *Proceedings, Western, American Society of Animal Science* 58: 27-30.
- Costa RB, Camargo GMF, Diaz IDPS et al. (2015) Genome-wide association study of reproductive traits in Nelore heifers using Bayesian inference 47: 67-76.
- Dias LT, El Faro L, Albuquerque LGde (2004a) Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.3, p.370-373.
- Dias LT, El Faro L, Albuquerque LGde (2004b) Estimativas de Herdabilidade para Idade ao Primeiro Parto de Novilhas da Raça Nelore. *R. Bras. Zootec* 33:97-102
- Formigoni I, Ferraz JBS, Silva JAIIV, Eler JP, Brumatti RC (2005). Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* 57:220-226
- Gianola D, Sorensen D (2002) Likelihood, Bayesian, and MCMC methods in quantitative genetics. New York: SpringerVerlag 740p.
- Gianola D, Foulley JL (1983) Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Génét.Sél.Evol* 15:201-224.
- Grossi DA, Venturini GC, Bezerra LAF, Lôbo RB, Oliveira JA, Munari DP (2009) Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 126:387–393.

Hudson G.S, Van Vleck LD (1981) Relations between production and stayability in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 64:2246-2250.

Jamrozik J, Mcgrath S, Kemp RA, Miller SP (2012) Estimatives of genetic parameters for stayability to consecutive calvings of Canadian Simmentals by random regression models. *J. Anim. Sci* 91: 3634-3643.

Johnston DJ, Bunter KL (1996) Days to calving in Angus cattle: Genetic and environmental effects, and covariances with other traits. *Livestock Production Science* 45:13-22.

Lopes DT, Viu MAdeO, Magnabosco CdeU, Faria CUde, Ferraz HTI, Trovo JBdeF, et al (2011) Estimativas de parâmetros genéticos de características andrológicas de touros jovens da raça nelore por meio da inferência bayesiana. *Rev. Bras. Saúde Prod. An, Salvador* 12: 72-83.

Malhado CHM, Malhado ACM, Martins Filho R, Carneiro PLS, Pala A, Carrillo JA (2013) Age at first calving of Nelore cattle in the semi-arid region of northeastern Brazil using linear, threshold, censored and penalty models. *Livestock Science* 154: 28–33.

Marcondes CR, Paneto JCdoC, Bezerra LAF, Lôbo RB (2005) Estudo de Definição Alternativa da Probabilidade de Permanência no Rebanho para a Raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1563-1567

Marques EG, Magnabosco CU, Lopes FB, Silva MC (2013) Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. *Biosci. J* 29: 159-167

Meyer K, Hammond K, Parnell PF, Mackinnon MJ, Sivarajasingam S (1990) Estimates of heritability and repeatability for reproductive traits in Australian beef cattle. *Livest. Prod. Sci* 25: 15–30

- Misztal I, Tsuruta S, Lourenco D, Aguilar I, Legarra A, Vitezica Z (2016) Manual for BLUPF90 family of programs. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/blupf90.pdf>>. Acesso em: 10 Mar
- Mrode RA, Thompson R (2005) Linear models for the prediction of animal breeding values. 2^oed. CABI Publishing, p.212, 2005.
- Nieto LM, Silva LOCda, Marcondes CR, Rosa AdoN, Martins EN, Torres Júnior RAdeA (2007) Herdabilidade da habilidade de permanência no rebanho em fêmeas de bovinos da raça Canchim. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília 42:1407-1411
- Notter DR (1988) Evaluating and reporting reproductive traits. *Proceeding of the Beef Improv. Fed. In: Conference, Albuquerque, Beef Improvement Federation*, 21-42
- Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS (2000) Correlação Genética Entre Perímetro Escrotal e Algumas Características Reprodutivas na Raça Nelore. *Rev. bras. Zootec* 29: 1676-168.
- Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS (2002) Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesq. Agropec. Bras* 37: 703-708.
- R Development Core Team (2007) R: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- Silva JAIIdeV, Van Melis MH, Eler JP, Ferraz JBS (2003) Estimacão de Parâmetros Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos da Raça Nelore. *R. Bras. Zootec* 32: 1141-1146.
- Terakado APN, Pereira MC, Yokoo MJ, Albuquerque LG (2015) Evaluation of productivity of sexually precocious Nelore heifers. *Journal of Animal Science* 9: 938-943
- Van Tassell CP, Van Vleck LD, Gregory KE (1998) Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a multiple-trait threshold model and Gibbs sampling. *Journal of Animal Science* 76:2048-2061

Van Vleck LD (1980) Stayability evaluation as a categorical trait and by considering other traits. *J. Dairy Sci.* 63: 1172–1180.

Yokoo MJ, Magnabosco CU, Rosa GJM, Lôbo RB, Albuquerque LGde (2012) Características reprodutivas e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* 64: 91-100

CAPÍTULO 2

Análise dos intervalos entre partos como variável categórica em bovinos da raça Nelore

Análise dos intervalos entre partos como variável categórica em bovinos da raça Nelore

Sabrina Kluska^{1*}, Luiz Otavio Campos da Silva², Fabiana Martins Costa Maia¹, Daniela Lourenço Lino³ e Elias Nunes Martins¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brazil

²Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brazil

³University of Georgia – UGA. Rhodes Center for Animal and Dairy Science, Athens, GA, EUA.

*Corresponding author

E-mail: sabrinakluska@gmail.com (SK)

Keywords: *Bos indicus*, categorização, limiar, parâmetros genéticos.

1. Resumo

A categorização da característica intervalo entre partos, com base em 450 dias permite a seleção de animais com partos regulares capazes de produzir um bezerro/ano. Diante disso, o objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para os quatro primeiros intervalos entre partos de uma população de bovinos da raça Nelore, tratados como variáveis categóricas. As informações utilizadas são de animais pertencentes ao programa de melhoramento Geneplus – Embrapa. A categorização dos animais foi realizada de acordo com o seu intervalo entre partos em dias. Animais com intervalos maiores que 450 dias foram categorizados como zero e animais com intervalos menores como um, indicando sucesso, isso para todos os intervalos estudados. O modelo utilizado para avaliação dos dados foi o modelo de limiar sob enfoque bayesiano, por meio do programa THRGIBBS1F90. Na análise

unicaracterística todas as estimativas convergiram, foram precisas e simétricas. As médias a *posteriori* das estimativas de herdabilidades para IEP1, IEP2, IEP3 e IEP4 foram 0,13; 13; 0,12 e 0,17, respectivamente, indicando que os ganhos por seleção direta nestas características seriam pequenos a cada ciclo de seleção. Apesar de as estimativas de herdabilidade serem baixas o modelo de limiar como proposto neste estudo é o recomendado para a seleção de animais capaz de produzir um bezerro a cada estação de nascimento, uma vez que, a análise em dias permite a seleção de animais com menores intervalos, mas não assegura a regularidade de partos.

2. Introdução

As características reprodutivas são de extrema importância para os programas de melhoramento, uma vez que, refletem diretamente na eficiência econômica dos sistemas de produção. Nesse contexto, o intervalo entre partos é uma das características que pode ser utilizada como indicador da eficiência reprodutiva do animal.

No entanto, em propriedades que adotam sistemas de estações de acasalamento, o uso do intervalo entre partos como critério de seleção é mais complicado. Uma vez que, animais que tem intervalos entre partos maiores do que 14 meses são obrigatoriamente retirados da próxima estação de monta, o que acarreta em um intervalo de aproximadamente 365 dias a mais do que os participantes da estação e também a não produção de um bezerro/ano. Neste sentido, a utilização do modelo de limiar, categorizando os animais com base em intervalos de até 14 meses (450 dias) contribui para a seleção de animais regulares dentro destes sistemas.

Alguns autores vêm estudando o intervalo entre partos como critério de seleção. De acordo com Mercadante et al. (2000) a herdabilidade para o primeiro intervalo entre partos é considerada baixa (0,10), e a sua correlação com a eficiência reprodutiva é bastante

representativa (-0,93), indicando que grande parte dos genes que afetam o primeiro intervalo entre partos também influencia a eficiência reprodutiva, uma vez que estas características são complementares.

Concordando com estes autores Pereira et al. (2000) estimaram parâmetros genéticos para características reprodutivas e de crescimento. Os autores observaram herdabilidade para intervalo entre partos de 0,06, indicando que os ganhos por seleção direta para esta característica são muito baixos.

Muitos são os trabalhos envolvendo intervalos entre partos nas diversas raças de bovinos de corte (Yokoo et al., 2012; De Paula et al., 2015; wasike et al.,2009), entretanto, a abordagem da característica como categórica ainda não foi reportada em trabalhos científicos, devido à consolidação da característica como contínua. Todavia, a alternativa de se utilizar categorias para o intervalo entre partos surge como um recurso para seleção de animais com partos regulares, capazes de produzir um bezerro/ano. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi estimar os parâmetros genéticos de quatro intervalos entre partos de uma população de bovinos da raça Nelore tratados como categóricos, e verificar a possibilidade de utilizar estas características como critério de seleção.

3. Material e Métodos

Neste estudo foram utilizadas informações de fêmeas da raça Nelore participantes do programa de melhoramento Geneplus – Embrapa. As informações utilizadas foram coletadas até o mês de novembro de 2015. Os grupos contemporâneos com menos de dois animais, animais sem data de nascimento, com menos de 20 meses e sem informação de criador foram retirados do arquivo de dados, originando um arquivo com informações de 857.566 fêmeas e 2.287.827 animais no arquivo de pedigree.

Tabela 1. Número e porcentagem de animais em cada categoria (1 para sucesso e 0 para insucesso) para os quatro primeiros intervalos entre partos de bovinos da raça Nelore.

Característica	<i>n</i>	Categorias (<i>n</i> , %)	
		1	0
IEP1	134.706	62.798 (46,6)	71.908 (53,4)
IEP2	90.470	56.602 (62,6)	33.868 (37,4)
IEP3	61.351	42.224 (68,8)	19.127 (31,2)
IEP4	40.866	29.213 (72,9)	11.653 (27,1)

O intervalo entre partos foi analisado como uma variável categórica. Admitiu-se a probabilidade do intervalo entre os partos ser menor que 450 dias, o que corresponde a aproximadamente 14 meses. Para os animais que tiveram IEP menor que 450 dias admitiu-se o número um para caracterizar o fenótipo, indicando sucesso. Para animais com IEP maior que 450 dias admitiu-se zero como indicador do fenótipo, e para animais que ainda não atingiram o intervalo de 450 dias entre os partos e não pariram, admitiu-se que a informação era perdida. Na análise dos dados considerou-se o grupo contemporâneo ao nascimento, o qual era composto pelo ano de nascimento, criador, época de nascimento e sexo. Foram formados 47.096 grupos de contemporâneos ao nascimento (GCN).

Na análise de dados categóricos preconiza-se a utilização de modelos de limiar, os quais admitem que o fenótipo não tem uma distribuição normal, mas o efeito genético aditivo e o residual sim, sendo possível a mensuração das diferenças genéticas entre os animais. Para a estimação dos parâmetros genéticos, somou-se um ao valor da categorização, de modo que os animais com o fenótipo descrito por fracasso passaram a ser um, e os animais caracterizados como sucesso dois. O modelo de limiar foi proposto por Mrode & Thompson (2005), e é dado por:

$$y = Xb + Zu + e$$

Onde y é o vetor de limiar numa escala normal, b e u são vetores de efeito fixos e aleatórios, respectivamente. X e Z são matrizes relativas de incidência de dados para efeitos fixos e efeitos de resposta respectivamente. Entretanto, no modelo de limiar admite-se que a escala subjacente apresenta distribuição normal como segue:

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

Onde

U é o vetor da escala base com ordem r ; $\theta' = (\beta', a', c')$ é o vetor de parâmetros de ordem s , e β vetor de efeitos fixos, com ordem s , e a e c como efeitos aleatórios genético aditivo e de grupo contemporâneo; W é a matriz de incidência de ordem r por r ; I é a matriz identidade de ordem r por r , e σ_e^2 é a variância residual. Uma vez que a variável na distribuição subjacente não é observável, para modelos binários admite-se que $\sigma_e^2 = 1$ (Gianola & Sorensen, 2002). O que é padrão para análise de dados categóricos sob modelo de limiar (Van Tassel et al., 1998).

Os componentes de variância e os parâmetros genéticos foram estimados em análises bayesianas unicaracterística, por meio do programa computacional TRHGIBB1SF90 (Misztal et al., 2010), e de um modelo animal limiar. Foram geradas cadeias de Gibbs de 550 mil iterações, com descarte inicial de 50 mil e intervalo de amostragem de 1000.

De posse das médias *a posteriori* das estimativas de variâncias geradas, foram calculadas as herdabilidades. Posto isso, foram construídos os intervalos de credibilidade e regiões de alta densidade para todos os componentes de variância e parâmetros genéticos, estimados ao nível de 90% de credibilidade. A monitoração da convergência foi realizada por

meio da utilização dos testes de diagnóstico de Geweke e de Heidelberger & Welch, disponíveis no CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementada no programa R (2010).

4. Resultados e Discussão

Todas as estimativas de variâncias e herdabilidade convergiram, foram precisas e simétricas. A maior média a *posteriori* da proporção de variância genética aditiva frente a fenotípica foi observada para o quarto intervalo entre partos (IEP4), seguida do primeiro e segundo (IEP1 e IEP2) e terceiro intervalos (IEP3) (Tabela 2). Assim como a herdabilidade, os componentes de variância apresentaram comportamento semelhante, caracterizado por um acréscimo oriundo do aumento da ordem do intervalo, exceto para o terceiro parto.

Os trabalhos apresentados na literatura abordando o terceiro e quarto intervalos entre partos são escassos, sendo a grande maioria das pesquisas realizadas apenas com o primeiro intervalo. De Paula et al. (2015) utilizando modelo linear, utilizando também inferência bayesiana, estimaram média de herdabilidade para o primeiro intervalo entre partos de 0,30 e intervalo de confiança de 0,25 a 0,35, sendo esta superior a observada no presente estudo para a característica, em análise unicaracterística (Tabela 2). Assim como a herdabilidade relatada por De Paula et al. (2015), os componentes de variância relatados pelos autores também são de magnitude superior quando comparados aos descritos no presente estudo (Tabela 2).

Tabela 2- Médias da distribuição a *posteriori* de componentes de variância genética aditiva (σ_a^2), residual (σ_e^2), fenotípica (σ_y^2) e herdabilidade (h^2), com respectivos intervalos de

credibilidade e regiões de alta densidade, ao nível de 90%, em análise unicaracterística, para Intervalos entre partos (IEP) em bovinos da raça Nelore.

	σ_a^2	σ_e^2	σ_y^2	h^2
IEP1	0,17	1,05	1,22	0,13
	(0,16-0,22) ¹	(1,05-1,07)	(1,22-1,28)	(0,13-0,17)
	(0,16-0,22) ²	(1,05-1,07)	(1,22- 1,28)	(0,13-0,17)
IEP2	0,17	1,07	1,24	0,13
	(0,13-0,20)	(1,06-1,08)	(1,20-1,27)	(0,11-0,16)
	(0,13-0,20)	(1,06-1,08)	(1,20-1,27)	(0,11-0,16)
IEP3	0,15	1,07	1,22	0,12
	(0,11-0,20)	(1,06-1,08)	(1,18-1,27)	(0,09-0,16)
	(0,11-0,20)	(1,05-1,08)	(1,18-1,27)	(0,10-0,16)
IEP4	0,23	1,07	1,30	0,17
	(0,16-0,31)	(1,05-1,09)	(1,23-1,37)	(0,13-0,22)
	(0,15-0,30)	(1,05-1,08)	(1,22-1,37)	(0,13-0,22)

1- Intervalo de credibilidade ao nível de 90 %, 2- Região de alta densidade ao nível de 90 %

Os valores de herdabilidade observados neste estudo para o primeiro, segundo, terceiro e quarto intervalos entre partos em análise unicaracterística são superiores aos descritos na literatura por Azevêdo et al. (2006), os quais descreveram herdabilidade para o intervalo entre partos de $0,05 \pm 0,02$, pelo método de máxima verossimilhança restrita.

Valores de herdabilidade inferiores aos observados neste estudo, são descritos por Sousa et al. (2015), em análise unicaracterística, pelo método de máxima verossimilhança

restrita. Já os valores descritos pelos autores em análise bicaracterística, são similares aos resultados obtidos em análise unicaracterística (Tabela 2). Para as variâncias genética aditiva, residual e fenotípica os valores descritos por Sousa et al. (2015) são superiores aos observados no presente trabalho.

Yokoo et al. (2012) trabalharam com o primeiro intervalo entre partos de bovinos da raça nelore sob enfoque bayesiano. As médias de herdabilidade descritas neste estudo são similares as relatadas pelos autores (Tabela 2), apesar dos modelos utilizados em ambos os trabalhos serem diferentes. A herdabilidade para o primeiro intervalo entre partos descrita por Yokoo et al. (2012) foi de $0,11 \pm 0,03$, e região de alta densidade variando de 0,06 a 0,17. Nesta pesquisa a região de alta densidade para o primeiro intervalo entre partos também foi baixa (Tabela 2).

A baixa magnitude da herdabilidade quando avaliado somente o primeiro intervalo entre partos é explicada por alguns autores pela vulnerabilidade das fêmeas e estresse nutricional, fatores estes que dificultam a identificação das diferenças genéticas entre os animais (Campello et al. 1999; Silveira et al., 2004).

Um dos únicos trabalhos com o terceiro intervalo entre partos é o de Wasike et al. (2009). As herdabilidades descritas pelos autores para o primeiro, segundo e terceiro intervalos entre partos, foram de 0,00, 0,15 e 0,00, respectivamente. Já para todos os intervalos entre partos os autores não conseguiram identificar nenhuma proporção de variância genética aditiva.

A exemplo do observado no presente estudo, Vergara et al. (2009) estimaram parâmetros genéticos e tendência genéticas para o primeiro e segundo intervalo entre partos em uma população de bovinos, das raças Angus, Blanco Orejinegro (Crioulo), e Zebuínos mestiços. Os autores utilizaram um modelo linear multivariado e análise frequentista. As estimativas de herdabilidade descritas pelos autores foram de magnitude baixa, similar ao

observado em análise unicaracterística (Tabela 2), as quais foram de $0,11 \pm 0,06$ para o primeiro intervalo entre partos e $0,18 \pm 0,11$ para o segundo, indicando que apesar de baixas, as estimativas foram precisas, devido aos seus pequenos erros-padrão.

De acordo com Vergara et al. (2009) o incremento observado na herdabilidade para o segundo intervalo entre partos está relacionado a redução do crescimento animal, o que permite a vaca, emprenhar mais cedo do que a novilha. Entretanto, neste estudo a herdabilidade para o segundo intervalo permaneceu constante. Já para IEP4 observou-se um incremento na estimativa de herdabilidade quando comparado com o IEP1, indicando que a expressão fenotípica desta característica foi menos influenciada pelo ambiente, quando comparada com o primeiro intervalo entre partos, uma vez que nesta fase o animal encontra-se em um período de exigências nutricionais menores.

Parâmetros genéticos referentes ao quarto intervalo entre partos não foram encontrados na literatura para bovinos de corte ou leiteiros. Entretanto, estes apresentaram comportamento semelhante aos demais intervalos, indicando que os ganhos por seleção direta em qualquer uma destas características seria baixo, sendo necessário vários ciclos de seleção para se obter mudanças na média da população. Além disso, a seleção indireta por meio de qualquer um dos intervalos entre partos estudados não deve resultar em mudanças significativas nos demais intervalos, pois a herdabilidade de todas as características estudadas é baixa.

5. Conclusão

A seleção direta para quaisquer um dos intervalos entre partos estudados não resultaria em progresso genético significativo a cada ciclo de seleção, devido a baixa magnitude da herdabilidade reportada para os quatro intervalos estudados. Apesar das baixas herdabilidades

observadas para todos os intervalos entre partos estudados a utilização do modelo de limiar como adotada no presente estudo se faz necessária para a seleção de animais capazes de produzir um bezerro/ano.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao programa de melhoramento Geneplus – Embrapa pelo fornecimento dos dados para a realização desta pesquisa. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo a primeira autora deste trabalho.

7. Referências

AZEVÊDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B.; MALHADO, C.H.M.; LÔBO, R.B.; MOURA, A.A.A.; PIMENTA FILHO, E.C. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Rev Bras Zootec**, v.35, p.988-996, 2006.

CAMPELLO, C.C.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R.N.B. Intervalos de parto e fertilidade real em vacas Nelore no estado do Maranhão. **Rev. Bras. Zootec.**, v.28, p.474-479, 1999.

DE PAULA, E.J.H.; MARTINS, E.N.; OLIVEIRA, C.A.L. de.; MAGNABOSCO, C. de. U.; SAINZ, R.D.; GERON, L.J.V.; SOUZA NETO, E.L.de.; PORTO, E. de.P.; MIGUEL, G.Z. Associations between reproductive and carcass traits in Nellore. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.6, suplemento2, p.4423-4434, 2015.

GIANOLA, D., FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Génét. Sél. Evol.**, 15:201-224,1983.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N de. Estimativas de (Co)Variâncias entre Características de Reprodução e de Crescimento em Fêmeas de um Rebanho Nelore. **Rev. bras. zootec.**, 29(4):997-1004, 2000

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; LOURENCO,D.; AGUILAR,I.; LEGARRA,A.; VITEZICA, Z. **Manual for BLUPF90 family of programs**. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/blupf90.pdf>>. Acesso em: 10 Mar. 2016.

MRODE, R.A.; THOMPSON, R. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 2ªed. CABI Publishing, p.212, 2005.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação Genética Entre Perímetro Escrotal e Algumas Características Reprodutivas na Raça Nelore. **Rev. bras. zootec.**,v. 29, n.6, p.1676-1683, 2000

R Development Core Team (2007).**R: A language and environment for statistical computing**. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15 de Outubro de 2016.

SILVEIRA, L.C.; MC MANUS, C.; MASCIOLI, A.S. SILVA, L.O.C. da.; SILVEIRA, A.C.DA.; GARCIA,J.A.S.; LOUVANDINI, H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, p.1432-1444, 2004.

SOUSA, G.G.T.; SANTOS, K.R.dos.; CAMPELO, J.E.G.; OLIVEIRA, M.R.A.de.; PIRES, L.C.; PEREIRA, R.J.; SOUSA, R.P.R. de.; SOUSA JUNIOR, S.C.de. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características reprodutivas de fêmeas Nelore na região meio norte do Brasil. **Ver. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.16, n.2, p.290-299 abr./jun., 2015.

VERGARA, O.D .; ELZO , M.A. ; CERÓN-MUÑOZ, M.F. Genetic parameters and genetic trends for age at first calving and calving interval in an Angus-Blanco Orejinegro-Zebu multibreed cattle population in Colombia. **Livestock Science.**, n. 126, p. 318–322, 2009.

WASIKE, C. B.; INDETIE, D.; OJANGO, J. M. K.; KAHN, A. K. Direct and maternal (co)variance components and genetic parameters for growth and reproductive traits in the Boran cattle in Kenya. **Trop Anim Health Prod.**, n.41, p.741–748, 2009.

YOKOO, M.J.; MAGNABOSCO, C.U.; ROSA, G.J.M.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G.de. Características reprodutivas e suas associações com outras características de

importância econômica na raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.1, p.91-100, 2012.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características reprodutivas medidas nas fêmeas foram altamente influenciadas pelo componente ambiental, uma vez que, a proporção de variância genética aditiva frente à fenotípica para probabilidade de parto, *stayability* e intervalos entre partos em abordagem categórica foi baixa. Apesar da herdabilidade para estas características ser de magnitude baixa a abordagem categórica e a penalização da PC39 se fazem necessárias nestes casos estudados.

As características medidas nos machos apresentaram herdabilidades de magnitude superior às medidas nas fêmeas, de modo que, os ganhos genéticos através da seleção direta seriam maiores nos machos. No entanto, as características perímetro escrotal a desmama ou ao sobreano não tem importância econômica direta, e a correlação do PES e PC39 é de baixa magnitude, indicando que o incremento no PES não reflete em melhoras na PC39.

Apesar da baixa magnitude da herdabilidade das características reprodutivas medidas nas fêmeas a seleção para estas características é de extrema importância. Pois, seu impacto econômico é muito grande, de modo que pequenos ganhos genéticos podem aumentar significativamente os lucros, o que justifica a seleção. Entretanto, outras características correlacionadas com estas e com herdabilidades de maior magnitude podem ser estudadas para possivelmente incrementar os ganhos a cada ciclo de seleção.

5. ANEXOS

Anexo A- Parecer de aprovação da CEUA



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Campus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA

Título:	ANÁLISE DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DO INTERVALO ENTRE PARTOS COMO VARIÁVEL CONTÍNUA OU CATEGÓRICA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE
Área Temática:	Produção Animal - Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos
Pesquisador / Professor:	Prof. Elias Nunes Martins
Instituição:	UTFPR/ (campus) Dois Vizinhos
Financiamento:	Não há.
Versão:	01

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA	Protocolo nº 2016-01
<p>Apresentação do Projeto:</p> <p>O presente projeto tem por objetivo estimar componentes de variância e parâmetros genéticos para as características idade ao primeiro parto e intervalo entre partos, e verificar a conveniência de tratar a característica intervalo entre partos como uma variável contínua ou categórica, em bovinos da raça Nelore.</p> <p>A coleta dos dados será realizada a partir de um banco de dados já coletados, proveniente do programa de melhoramento de bovinos de corte da Embrapa Pecuária de Corte – GENEPLUS. Serão utilizados dados de idade ao primeiro parto e intervalo entre partos de fêmeas da raça Nelore, separadas por grupos de acordo com o ano de nascimento, ordem de parto, fazenda, estação e data do parto anterior. Não serão utilizados animais de forma direta, e sim coleta de dados de um banco de informações da Embrapa.</p> <p>Serão utilizados vários modelos matemáticos de forma a definir estas correlações e dependências, seguindo-se a análise dos dados com a utilização do software MTGSAM para características identificadas como contínuas, e o MTGSAM for Threshold para intervalo entre partos quando identificado como característica categórica.</p> <p>Espera-se com este estudo a investigação do comportamento simultâneo das características idade ao primeiro parto e intervalo entre partos, de forma a melhorar a eficiência do processo de seleção para a característica intervalo entre partos.</p>	
<p>Objetivo: Estimar os componentes de variância e parâmetros para as características idade ao primeiro parto e intervalo entre partos, e verificar a conveniência de tratar a característica intervalo entre partos como uma variável contínua ou categórica, em bovinos da raça Nelore.</p>	
<p>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</p> <p>Não foram identificados riscos para o desenvolvimento deste projeto, visto que não se terá qualquer tipo de contato com os animais, já que se trata de análises de informações (idade ao primeiro parto e intervalo entre partos) de um banco de dados já existente na Embrapa, não existe qualquer tipo de perigo ou ameaça a estes.</p> <p>Quanto ao benefício previsto pelo projeto, pode ser citada a melhoria nos índices zootécnicos da bovinocultura de corte, uma vez que as características estudadas podem ter grande impacto na produção de bezerras/área/ano.</p>	
<p>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Considerando que, segundo a proposta apresentada, não haverá nenhum tipo de intervenção direta com os animais, entende-se que este projeto não traz riscos aos animais</p>	



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



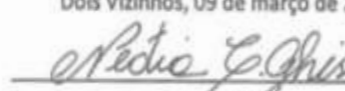
envolvidos no estudo, pois se trata de informações zootécnicas já existentes nos bancos de dados da Embrapa, e como são dados que não expõem os animais às questões de cunho ético e individual, não identificamos motivos de recolher autorização dos proprietários dos animais participantes do estudo.
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Foram apresentados os seguintes termos e documentos: 1) Requerimento preenchido completamente e assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto; 2) formulário unificado de encaminhamento do CEUA/UTFPR; 3) projeto de pesquisa completo no modelo da PROPPG-CEUA; 4) declaração de não início do projeto (com assinatura e data). 5) registro de projeto junto a Diretoria responsável (anuência da DIRPPG para pesquisa).
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Não há.
Situação do Parecer: APROVADO
Considerações Finais a Critério da CEUA: Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "ANÁLISE DA IDADE AO PRIMEIRO PARTO E DO INTERVALO ENTRE PARTOS COMO VARIÁVEL CONTÍNUA OU CATEGÓRICA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE", protocolo nº 2016/001, sob a responsabilidade de Elias Nunes Martins - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 08/03/2016.

Vigência do projeto:	Abril / 2016 à Março / 2017
Espécie/linhagem:	Bovina / raça Nelore
Número de animais:	Aproximadamente 1.000.000 de informações, podendo variar de acordo com a alimentação do banco de dados
Peso/idade:	Animais adultos, em fase reprodutiva
Sexo:	Fêmeas e machos
Origem:	Banco de dados da Embrapa Gado de Corte - GENEPLUS

Dois Vizinhos, 09 de março de 2016.


Assinado por: Nédia de Castilhos Ghisi
Presidente do CEUA - UTFPR
Comissão de Ética no uso de Animais

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná