

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE
QUALIDADE DE CARNE E PRECOCIDADE SEXUAL EM
ANIMAIS NELORE (*Bos indicus*)**

Willian Bruno Fernandes de Andrade
Médico Veterinário

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE
QUALIDADE DE CARNE E PRECOCIDADE SEXUAL EM
ANIMAIS NELORE (*BOS INDICUS*)**

Willian Bruno Fernandes de Andrade

Orientador: Dr. Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva

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

2015

Andrade Fernandes, Willian Bruno
A553a Associação Genética de Características de Qualidade de Carne e
Precocidade sexual em Animais Nelore (*Bos indicus*) / Willian Bruno
Fernandes de Andrade. – – Jaboticabal, 2015
III, 28 p. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientador: Josineudson Augusto II de Vascelos Silva
Banca examinadora: Joslaine Noely dos Santos Gonçalves Cyrillo,
Henrique Nunes de Oliveira
Bibliografia

1. Bovino de Corte. 2. Qualidade de carne. 3. Precocidade. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASSOCIAÇÃO GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE E
PRECOCIDADE SEXUAL EM ANIMAIS NELORE (Bos indicus)

AUTOR: WILLIAN BRUNO FERNANDES DE ANDRADE

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA

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

Prof. Dr. JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia de Botucatu

Profa. Dra. JOSLAINE NOELY DOS SANTOS GONÇALVES CYRILLO
Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP

Prof. Dr. HENRIQUE NUNES DE OLIVEIRA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 30 de abril de 2015.

Dados curriculares do Autor

Willian Bruno Fernandes de Andrade nasceu em 11 de novembro de 1988, na cidade de Patos de Minas - MG, filho de Agnaldo Fernandes de Andrade e Ana Maria Fernandes de Andrade. Iniciou em agosto de 2007 o curso de graduação em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, obtendo o título de Médico Veterinário em agosto de 2012. Em março de 2013 ingressou no curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP , campus de Jaboticabal - SP, sob orientação do Prof. Dr. Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva, como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, **AGNALDO FERNANDES DE ANDRADE** e **ANA MARIA FERNANDES DE ANDRADE**, pelo apoio, amor, atenção, e incentivo, que me trouxeram até aqui. Eles que me deram alicerces fortes para enfrentar as dificuldades, e também força e coragem para lutar por um objetivo. Admiração e o amor que sinto por vocês é tão grande, que não pode ser expresso em palavras.

"Nada é permanente, exceto a mudança"

Heráclito

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, e por iluminar sempre meu caminho.

Aos meus pais, pelo apoio, amor, e por me oferecer condições de priorizar meus estudos.

Ao Prof. Dr. Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva, pelos ensinamentos transmitidos, pela dedicação e pelas oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

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

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Henrique Nunes de Oliveira e Profa. Dra. Joslaine Noely Dos Santos Gonçalves Cyrillo, pelas importantes sugestões.

Aos amigos da "salinha" e da FCAV/UNESP, pela convivência e pela parceria tanto nas horas de trabalho como de lazer.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado. À FAPESP pelo apoio financeiro. Processo 2009/16118-5.

À todos que contribuíram direta e indiretamente para realização deste trabalho, obrigado!

SUMÁRIO

Capítulo 1. Considerações Gerais.....	1
2. Objetivo	3
3. Revisão bibliográfica	3
3.1. Precocidade sexual	3
3.2. Associação das características da carne e precocidade sexual	5
4. Material e métodos	8
4.2. Manejo dos animais	9
4.3. Características analisadas.....	10
4.4. Análises estatísticas	11
5. Resultados e discussão.....	13
5.1 Estimativas de herdabilidade	14
5.3. Estimativas de correlações entre as características de carcaça e carne com precocidade sexual	17
6. Conclusão	19
7. Referências bibliográficas	20

ASSOCIAÇÃO GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE E PRECOCIDADE SEXUAL EM ANIMAIS NELORE (*BOS INDICUS*)

RESUMO – O Brasil tem papel de destaque no setor da agropecuária mundial, tendo o maior rebanho comercial do mundo, ocupando o posto de maior exportador de carne bovina na atualidade. O rebanho do país é formado majoritariamente por animais de raças zebuínas, sendo em sua maioria da raça Nelore. No entanto, a pecuária de corte nacional, em geral apresenta baixa produtividade e inconstância na qualidade do produto final, a carne. A busca por alternativas que possam melhorar a eficiência e a produtividade do sistema, aumentando a lucratividade e qualidade da carne produzida no país, é um dos desafios da pecuária brasileira. Portanto, avaliar a associação genética existente entre características que tem influência direta na produtividade da pecuária de corte nacional, pode contribuir para a melhoria do setor. Neste contexto, elucidar a associação genética existente entre a precocidade sexual de fêmeas e a deposição de gordura na raça Nelore, disponibilizando ferramentas para identificar animais (touro) que produzam novilhos que são precoces em acabamento de carcaça e novilhas precoces sexualmente, pode contribuir para encurtar o ciclo de produção da bovinocultura de corte e aumentar a lucratividade e produtividade do sistema. Desta forma, objetivou-se com o presente estudo, estimar as correlações genéticas de característica indicadora de precocidade sexual com características de qualidade de carne de bovinos Nelore, visando obter informações que possam ser incorporadas aos programas de melhoramento genético animal com finalidade de aumentar os índices de produtividade e qualidade da carne bovina produzida no país. Os dados utilizados no estudo são oriundo de três programas de melhoramento genético, DeltaGen, Paint e Nelore Qualitas. Para a característica de precocidade sexual, foram utilizados registros de 55.945 fêmeas com pesagem pós desmama, e nascidas no período de 1993 a 2012. Para obter os registros fenotípicos para as características de qualidade de carne foram utilizados 1.909 machos, nascidos entre 2008 e 2011, confinados na fase final de terminação, por 90 dias. Os componentes de variância foram estimados por inferência bayesiana utilizando modelo touro linear para as características EGS, MARM e LIP e modelo touro não linear (limiar) para PREC. Foram feitas análises bicaracterísticas, envolvendo a característica PREC e uma das três características, EGS, MARM ou LIP. As estimativas de herdabilidade obtidas em análises bi-característica foram 0,06, 0,03 e 0,05 respectivamente para EGS, LIP e MARM. A característica PREC apresentou média da estimativa de herdabilidade de 0,46 entre as análises. As estimativas de correlações entre PREC e as características foram 0,19, -0,47 e 0,20 respectivamente, EGS, LIP e MARM. A seleção para uma das características de carcaça ou de carne, não promoverá mudança significativa na PREC, uma vez que as estimativas de correlação genética foram de baixa magnitude.

Palavras-chave: Características de carne, correlação genética, correlação fenotípica, herdabilidade

GENETIC ASSOCIATION OF MEAT QUALITY TRAITS AND SEXUAL PRECOCITY NELORE CATTLE (*BOS INDICUS*)

ABSTRACT - Brazil has a world's prominent role in the agricultural sector, and the largest commercial herd in the world, occupying, nowadays, the position of largest beef exporter. The country's herd is mainly composed of *Bos indicus* breed, specially Nelore breed. However, it is known that, in general, *Bos indicus* breeds have low productivity index and produces meat of lower quality than *Bos taurus*. Seeking for alternatives that may improve the efficiency and productivity of the animals, increasing the profitability and the meat quality produced in the country, is the challenges of the Brazilian livestock. Therefore, assessing the genetic association between traits that have direct influence on the productivity may contribute to the improvement of the sector. Within this context, elucidating the genetic association between sexual precocity of females and fat deposition in Nelore, providing tools to identify animals (bulls) that produce calves that are early in carcass finishing and sexually precocious heifers, may contribute to short the production cycle of beef cattle and increase profitability and productivity of the system. Thus, the aim of the present study is to estimate the genetic correlations between sexual precocity trait and meat quality traits in Nelore cattle, in order to obtain informations that can be incorporated into animal breeding programs. For sexual precocity trait, all records of females that were born from 1993 to 2012 were used. For carcass and meat quality traits were used only males, born from 2008 to 2011, fed for finishing in a period of 90 days. Variance components were estimated by Bayesian inference using bull linear model for the EGS characteristics, MARM and LIP and non-linear sire model (threshold) to PREC. Two-trait analyzes were carried out, involving the PREC feature and one of the three characteristics, EGS, MARM or LIP. The heritability estimates obtained by bi-trait analyzes were 0.06, 0.03 and 0.05, for EGS, LIP and MARM, respectively. The heritabilities estimated for PREC had a mean of 0.46. The genetic correlation estimates among PREC and EGS, LIP and MARM were 0.19, -0.47 and 0.20, respectively. Selection for carcass and meat traits will not affect PREC, because the estimated genetic correlation were of low magnitude.

Keywords: Carcass traits, genetic correlation, phenotypic correlation, heritability

Capítulo 1. Considerações Gerais

1. Introdução

O Brasil tem o maior rebanho bovino comercial do mundo com aproximadamente 209 milhões de animais (IBGE, 2014). No ano de 2013 foram abatidos 43,3 milhões de cabeças que produziram aproximadamente 10,2 milhões de toneladas equivalente carcaça (ABIEC, 2014). O consumo *per capita* de carne bovina no mercado interno sofreu aumento expressivo de 20% entre 2004 e 2012, as exportações também apresentaram crescimento relevante de 60% nesse período, permitindo ao país alcançar e manter até hoje a posição de maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2014).

O rebanho nacional é composto em sua maioria por animais de raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), que são de comprovada rusticidade e adaptação ao ambiente brasileiro. Dentre as raças zebuínas, destaca-se o Nelore, que representa aproximadamente 90% desta parcela (ABIEC, 2014).

Apesar desta posição de destaque no cenário econômico nacional, a pecuária de corte brasileira se caracteriza por apresentar baixa produtividade e grande variação na qualidade da carne produzida, o que pode comprometer a competitividade deste setor no mercado internacional. Dentre os fatores que explicam essas características negativas, destacam-se a variabilidade genética das raças bovinas utilizadas na produção de carne e a heterogeneidade dos sistemas de produção adotados no país.

Desta forma, a melhora da eficiência produtiva e reprodutiva dos rebanhos do país, com aumento da lucratividade e produtividade, é um dos desafios da pecuária brasileira. A identificação de animais precoces sexualmente, que produzam mais cedo, e que forneçam carcaças de melhor qualidade parece ser uma boa alternativa para melhoria desses índices.

Embora, animais Nelore apresentem adaptação aos sistemas de produção brasileiro, a precocidade sexual é um dos pontos que merecem maior atenção.

Pesquisas feitas por Lesmeister et al. (1973), Martin et al. (1992), Bergmann et al (1993), Short et al. (1994), Teixeira (1997), demonstram que quanto antes a novilha produzir um bezerro, menor tempo ficará ociosa no

rebanho, e mais bezerros irá produzir ao longo de sua vida produtiva e consequentemente, fornecerá maior retorno financeiro.

Alguns criadores, no entanto, estabelecem prévios critérios de seleção, como peso, altura, escore corporal etc, para a exposição das novilhas à reprodução. Desse modo, o criador impede que novilhas que apresentam puberdade precoce expressem seu potencial, as quais poderiam estar prenhes, mas, apresentam idade ao primeiro parto elevada, abaixo do seu real potencial genético.

O ideal seria monitorar individualmente cada fêmea e identificar com maior antecedência possível a puberdade, porém essa identificação não é tarefa simples. É necessário, manejo específico para identificar a primeira ovulação, com o uso de rufiões e até dosagens hormonais, técnicas que demandam tempo e aumento nos custos de produção. Por fim, a utilização de características indicadoras de precocidade, que sejam de fácil mensuração e que tenham correlação favorável com as características reprodutivas nas fêmeas, pode ser ferramenta útil.

Nesse contexto, alguns estudos relacionando precocidade sexual e gordura corporal, mostraram que as duas características podem estar interligadas (RICE, 1991; BERGFELD et al. 1995; OYAMA et al. 1996; FRAZIER et al. 1999; EVANS et al. 2004; ROCHA et al. 2007; McALLISTER et al. 2011). Porém, pesquisas que relacionem diretamente a quantidade de gordura corporal com a precocidade sexual em bovinos de corte são escassas.

A característica espessura de gordura subcutânea é de grande importância para a indústria da carne durante o processamento das carcaças, e esta vem sendo muito estudada. Então, a possibilidade de avaliar a associação genética existente entre a precocidade sexual de fêmeas e a deposição de gordura na raça Nelore, e a disponibilização de informações que identifiquem touros que produzam novilhos precoces em acabamento de carcaça (deposição de gordura) e novilhas precoces sexualmente, poderia contribuir para encurtar o ciclo de produção, e assim aumentar a lucratividade dos sistemas produtivos.

2. Objetivo

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estimar a associação genética da característica precocidade sexual com características de qualidade de carne de bovinos da raça Nelore, visando obter informações que possam ser incorporadas aos programas de melhoramento genético animal com finalidade de melhorar os índices de produtividade e qualidade da carne bovina no Brasil.

3. Revisão bibliográfica

Produzir ferramentas que ajudem a melhorar os índices produtivos dos rebanhos brasileiros e que ao mesmo tempo sejam de fácil utilização e entendimento por parte dos criadores é de importância para a pecuária nacional.

O zebu brasileiro apesar de ser um animal adaptado ao clima e ambiente brasileiros, ainda enfrenta algumas dificuldades, como idade a puberdade e ao abate elevada, crescimento lento e carne de qualidade inferior, quando comparado a animais *Bos taurus*. Dois importantes índices que necessitam melhoras são precocidade sexual e qualidade da carne, sendo imperativos estudos que relacionem indicadores de precocidade sexual com características de qualidade de carne.

Desta forma, a análise estatística da associação genética, fenotípica e ambiental da característica precocidade de novilhas com o marmoreio, lipídios totais e espessura de gordura subcutânea é uma alternativa para elucidar qual o comportamento dessas características, que são temas importantes para a produção de carne no país.

3.1. Precocidade sexual

Na pecuária de corte é fundamental selecionar animais objetivando melhores índices de desempenho produtivo e reprodutivo, pois esses animais determinam a eficiência total de produção, tanto do ponto de vista genético como econômico.

Buscando ferramentas que poderiam melhorar a produtividade desse setor, Bergmann (1993) em seus estudos, afirma que a eficiência reprodutiva é

uma das mais importantes características econômicas, e que em rebanhos com elevada fertilidade e precocidade sexual, há maior disponibilidade de animais.

Lesmeister et al. (1973), observou que quando a concepção ocorre mais cedo durante o primeiro período de reprodução da novilha, há influência positiva sobre o desempenho reprodutivo da vaca pelo resto de sua vida produtiva. Sendo assim, a diminuição da idade da primeira parição está relacionado diretamente à produtividade e lucratividade do sistema de produção de carne bovina. Também, segundo Martin et al. (1992), o desempenho reprodutivo das novilhas depende da idade do primeiro parto, o autor relata que fêmeas paridas aos 24 meses de idade devem produzir mais bezerros comparadas com aquelas paridas aos 36 meses, consequentemente produzirão maior número de bezerros na sua vida fértil.

Expor as fêmeas precocemente à reprodução, portanto, pode trazer vantagens. Short et al. (1994) destaca que entre as vantagens da prenhez precoce está o menor tempo para se obter retorno do investimento, aumento do número de bezerros por ano e o aumento da vida produtiva das fêmeas. Morris (1980), em seus estudos, avaliando os efeitos da idade à primeira concepção, observou que as fêmeas que entraram em reprodução com um ano de idade apresentaram 0,7 bezerros a mais durante sua vida produtiva, do que fêmeas que entram em reprodução aos dois anos de idade. Também, Bernard et al. (1973) estudando animais da raça Shorthorn e Chapman et al. (1978), animais da raça Hereford, relataram que novilhas que foram expostas à reprodução com um ano de idade expressaram melhoras no desempenho produtivo quando comparadas às expostas aos dois anos de idade.

Nesse sentido, foram realizadas pesquisas utilizando características de precocidade sexual em fêmeas bovinas. Eler et al. (2002) trabalharam com a probabilidade de prenhez aos 14 meses, Silva et al. (2005) com probabilidade de prenhez aos 16 meses, Lôbo et al. (2008) com probabilidade de parto precoce, além de Gressler et al. (2004) e Boligon et al. (2008) que estudaram a idade ao primeiro parto. Todos esses autores afirmam que as características analisadas apresentam variabilidade genética suficiente para serem incluídas como critérios de seleção em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Apesar das diferentes características reprodutivas analisadas com dados

coletados em novilhas de corte, as quais podem melhorar a eficiência reprodutiva da categoria, não há consenso qual a característica mais apropriada.

A prenhez de novilhas, entretanto é uma característica reprodutiva que vem sendo bastante estudada. Tem sido analisada como característica binária, onde o valor 1 é atribuído às fêmeas que conceberam e pariram (sucesso) e o valor 0 para fêmeas que falharam (fracasso) dado que tiveram oportunidade de participar de uma estação de monta. Sendo possível atribuir valor para cada animal, independente de ter participado ou não da estação de monta, e permitindo incluir todos os animais nas análises (SILVA et al., 2005).

Também, McAllister et al. (2011), sugere que o uso da característica prenhez de novilhas apresenta resultados melhores, no que se refere ao aumento da proporção de novilhas parindo aos dois anos de idade, do que a circunferência escrotal, frequentemente utilizada como indicador de precocidade sexual em fêmeas bovinas.

Estudos com a prenhez de novilhas tem sido realizados tanto em animais *Bos taurus* (EVANS et al., 1999; DOYLE et al., 2000; DONOGHUE et al., 2004) como em *Bos indicus* (ELER et al., 2002; MERCADANTE et al., 2003; SILVA et al., 2003; ELER et al., 2004). A facilidade de mensuração, a variabilidade genética, as estimativas de herdabilidade de moderada à alta e a possibilidade de se obter medidas em todas as contemporâneas, são argumentos descritos na literatura que reiteram a justificativa da aplicação dessa característica no melhoramento genético animal. No entanto, por ser uma característica categórica, existem algumas dificuldades para estimação e predição dos parâmetros genéticos, por necessitar de métodos estatísticos específicos que considerem a distribuição discreta dos dados (SILVA et al., 2005).

3.2. Associação das características da carne e precocidade sexual

Segundo Smith & Greiner (2013) um dos principais fatores que acarretaram mudanças na indústria da carne dos EUA, fazendo com que a qualidade agregasse valor ao produto, foi a capacidade do produtor identificar e selecionar animais com carcaça de alta qualidade. Essa mudança proporcionou a indústria, capacidade em garantir grau de confiabilidade na qualidade do produto e satisfação ao consumidor final. Com a melhoria da qualidade da

carcaça e aceitação do consumidor, os produtores de todo o país começaram a dar importância à seleção para marmoreio. Com isso, um grande número de produtores realizou seleção para marmoreio em seus rebanhos, e por consequência, as fêmeas passaram a apresentar maior potencial para marmoreio (McAllister et al. 2011).

No 13th *Annual Range Beef Cow Symposium* realizado em Cheyenne, EUA, foi sugerido que a seleção para características de carcaça pode influenciar as características de produtividade das fêmeas. Bergfeld et al. (1995), relatam que como o foco da indústria da carne direciona a seleção para características de carcaça e produção de carne, é necessário saber qual o impacto na produtividade das fêmeas. Então, segundo Smith & Greiner (2013), nas últimas décadas o foco das pesquisas tem sido principalmente avaliar as relações e efeitos da seleção para o marmoreio, nas características indicadoras de fertilidade e produtivas das fêmeas. Segundo Ayres et al. (2009), as fêmeas necessitam de reserva energética (gordura) suficientes para abastecer o seu metabolismo, o crescimento, a lactação e a reprodução. Nesse contexto, Rice (1991), descreveu que a condição corporal é indicador de deposição de gordura subcutânea e relacionou esta última diretamente com o desempenho reprodutivo das fêmeas. Concordando, Rocha et al. (2007), observaram que fêmeas que receberam suplementação energética em pastagens com alto teor de proteína bruta, acumularam gordura mais precocemente, resultando em maior presença de cios. Da mesma forma, Bergfeld et al. (1995), relata que a deposição de gordura aumenta quando o crescimento muscular diminui à medida que o animal se aproxima da maturidade fisiológica, por isso novilhas mais precoces aumentam a deposição de gordura mais cedo.

Sendo assim, a seleção para características de carcaça pode influenciar na vida produtiva das fêmeas, fazendo com que esta entre na puberdade mais jovem. Nesse sentido, Oyama et al. (1996), relataram em seus estudos, que com o aumento do marmoreio houve diminuição da idade ao primeiro parto. Concordando com este resultado, Frazier et al. (1999), afirma que pode existir associação, entre o aumento do marmoreio e das reservas de gordura, e antecipação da puberdade em fêmeas bovinas. Logo, técnicas como características funcionais avaliadas por escores visuais (Estrutura, Precocidade,

Musculabilidade e Umbigo), e medidas de ultrassom da espessura de gordura, vêm sendo utilizadas para estimar e avaliar os depósitos de gorduras nos animais (Ayres et al., 2009; Schroder e Staufienbiel, 2006).

Boring et al. (2003), relataram que os escores visuais estão positivamente relacionados com as medidas de espessura de gordura subcutânea medidas por ultrassom. Yokoo et al. (2008), observaram que as médias de espessura de gordura na garupa foram maiores que as médias de espessura de gordura subcutânea em animais de várias idades. Isso mostra que uma fêmea pode visualmente apresentar níveis adequados de espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura na garupa, porém pode estar usando a gordura intramuscular para compensar a falta de energia. Posto isto, Boyles (2013) afirma que esta situação poderia explicar pelo menos parcialmente, porque algumas vacas não reproduzem, mesmo quando o escore de condição corporal indica que elas estão aptas a um acasalamento bem sucedido.

Boyles (2013), afirma que pode haver relação entre a probabilidade de prenhez bem sucedida e a gordura intramuscular medida por ultrassom. Contudo, Nash et al. (2000), relata a falta de trabalhos na literatura que relacionem características de qualidade de carne e seu impacto na vida reprodutiva das fêmeas.

Em estudo realizado no *U.S. Meat Animal Research Center* no Clay Center, EUA, utilizando amostragem da população que abrange mais de 20 raças de bovinos de corte e leite, foi observada correlação genética muito baixa e negativa (-0,04) entre idade à puberdade de novilhas mestiças e marmoreio de seus meio irmãos paternos (Splan et al., 1998). Os autores enfatizaram que este resultado é indicativo que não há, ou que há pouca interferência da seleção para marmoreio na característica idade à puberdade.

Segundo a Associação Americana de Angus (2013), não há correlação genética entre as DEPs de marmoreio e prenhez. Smith & Greiner (2013), afirmam após revisão sobre o assunto, que a seleção para marmoreio não influencia negativamente as características que afetam a produtividade das fêmeas.

Por outro lado, Evans et al. (2004) discordando dos resultados anteriores, usando a técnica de ultrassonografia em novilhas mestiças, relataram relação

positiva entre percentual de gordura intramuscular e prenhez, posto que as novilhas que conceberam apresentavam maior percentual de gordura intramuscular quando comparadas com as que não conceberam. Os autores também observaram que as novilhas que não responderam a sincronização do ciclo, tiveram menor percentagem de gordura intramuscular. Corroborando com estes resultados, McAllister et al. (2011), observaram que após serem expostas a reprodução, novilhas com prenhez positiva apresentaram maior índice de gordura intramuscular, comparada a novilhas que não engravidaram. Esse resultado reitera que há relação entre a deposição de gordura e as características reprodutivas das fêmeas bovinas.

A maioria dos trabalhos, porém, que relacionam características que envolvem a deposição de gordura na carne e carcaça com precocidade sexual foi realizada fora do Brasil e utilizando animais *Bos taurus*. No Brasil, a maioria dos estudos feitos com características de deposição de gordura utiliza medidas obtidas *in vivo*, por meio da ultrassonografia.

Posto que, este é um dos primeiros trabalhos a relacionar características de qualidade de carne (*post mortem*) medidas diretamente na carne com precocidade sexual, e relatar estimativas de correlações genéticas entre as características Espessura de gordura subcutânea, Marmoreio e Lipídeos com a característica de precocidade sexual, houve dificuldade em construir revisão ampla e informativa sobre o tema.

4. Material e métodos

4.1. Dados

Os dados para a realização do estudo foram provenientes de três programas de melhoramento genético de amplitude nacional, DeltaGen, Paint e Nelore Qualitas. Foram utilizados registros de 55.945 fêmeas, para a característica de precocidade sexual, e 1.909 registros de animais machos para características de qualidade de carne.

Os rebanhos participantes dos programas estão localizados em sua maioria nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Tocantins.

Os animais são mensurados (pesagens, mensurações e avaliações visuais) nas idades de desmama (aproximadamente 205 dias de idade) e sobreano (550 dias de idade) e são selecionados com base em índices empíricos (Escore visual - Estrutura, Precocidade, Musculosidade e Umbigo) com avaliações em dois períodos, desmama e sobreano.

4.2. Manejo dos animais

Machos e fêmeas foram mantidos em pastagem de alta a boa qualidade, principalmente *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, com fornecimento de sal mineral à vontade. Em sua maioria os bezerros nascem entre setembro e dezembro e permanecem com suas mães até os sete meses de idade em regime alimentar de pastejo. O regime de acasalamento faz uso de reprodutor múltiplo, monta controlada e inseminação artificial, e as fêmeas são agrupadas em lotes de manejo com idades aproximadas. A razão de fêmeas por touro, em sua maioria, segue a proporção de 30 ou 40:1.

As fêmeas iniciam estação de monta em novembro e permanecem até final de janeiro. Em algumas fazendas é realizada estação de monta antecipada que dura aproximadamente 60 dias, onde todas as novilhas de 16 a 18 meses de idade, são expostas a reprodução independente do peso e da condição corporal. Essas novilhas são avaliadas por palpação retal aproximadamente 70 dias após o término da estação de monta, e as que apresentam falha na concepção e possuem idade menor que 24 meses, são retidas e expostas na próxima estação de monta, onde todas as fêmeas do rebanho participam. Se as mesmas novilhas que falharam na estação de monta antecipada não apresentarem diagnóstico de prenhez positivo nesta nova estação, são descartadas do rebanho.

Os animais com registros de dados fenotípicos para as características de carne foram somente machos, nascidos entre 2008 e 2011, e confinados apenas na fase de terminação, por período de aproximadamente 90 dias, sendo abatidos com idade média de 735 ± 84 dias.

4.3. Características analisadas

A característica precocidade sexual (Prec) foi obtida para todas as fêmeas com registro de pesagem pós desmama na base de dados, e nascidas no período de 1993 a 2012, desta forma, foi considerado que todas as fêmeas pesadas tiveram condições de conceber.

A definição de Prec foi com base na parição da novilha, ou seja, às novilhas que pariram com menos de 31 meses de idade foi atribuído o valor 2 (sucesso) e àquelas que falharam, valor 1 (fracasso), assim sendo a característica é binária.

A coleta das amostras de carne para posterior análise e obtenção das medidas de carne foi realizada em plantas frigoríficas comerciais, nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Bahia. As carcaças foram identificadas com etiquetas numeradas amarradas ao tendão do animal, conectando a carcaça à identificação obtida após a sangria.

Todos os frigoríficos têm registro no serviço de inspeção federal (SIF), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Dessa forma, de acordo com a legislação, as carcaças foram resfriadas até atingirem a temperatura igual ou inferior a 5°C, em um período entre 24 e 48 horas após a morte. As carcaças foram apenas resfriadas, não havendo nenhum processo de maturação. Após este período, foi realizada a desossa das meias carcaças, como padrão foi utilizada a meia carcaça esquerda, quando então foram coletadas as amostras do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costela. Posteriormente, essas amostras foram congeladas e transportadas até o Laboratório de Certificação da Qualidade da Carne, localizado em Pardinho – SP, que tem parceria com o Departamento de Química e Bioquímica, IBB, Unesp, Botucatu, SP e no Laboratório da FCAV, Unesp, Jaboticabal, onde foram realizadas as análises.

A característica espessura de gordura subcutânea (EGS) foi obtida utilizando um paquímetro e medida a camada de gordura subcutânea localizada a um ângulo de 45 graus a partir do centro geométrico da amostra, com valores em milímetros.

O escore de marmorização (MARM) foi medido utilizando escala de graduação visual, “Quality grade”, adotado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, e adaptado no Laboratório de Qualidade e Certificação da Carne aos padrões de marmorização comumente encontrados no rebanho nacional. Esta escala vai de zero (marmorização da carne ausente) até seis (marmorização da carne moderada).

A medida da quantidade de lipídeos (LIP), foi feita pela extração de lipídeos totais, seguiu a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), a qual demonstra eficácia na extração de todos os grupos de lipídeos encontrados em amostras frescas de alimentos (com grande quantidade de água na composição). Para a extração de lipídeos foram utilizadas amostras de carne crua e moída e com pesos de aproximadamente 3,0 g.

4.4. Análises estatísticas

Os grupos contemporâneos (GC) foram definidos para cada uma das características. No caso das características EGS, MARM e LIP, o GC incluiu as variáveis: fazenda, safra de nascimento e ano do abate. Para a característica PREC, o GC foi composto por fazenda, safra de nascimento, grupo de manejo à desmama e grupo de manejo ao sobreano. Grupos contemporâneos com menos de quatro animais foram eliminados.

No caso das características EGS, MARM e LIP, foram desconsiderados medidas que apresentavam abaixo ou acima de três e meio desvios padrão da média, dentro de grupo de contemporâneo. Para a característica PREC foi verificado se havia variabilidade dentro do GC, ou seja, não apresentavam todos os animais dentro de uma das categorias (sucesso ou fracasso). Na tabela 1 estão apresentadas as estatísticas descritivas do arquivo de dados analisado.

Tabela 1. Número de animais com medidas (N°), média, desvio padrão (DP), mínimo (Min), máximo (Max), Número de touros (N° T) e número de grupos contemporâneos (N° GC) das características de carne e precocidade sexual de bovinos Nelore

Característica*	N°	Média	SD	Min	Max	N° T	N°GC
EGS (mm)	1.804	4,62	2,12	1,00	13,00	307	21
MARM	1.909	2,86	0,45	2,00	4,20	307	21
LIP (%)	1.868	0,80	0,37	0,12	2,26	307	21
PREC (%)	55.945	17,90	-	-	-	1.660	1.979

* EGS, espessura de gordura subcutânea; MARM, escore de marmorização; LIP, lipídeos; PREC, precocidade sexual.

Os componentes de variância foram estimados por inferência bayesiana utilizando modelo touro linear para as características EGS, MARM e LIP e modelo touro não linear (limiar) para PREC. O programa THRGIBBSF90 desenvolvido por Misztal (2010) foi utilizado, em modelo bi-característica, envolvendo a característica PREC e uma das três características, EGS, MARM ou LIP.

Em todos os modelos foram incluídos o efeito de GC de cada uma das características, mais a covariável linear e quadrática de idade ao abate em dias para EGS, MARM e LIP, além do efeito aleatório de touro e resíduo. No caso de PREC, o efeito aleatório de resíduo foi atribuído valor fixo igual a 1,0 (Gianola e Foulley, 1983).

O modelo completo pode ser representado em notação matricial como segue:

$$y = X\beta + Z\tau + \epsilon$$

onde y é igual ao vetor de observações; β é o vetor de efeitos fixos; T é o efeito aleatório genético aditivo de touro; X e Z são as matrizes de incidência e ϵ é o vetor dos efeitos residuais. Foi assumido que os efeitos aditivos e residuais não são correlacionados.

De acordo com a inferência Bayesiana, o produto da distribuição anterior pela função de verossimilhança é proporcional à distribuição posterior conjunta de q e σ_a^2 . Foram então obtidas as distribuições posteriores marginais dos parâmetros usando a amostragem de Gibbs (Gelfand & Smith, 1990).

Total de 1.000.000 amostras foram geradas para cada análise bi-característica, com período de descarte amostral de 100.000 amostras e com intervalo amostral de 20 ciclos. A convergência foi verificada utilizando o programa POSTGIBBS1F90 (Misztal et al., 2014), no qual foi verificado por meio de inspeção gráfica (*trace-plots*) dos valores amostrais versus a iteração e também por meio do critério proposto de Geweke (1992) e tamanho efetivo da cadeia.

No teste de Geweke, os valores iniciais da cadeia de Markov são comparados com os valores finais da cadeia, como forma de detectar falha na convergência. Rejeição da hipótese nula indica a não convergência, assim probabilidades menores que 0,05 indicam a existência de evidência contra a convergência da cadeia.

O diagnóstico de convergência pelo tamanho efetivo da cadeia é baseado nas médias e variâncias, e não tem utilidade em parâmetros que apresentam distribuições *a posteriori* que fogem do Gaussiano (GELMAN et al., 2013). Como as densidades marginais *a posteriori* de todos componentes de (co)variâncias se aproximaram da normalidade, o diagnóstico com base no tamanho efetivo da cadeia deve ser eficiente. Segundo Misztal (2014), componentes que apresentam tamanho efetivo acima de 10 podem ser considerados convergidos.

5. Resultados e discussão

A alta variabilidade fenotípica (alto coeficiente de variação) obtida nos dados das características EGS e LIP (tabela 1), pode ser atribuída ao fato de que alguns lotes coletados foram de animais castrados. Esta diferença entre animais castrados e inteiros em relação a deposição de gordura na carcaça, foi relatada por Restle et al. (2000) e Freitas et al. (2008). Posto isto, e que o manejo e o procedimento de castração foram específicos para cada produtor (fazenda), este efeito foi considerado dentro do grupo de contemporâneo.

O valor médio para EGS estimado foi inferior ao descrito por Costa et al. (2002) em animais da raça Red Angus abatidos com 400 kg, e terminados em confinamento que foi de 6,16 mm, e superior aos relatados por Freitas et al. (2008) em animais Nelore, que aferiram 3,70 mm de média para EGS. Reverter

et al. (2003a, 2003b), obtiveram em animais cruzados de raças temperadas (Angus, Hereford, Shorthorn) com raças adaptadas (Brahman, Belmont Red e Santa Gertrudis) na Austrália, valor que concorda com o calculado no presente trabalho.

O valor médio obtido para MARM foi inferior ao descrito por Vaz et al. (2001) de 5,58 em animais cruzados (Nelore com Charolês); aos valores de Riley et al. (2002) e Smith et al. (2007) em animais da raça Brahman; ao de Crews et al. (2003) em animais da raça Simental que obtiveram valor de 5,01 e de McAllister et al. (2011) que obtiveram 5,42 em animais da raça Red Angus.

As diferenças encontradas nos valores médios das características de carne sugerem ser resultante das raças trabalhadas e o método de medição da característica, além do ambiente em que foram criados e ao manejo fornecido aos animais, efeitos estudados e descritos como relevantes por diferentes autores (DEROUEN et al., 1992; MOLETTA e RESTLE, 1996; MACEDO et al., 2001; RESTLE et al., 2002; REVERTER et. al., 2003a; BIANCHINI et al., 2008).

O percentual de novilhas considerada precoce foi 17%, valor dentro da amplitude dos descritos na literatura envolvendo animais da raça Nelore, que variam entre 10% e 18% (ELER et al., 2002; SILVA et al., 2003; ELER et al., 2004, SILVA et al., 2005). Porém valores maiores foram descritos por De Lucia et al. (2002), onde 32% das novilhas foram consideradas precoces. É importante salientar que, no presente estudo, para o calculo do percentual de novilhas precoces, foram consideradas somente as fêmeas com registro de pesagem pós desmama na base de dados, desta forma foi considerado que todas as fêmeas pesadas tiveram iguais condições de entrar na estação de monta e emprenhar.

O estudo da precocidade sexual em fêmeas zebuínas ainda é recente na literatura científica, por isso, é rara a citação de acasalamento de fêmeas com idade próxima aos 16 meses de idade. Um dos pioneiros neste tema, Lobato (1995), relatou redução do primeiro serviço de fêmeas Nelore, de 26-27 meses para 14-15 meses de idade, observando percentagem de prenhas de 12%.

5.1 Estimativas de herdabilidade

Inspeção gráfica e os testes de Geweke (1992) e Gelman et al. (2013), foram realizados para verificar a convergência das análises, sendo obtido

resultado positivo, ou seja, a cadeia solicitada foi suficiente para obtenção da convergência.

A estimativa de herdabilidade da característica EGS (Tabela 3) foi de baixa magnitude e inferior às relatadas na literatura por Robinson et al. (1993), Reverter et al. (2000), Crews et al. (2003), e Elzo et al. (2010) que foram respectivamente de 0,30, 0,51, 0,53, 0,26, avaliando animais *Bos taurus taurus*, utilizando a técnica de ultrassonografia. Em animais Nelore, em estudos também utilizando a técnica de ultrassonografia, as estimativas de herdabilidade para esta característica obtidas por Sainz et al. (2003), Yokoo et al. (2008), Yokoo et al. (2009), Cyrillo et al. (2005), e Gordo et al. (2012), foram respectivamente de 0,44, 0,52, 0,42, 0,41 e 0,24, também superiores a do presente estudo.

Estimativa inferior (0,04) foi relatada por Figueiredo et al. (2001), avaliando machos Nelore com 22 meses de idade. Os autores sugeriram que a estimativa de baixa magnitude se deve ao fato de que muitos dos animais incluídos na análise apresentaram pouca espessura de gordura. Bonin et al. (2010), também obtiveram estimativa semelhante (0,06), avaliando animais Nelore, o que corrobora com este estudo. Estes autores também indicaram como motivo da estimativa de baixa magnitude, o fato de obter poucos animais com espessura de gordura mensurável no rebanho estudado. Os resultados encontrados para EGS no presente estudo, podem estar relacionados com os fatos descritos pelos autores citados, dado que os rebanhos avaliados apresentaram baixos valores para gordura de acabamento. Além do fato que os animais abatidos são os que não foram utilizados para seleção, ou seja, foram os animais descartados, e, portanto, devem apresentar maior homogeneidade e desta forma menor variabilidade. A estimativa de baixa magnitude da herdabilidade estimada para MARM (Tabela 3) indica que a resposta à seleção da característica será lenta. Este resultado diverge dos resultados encontrados na literatura. Os resultados relatados por Koots et al. (1994) e Dikeman et al. (2005) foram de estimativas de herdabilidade de 0,65 e 0,68 em raças taurinas, respectivamente e Riley et al. (2002) e Smith et al. (2007) de 0,37, e 0,44, respectivamente, em raças zebuínas. Os autores descrevem estimativas para MARM de moderada a alta magnitude, tanto em animais de raças taurinas como zebuínas. No entanto, estimativas de baixa magnitude (0,12) comparáveis com

as obtidas neste estudo foram relatadas por Shanks et al. (2001), em estudo com animais da raça Simental. Também, Lee et al. (2014), avaliando marmorização (MARM) em gado Hanwoo com idade entre 23-27 meses na China, e obtiveram estimativa de herdabilidade de baixa magnitude (0,03) e inferior a retratada neste estudo.

A estimativa de herdabilidade encontrada para LIP (Tabela 3) foi de baixa magnitude, indicando que se utilizada como critério de seleção deve apresentar ganho genético lento. As estimativas encontradas na literatura para esta característica foram de alta magnitude, com valores variando de 0,50 a 0,56 (SHACKELFORD et al., 1994; WHEELER et al., 1996, 2001). Riley et al. (2003) e Wolcott et al. (2009), obtiveram estimativa de magnitude moderada de 0,34 e 0,26 respectivamente, em animais da raça Brahman.

Tabela 2. Estatística descritiva das estimativas *a posteriori* dos componentes de (co)variâncias obtidos para a característica espessura de gordura (EGS), lipídeos (LIP), escore de marmoreio (MARM) e precocidade sexual (PREC) em bovinos Nelore

Componente	Média	Mediana	Moda	PSD	HPD 95%	TEC	Geweke
v_a^2 EGS	0,0395	0,0227	0,0146	0,0461	0,001 a 0,121	15,6	-0,13
v_e^2 EGS	2,7579	2,7550	2,7834	0,1210	2,521 a 2,992	652,3	0,01
v_a^2 Prec	0,1310	0,1306	0,1272	0,0126	0,107 a 0,156	714,7	0,00
cov _A	0,0133	0,0157	0,0172	0,0241	-0,04 a 0,05	12,5	-0,48
v_a^2 LIP	0,0007	0,0002	0,0003	0,0014	0,000 a 0,004	9,7	-0,45
v_e^2 LIP	0,1198	0,1197	0,1199	0,0050	0,110 a 0,130	402,5	0,25
v_a^2 Prec	0,1321	0,1316	0,1315	0,0130	0,108 a 0,159	725,9	0,04
cov _A	-0,0047	-0,0047	-0,0044	0,0039	-0,01 a 0,00	15,6	0,65
v_a^2 MARM	0,0016	0,0005	0,0003	0,0018	0,000 a 0,005	4,2	1,35
v_e^2 MARM	0,1276	0,1275	0,1274	0,0054	0,116 a 0,138	49,4	-0,87
v_a^2 PREC	0,1307	0,1302	0,1311	0,0134	0,105 a 0,157	432,6	0,04
cov _A	0,0028	0,0036	0,0071	0,0051	-0,00a 0,01	7,5	-0,78

HPD 95%, intervalo de maior densidade *a posteriori* a 95%; PSD, desvio padrão *a posteriori*, TEC, tamanho efetivo da cadeia; v_a^2 , variância genética aditiva; v_e^2 , variância residual; cov_A, covariância genética aditiva.

Em geral as estimativas de herdabilidade para as características de carne foram de baixa magnitude. Provavelmente estes resultados estão associados aos dados serem de animais previamente selecionados, e que foram confinados e abatidos de acordo com o grau de acabamento, ocasionando diminuição da variabilidade genética das características.

A utilização de banco de dados contendo informações com maior número de animais e terminados em diferentes sistemas de produção, poderia propiciar

a identificação de maior variabilidade genética das características, e obtenção de estimativas com menores desvios padrão.

5.3. Estimativas de correlações entre as características de carne e precocidade sexual

A estimativa a posteriori da correlação genética entre a característica de carcaça EGS e PREC (Tabela 3) foi positiva e de baixa magnitude, indicando que a seleção para espessura de gordura subcutânea, não irá promover efeito significativo correlacionado na precocidade sexual. No entanto, Rice (1991) e Rocha et al. (2007) reiteram a importância da espessura e quantidade de gordura corporal, no desempenho reprodutivo das fêmeas. Bergfeld et al. (1995) concordam com os autores citados e relatam que a seleção para características de carne pode influenciar significativamente na vida reprodutiva das fêmeas bovinas.

No caso específico deste estudo, pode-se relacionar a baixa estimativa de correlação genética entre as características, devido ao fato das medidas terem sido realizadas em animais de sexos diferentes (característica de precocidade sexual nas fêmeas e características de qualidade de carne nos machos), e utilizando estrutura de meio-irmãos, bem como as baixas estimativas de herdabilidade obtidas para as características de carne.

Tabela 3. Estatística descritiva das estimativas *a posteriori* dos parâmetros genéticos obtidos para a característica espessura de gordura (EGS), lipídeos (LIP), escore de marmoreio (MARM) e precocidade sexual (PREC) em bovinos Nelore

	Parâmetro genético *	
	h^2	r_g
PREC**	0,46	
EGS	0,06	
LIP	0,03	
MARM	0,05	
EGS_PREC		0,19
LIP_PREC		-0,47
MARM_PREC		0,20

* h^2 , Herdabilidade, r_g , correlação genética, r_f , correlação fenotípica; ** Estimativa obtida em conjunto com a característica EGS.

As estimativas de correlações genéticas entre as características da carne e precocidade sexual (Tabela 3) foi negativa e moderada (-0,47) para LIP, e de baixa magnitude (0,20) para MARM. Oyama et al. (1996) e Frazier et al. (1999) afirmam que o aumento do marmoreio e das reservas de gordura, pode influenciar positivamente as características de precocidade, causando a redução da idade ao primeiro parto em novilhas.

Estudos feitos por Evans et al. (2004), em novilhas mestiças, e por McAllister et al. (2011) em animais Red Angus, descreveram relação positiva entre o percentual de lipídeos (LIP) e prenhez de novilhas.

Em contrapartida a Associação Americana de Angus (2013) relata que não há correlação genética do marmoreio com prenhez em fêmeas da raça. Em estudo feito pela *U.S. Meat Animal Research Center* no Clay Center, EUA, que utilizou mais de 20 raças de bovinos de corte e leite, Splan et al., (1998), descreveram estimativa de correlação genética entre a idade à puberdade de novilhas mestiças e marmoreio de seus meio irmão paternos negativa e de baixa magnitude (-0,04), resultado inferior ao obtido neste estudo e que reiteram o fato de que a seleção para MARM não terá efeito significativo na característica precocidade sexual.

Embora seja encontrada concordância com os resultados obtidos no presente estudo, as pesquisas que relacionam características medidas diretamente na carne com a precocidade sexual são escassas na literatura. Os estudos relacionando estas características em sua maioria foram realizados utilizando animais predominantemente *Bos taurus taurus*, dificultando a comparação dos resultados.

6. Conclusão

As características de qualidade de carne não apresentaram associação genética com a característica precocidade sexual, sugerindo que a seleção para uma das características resultará em pequeno ou nenhum progresso genético correlacionado.

7. Referências bibliográficas

AAA. 2013. American Angus Association Research Heifer Pregnancy Evaluation. Angus Sire Evaluation Report. Spring 2013. American Angus Association. Disponível <<http://www.angus.org/Nce/Research/HeiferResearch.aspx?print=ys>>, Acesso em: 04/2014.

ABCZ. Programa de melhoramento genético das raças zebuínas. ABCZ: Uberaba, 2013. Disponível em: < <http://www.abcz.org.br/>>, Acesso em: 05/2014.

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. ABIEC: São Paulo, 2014. Disponível em: < <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=7>>, Acesso em: 01/2015.

AYRES, H., FERREIRA, R. M., DE SOUZA TORRES-JÚNIOR, J. R., DEMÉTRIO, C. G. B., DE LIMA, C. G., & BARUSELLI, P. S. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. **Livestock Science**, v.123, p. 175-179, 2009.

BERGMANN, J.A.G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In : **Congresso Brasileiro de Reprodução Animal**, 10, 1993, Belo Horizonte, Suplemento. Belo Horizonte: CBRA, 1993. p.70-86.

BERNARD, C. S.; FAHMY, M. H.; LALANDE, G. The influence of age at first calving and winter feeding management as yearlings on calf production from beef Shorthorn cows. **Journal of Animal Science**, v. 17, p. 53, 1973.

BERGFELD, E.G.M., R.J. RASBY, M.K. NIELSEN AND J.E. KINDER. Heifers sired by bulls with either high or low expected progeny differences (EPDs) for marbling do not differ in age at puberty. **Animal Reproduction Science**. v. 40 p. 253-259, 1995.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [Online], v. 9, n. 3, p. 554-564, 2008.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J.; CAN. J. BIOCHEM. Physiol. v. 37, p. 911 1959.

BOYLES, STEPHEN L. Intramuscular Fat and Conception in Cows (*Bos taurus*). v. 112, p. 51-54, 2013.

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

BONIN, M.N.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, S.L.; GOMES, R.C.; CUCCO, D.C.; SILVA NETO, P.Z.; SANTANA Jr., M.L.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, E.C.M.; PEDROSA, V.B.; OLIVEIRA, P.S.; GROENEVELD, E. Genetic parameters for body measurements and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

CHAPMAN, H. D.; YOUNG, J. M.; MORRISON, E. G. et al. Differences in lifetime productivity of Herefords calving first at 2 and 3 years of age. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 1159, 1978.

COSTA, E. C. DA et al. Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e Conteúdo de Colesterol no Músculo Longissimus dorsi de Novilhos Red Angus Superprecoces, Terminados em Confinamento e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 417–428, 2002.

CREWS, JR., D. H., E. J. POLLAK, R. L. WEABER, R. L. QUASS, AND R. J. LIPSEY. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **J. Anim. Sci.** v. 81, p. 1427–1433, 2003.

CYRILLO, J.N.S.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, S.L.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; SILVA, J.A. II V. Estimativas de parâmetros genéticos para pesos, alturas, escores visuais e características de carcaça obtidas por ultrassom em bovinos Nelore. In: **REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL**, 19. Anais: Tampico, México, 2005. CD-ROM.

DEROUEN, S.M., FRANKE, D.E., BIDNER, T.D. ET AL. Two- Three-, and four-breed rotational crossbreeding of beef cattle: carcass traits. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3665-76, 1992.

DONOGHUE, K.A.; REKAYA, R.; BERTRAND, J.K. et al. Genetic evaluation of calving to first insemination using natural and artificial insemination mating data. **Journal of Animal Science**, v.82, n.2, p.362-367, 2004.

DOYLE, S.P.; GREEN, R.D.; GOLDEN, B.L. et al. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal of Animal Science**, v.78, n.8, p.2091-2098, 2000.

DE LUCIA, R. F. S.; PEREIRA, F.V.; NOGUEIRA, G. P. Follicular population in precocious and non precocious Nelore heifers during prepubertal period. **Theriogenology**. vol. 57, p. 603, 2002.

DIKEMAN, M. E. et al. Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, and heritabilities and expected progeny differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2461–2467, 2005.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.II.V.; FERRAZ, J.B.S. et al. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 951-954, 2002.

EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M.; LONG, K.L. Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 10, p. 2621-2628, 1999.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.II V.; EVANS, J.L. et al. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 9, p. 2519-2527, 2004.

EVANS, H. L., S. T. WILLARD, R. KING, AND R. C. VANN. Case Study: Relationship among live animal carcass traits, the estrous cycle, and synchronization of estrus in beef heifers. **Prof. Anim. Sci.** v. 20, p. 453–459, 2004.

ELZO, M.A.; JOHNSON, D.D.; LAMB, G.C.; MADDOCK, T.D.; MYER, R.O.; RILEY, D.G.; HANSEN, J.G.; WASDIN, J.G.; DRIVER, J.D. Heritabilities and genetic correlations between postweaning feed intake, growth, and ultrasound traits in a multibreed AngusBrahman cattle population in the subtropics. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS 76 APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

FRAZIER, E.L., SPROTT, L.R., SANDERS, J.O., DAHM, P.F., CROUCH, J.R., TURNER, J.W., 1999. Sire marbling score expected progeny difference and weaning weight maternal expected progeny difference associations with age at first calving and calving interval in Angus beef cattle. **J. Anim. Sci.** v. 77, p. 1322–1328, 2004.

FREITAS, A.K. et al. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 37, p. 1055-1062, 2008.

FIGUEIREDO, L. G. G., J. P. ELER, J. B. S. FERRAZ, F. F. OLIVEIRA, M. V. SHIMBO, AND J. S. JUBILEU. 2000. Componentes de variância para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. Pages 385–387 in Proc. **3rd Simp. Nac. de Mel. Anim.**, Belo Horizonte, Brazil.

GRESSLER, S.L et al. **Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos do perímetro escrotal e da idade ao primeiro parto de novilhas Nelore desafiadas tradicional ou precocemente.** Belo Horizonte, MG: UFMG, 2004. 130p. Tese (Doutorado em ciência animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with threshold model. **Genet. Select. Evol.**, v. 15, p. 201-224, 1983.

GELFAND, A.E.; SMITH, A.F.M. Sampling-based approaches to calculating marginal densities. **Journal of the American Statistical Association**, v. 85, p. 348–409, 1990.

GEWEKE, J. Evaluating the Accuracy of Sampling-Based Approaches to the Calculation of Posterior Moments. In: Bayesian Statistics 4, Oxford: **Oxford University Press**, p. 169- 193, 1992.

GELMAN, A.; RUBIN, D.B. Inference from iterative simulation using multiple sequences. **Statistical Science**, v. 7, p. 457 – 72, 1992.

GORDO, D. G. M. et al. Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 4223–4229, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM, 2004. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>, Acesso em: 07/2014.

KOOTS K. R., GIBSON J, P., WILTON J, W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 2. Phenotypic and genetic correlations. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, p.825–853, 1994.

LESMEISTER, J.L.; BURFENING, J.P.; BLACKWELL, R.L. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. **Journal of Animal Science**, v. 31, p. 1-14, 1973.

LAUREANO, M.M.M.; BOLIGON, A.A.; COSTA, R.B.; FORNI, S.; SEVERO, J.L.P.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, p. 949-958, 2011.

LOBO, R. B. Programa de melhoramento genético da raça Nelore. Ribeirão Preto: ANCP, p. 46, 2008.

LEE, J. H. et al. Estimation of Genetic Parameters for Real-time Ultrasound Measurements for Hanwoo Cows at Different Ages and Pregnancy Status. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)**, v. 27, p. 155-160, 2014.

MARTIN, L.C., BRINKS, J.S., BOURDON, R.M. et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 4006-4017, 1992.

MORRIS, C.A. A review of relationships between aspects of reproduction in beef heifers and their lifetime production. I - Associations with age at first joining. **Animal Breeding Abstracts**, n. 48, p. 655-676, 1980.

MOLETTA, J.L., RESTLE, J. 1996b. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v. 25, p. 876-888.

MCALLISTER, C.M., S.E. SPEIDEL, D.H. CREWS, JR. AND R.M. ENNS. Genetic parameters for intramuscular fat percentage, marbling score, scrotal

circumference, and heifer pregnancy in Red Angus cattle. **Journal of animal science**. v. 89, p. 2068-2072, 2011.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G. et al. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 376-384, 2003.

MISZTAL, I. GIBBS2F90 manual. Disponível: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/blupf90.pdf>>. Acesso em: 13 Mar. 2014.

MACEDO, M.P.; BASTOS, J.F.P; BIANCHINI SOBRINHO, E. et. al. Característica de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça Nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1610-1620, 2001.

NASH, S.A.; HARRISON, S.N.; PACKHAM, J.H. et al. Case study: Monitoring changes in carcass quality across time-on-feed using real-time ultrasound to optimize marketing endpoints. **The Professional Animal Scientist**, v.16, p.202-205, 2000.

OYAMA, K., F. MUKAI AND T. YOSHIMURA. 1996. Genetic relationships among traits recorded at registry judgment, reproductive traits of breeding females and carcass traits of fattening animals in Japanese Black cattle. **Anim. Sci. Technol.** (Jpn.) v. 67, p. 511-518.

RICE, L.E. Nutrition and the development of replacement heifers. **Veterinarian Clinics of North America**, v. 7, p. 27-42, 1991.

ROCHA M.G.; POTTER, L.; ROSO, D. et al. Sistemas intensivos de produção de gado de corte – ênfase na recria de fêmeas. In: GOTTSCHALL, C. (Ed.) CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 12., 2007, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2007. p.100-120.

RESTLE, J. et al. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1371–1379, 2000.

REVERTER, A. A. et al. Genetic and phenotypic characterisation of animal , carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef

breeds. 4. Correlations among animal , carcass , and meat quality traits. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 54, p. 149–158, 2003a.

REVERTER, A. A. et al. Genetic and phenotypic characterisation of animal , carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 2. Abattoir carcass traits. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 54, p. 119–134, 2003b.

RESTLE, J. et al. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1371–1379, 2000.

ROBINSON, D. L., K. HAMMOND, AND C. A. MCDONALD. Live animal measurement of carcass traits: Estimation of genetic parameters for beef cattle. **J. Anim. Sci.** v. 71, p. 1128–1135, 1993.

REVERTER, A., D. J. JOHNSTON, H. U. GRASER, M. L. WOLCOTT, AND W. H. UPTON. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **J. Anim. Sci.** v. 78, p. 1786–1795, 2000.

RILEY, D. et al. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 955–962, 2002.

RILEY, D. et al. Estimated genetic parameters for palatability traits of steaks from Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 54–60, 2003.

SHORT, R.Y.; STAIMILLER, R.B.; BELLOWS, R.L. et al. Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Eds.) **Proceedings...** Factors affecting calf crop. London: CRC Press, p.55-68, 1994.

SILVA, J.A.II.V.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. et al. Análise Genética da Habilidade de Permanência em Fêmeas da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 598-604, 2003.

SPLAN, R.K; CUNDIFF, L.V; VAN VLECK, L.D. Genetic parameters for sex-specific traits in beef cattle. **J. Anim. Jci**, v. 76, p. 2272-2278, 1998.

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

SCHRODER, U.J., STAUFENBIEL, R., 2006. Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. **J. Dairy Sci.** v. 89, p. 1–14.

SILVA, J.A.II V.; MELIS, M.H.V.; ELER, J.P. et al. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura da garupa em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1141-1146, 2003.

SMITH, J. K.; GREINER, S. P. Selection for Marbling and the Impact on Maternal Traits. v.1, p. 1-23, 2013.

SAINZ, R. D., F. R. C. ARAUJO, F. MANICARDI, J. R. H. RAMOS, C. U. MAGNABOSCO, L. A. F. BEZERRA, AND R. B. LÔBO. 2003. Page 9 in Melhoramento genético e planejamento pecuário. Proc. **12th Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Melhoramento Genético e Planejamento Pecuário**, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.

SMITH, T. et al. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 6, p. 1377–84, 2007.

SHANKS, B. C. et al. Genetic evaluation of carcass traits in Simmental-sired cattle at different slaughter end points. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 595–604, 2001.

SHACKELFORD, S. et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner Bratzler shear force, retail product yield. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 857–863, 1994.

TEIXEIRA, R.A. **Comparações bio-econômicas entre dois sistemas de produção com diferentes níveis de fertilidade em rebanho Nelore a pasto**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1997. 42p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1997.

YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, p. 147-154, 2008.

YOKOO, M. J., L. G. ALBUQUERQUE, R. B. LOBO, L. A. F. BEZERRA, F. R. C. ARAUJO, J. A. II V. SILVA, AND R. D. SAINZ. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livest. Sci.** v. 117, p. 147–154, 2008.

YOKOO, M. J., J. N. WERNECK, M. C. PEREIRA, L. G. ALBUQUERQUE, W. KOURY FILHO, R. D. SAINZ, R. B. LOBO, AND F. R. C. ARAUJO. Genetic correlation between visual scores and carcass traits measured by real-time ultrasound in beef cattle. **Pesq. Agrop. Bras.** v. 44, p. 197–202, 2009.

WHEELER, T. et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1023–1035, 1996.

WOLCOTT, M. L. et al. Genetics of meat quality and carcass traits and the impact of tenderstretching in two tropical beef genotypes. **Animal Production Science**, v. 49, n. 6, p. 383, 2009.