UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BÁRBARA DA CONCEIÇÃO ABREU SILVA

**Associação genética entre o peso adulto e algumas
características produtivas e reprodutivas em
bovinos da raça Nelore**

Pirassununga - SP
2016

BÁRBARA DA CONCEIÇÃO ABREU SILVA

**Associação genética entre o peso adulto e algumas
características produtivas e reprodutivas em
bovinos da raça Nelore**

“Versão Corrigida”

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do Título de
Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.

Orientador: Prof. Dr. Joanir Pereira Eler

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Al62a Abreu Silva, Bárbara da Conceição
Associação genética entre o peso adulto e algumas
características produtivas e reprodutivas em bovinos
da raça Nelore / Bárbara da Conceição Abreu Silva ;
orientador Joanir Pereira Eler. -- Pirassununga,
2016.
47 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.

1. melhoramento genético 2. seleção 3.
Componentes de variância 4. Nelore. 5. Bovinos de
Corte I. Eler, Joanir Pereira, oriente. II. Título

BÁRBARA DA CONCEIÇÃO ABREU SILVA

**Associação genética entre o peso adulto e algumas características
produtivas e reprodutivas em bovinos da raça Nelore**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Data de aprovação: 28 / 07 / 2016

Banca Examinadora:

Joanir Pereira Eler – Presidente da Banca Examinadora
Prof. Titular. - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - Orientador

Júlio César de Carvalho Balieiro
Prof. Dr. - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP

Priscila da Silva Oliveira
Pós-Doutoranda da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - FRMP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais José Dalvo e Josefa Helenice, meus exemplos de vida, dedicação e amor, responsáveis por me ensinar coisas fundamentais para minha personalidade, como o respeito aos mais velhos, a ter força nos piores momentos, o amor e a devoção a Deus. Dedico também a minha querida avó D. Maria de Lourdes (*in memoriam*) e minha tia Maria Auxiliadora (*in memoriam*) que durante sua jornada aqui no plano terrestre foram meus guias e exemplos de mulheres de força, e com certeza aonde estiverem estão extremamente felizes por mais esta conquista em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao Prof. Joanir Pereira Eler, primeiramente por me aceitar como orientada, mas também pela grande amizade, por todos os ensinamentos transmitidos, enfim por toda confiança depositada na realização deste trabalho, muito obrigada.

Ao meu companheiro e amor da minha vida, Bruno, pela paciência, cumplicidade e carinho em todos estes anos e em todos os momentos.

À CAPES, pelo suporte financeiro para a execução deste trabalho.

À Agropecuária CFM pela cessão dos dados.

Ao Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz pela grande ajuda profissional e acadêmica e amizade.

Ao Prof. Dr. Júlio César de Carvalho Balieiro, pelos conselhos e experiências compartilhadas que levarei na minha vida profissional para sempre.

Ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima “Cesinha” pela simpatia e grande ajuda profissional e acadêmica, além da amizade.

Ao Prof. Dr. Mário Luiz Santana Junior pela parceria, pelas sugestões e pela atenção dispensada.

Aos meus sogros Simone e Junior pelo acolhimento, atenção e carinho por mim, a minha cunhada, Fernanda, pelo carinho e pelas risadas ofertadas.

A amiga Elisângela “Li”, pelo carinho, amizade, paciência, simpatia e atenção em todos os momentos, afinal o que seríamos de nós do GMAB sem ela?

Aos amigos do GMAB, Isabela (grande parceira), Mikaele “Mika” (pelo apoio sincero desde a graduação), Gérson Jr, Leydiane (Leydinha), Yuri, Francisco “Piu-Piu”, Gerardo, Pâmela, Lenin, Priscila, Miguel, Jane, Alessandra, Hélio, Laís, que estiveram ao meu lado, sempre discutindo ideias e trabalhando em equipe. Desejo muita saúde e força e tenho certeza que haverá muito sucesso em suas vidas, pois, acredito no potencial de cada um de vocês.

Aos meus familiares, distantes fisicamente, mas jamais longe de meu coração. Aos familiares do Bruno, pelo apoio e carinho.

Aos amigos Madalena (‘Madá’, assim como Mika, verdadeiras amigas desde a graduação), Karen, Roberta, aos casais que são meus grandes amigos, parceiros em todas as horas: Julia e Wagner (Waguinho), Isabela (Belinha) Simone (Si) e Rafael (Rafa) e Fernando (Pagão), Ao Igor (Kbssa), meu cunhado posticho, a “Tia Vera” do GMA.

A todos meus anjinhos de quatro patas que me ensinaram o sentido do verdadeiro amor, Lessie (*in memorian*), Yuki, Yumi , Pitty (*in memorian*) e o Zen.

Aos Professores e Funcionários da FZEA pela oportunidade da realização do curso de pós- graduação.

E a todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada.

"Existem durante nossa vida, sempre dois caminhos a seguir: aquele que todo mundo segue e aquele que a nossa imaginação nos leva a seguir. O primeiro pode ser mais seguro, o mais confiável, o menos crítico, o que você encontrará mais amigos ... mas, você será apenas mais um a caminhar. O segundo, com certeza vai ser o mais difícil, mais solitário, o que você terá maiores críticas; mas também, o mais criativo, o mais original possível. Não importa o que você seja, quem você seja, ou o que deseja na vida, a ousadia em ser diferente reflete na sua personalidade, no seu caráter, naquilo que você é. E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia."

Ayrton Senna

RESUMO

ABREU SILVA, B. C. **Associação genética entre o peso adulto e algumas características produtivas e reprodutivas em bovinos da raça Nelore**. 2016. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

Visando a determinar se a seleção para características que são incluídas em um índice de seleção utilizado no programa de melhoramento genético poderia aumentar o peso adulto (PA) das fêmeas, procurou-se analisar a associação entre o PA e as quatro características do índice, a saber: peso à desmama (PD), ganho de peso pós desmama em 345 dias (GP), perímetro escrotal (PE) e musculosidade (MUSC). Visando também a determinar a relação entre o PA e a precocidade sexual, analisou-se a relação entre o PA e a probabilidade de prenhez aos quatorze meses (PP14). O banco de dados utilizado incluiu 134.185 animais da raça Nelore nascidos entre 1984 e 2012, pertencentes à Agropecuária CFM, em fazendas situadas nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. Foram estimados os coeficientes de herdabilidade para as seis características e as correlações entre essas características, principalmente o coeficiente de correlação entre o PA e as outras cinco características. Os componentes de (co) variância foram estimados por máxima verossimilhança restrita, utilizando o pacote computacional VCE. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade encontradas foram 0,22; 0,19; 0,50; 0,20 e 0,50 para PD, GP, PE, MUSC, PP14, respectivamente. As correlações genéticas entre PA e as características de desenvolvimento ponderal foram positivas, 0,55 (PD); 0,67 (GP); 0,07 (PE); 0,46 (MUSC). A seleção para PD e para GP poderia estar relacionada com aumento do PA das vacas. A correlação entre o peso adulto e a probabilidade de prenhez aos quatorze meses foi negativa e de baixa magnitude (-0,03). O coeficiente de herdabilidade estimado para PP14 mostra que esta característica pode ser incluída em programas de melhoramento genético para aumentar a precocidade e fertilidade da população. O pequeno aumento constatado no peso adulto não foi suficiente para causar alteração na precocidade sexual da população. As referências na literatura sobre a correlação entre as estimativas do peso adulto e PP14 são escassas. Recomendam-se outros estudos, usando diferentes conjuntos de dados e outras abordagens. As tendências genéticas demonstram o progresso no programa de seleção ao longo dos anos para as características de crescimento estudadas aqui.

Palavras-chave: Índice de seleção, precocidade sexual, melhoramento genético, bovinos de corte.

ABSTRACT

ABREU SILVA, B. C. **Genetic association between mature weight cow and some productive and reproductive traits in Nellore cattle.** 2016. 40 f. M. Sc. Dissertasion - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

In order to determine whether selection for traits included in the selection index used in a breeding program would increase the mature weight (MW) of females, this study analyzed the association between MW and four traits composing the index: weaning weight (WW), post-weaning weight gain in 345 days (PWG), scrotal circumference (SC), and muscling score (MUSC). Additionally, the genetic relationship of MW with probability of pregnancy at 14 months (PP14) was analyzed to evaluate the association between MW and sexual precocity. The database included 134,185 Nellore animals from Agropecuária CFM born between 1984 to 2012 on farms in the states of São Paulo, Mato Grosso do Sul, and Goiás. The heritability for the six traits and the correlations between them were estimated, with special importance being given to the correlation of MW with the other five traits. The (co)variance components were estimated by the restricted maximum likelihood method. The heritability coefficients were 0.22, 0.19, 0.50, 0.22 and 0.50 for WW, PWG, SC, MUSC and PP14, respectively. The genetic correlations of MW with the growth traits were positive: 0.55 (WW), 0.67 (PWG), 0.07 (SC), and 0.46 (MUSC). Selection for WW, PWG and MUSC might be related to an increase in the MW of cows. The correlation between MW and PP14 was negative and of low magnitude (-0.03). The heritability estimates and the genetic correlations of MW with the growth traits were moderate and positive. Thus, the current selection for WW, PWG and MUSC should contribute to increase the MW of cows. MW monitoring of females is important because heavy and larger animals can be associated with higher maintenance costs. The correlation between MW and PP14 was negative and of low magnitude. This association suggests that the increase in MW of cows has no important effect on reproductive performance of the heifers and vice versa. The genetic trends obtained here demonstrate that the adopted selection index has been effective to promote genetic progress for traits related to growth.

Keywords: Index selection, sexual precocity, animal breeding, beef cattle

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da proporção corporal avaliada para a característica Musculosidade.....	21
Figura 2 - Representação da região onde é feita a mensuração da característica Perímetro Escrotal	21
Figura 3 - Tendência genética para a característica PD. (1995 a 2012)	36
Figura 4 - Tendência genética para a característica GP. (1995 a 2012)	37
Figura 5 - Tendência genética para a característica PE. (1995 a 2012)	37
Figura 6 - Tendência genética para a característica MUSC. (1995 a 2012).....	38
Figura 7 - Tendência genética aditiva para a característica PA (1995 a 2012).	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativas de herdabilidade (h^2) para o peso adulto em bovinos de corte segundo método de estimação e autor.	19
Tabela 2 -. Estatística descritiva das características utilizadas nas análises. Número de observações (Nº OBS), Valores mínimo (MIN), Máximo (MÁX) e Médio (AVG) e Desvio- Padrão (STD)	26
Tabela 3 - Estatística descritiva dos grupos de contemporâneos para as características estudadas, contendo o número de observações (NºOBS), número de grupos de contemporâneos (NºGC) e o número de machos (NM) e de fêmeas (NF).	28
Tabela 4 - Coeficientes de herdabilidade (h^2) na diagonal e coeficientes de correlação genética (rg) acima da diagonal e coeficientes de correlação residual (re) abaixo da diagonal.	34
Tabela 5 - Efeito de ambiente permanente da vaca (c^2) e efeito do grupo de manejo a desmama (d^2), dado como proporção da variância fenotípica.	35

SUMÁRIO

	<i>Página</i>
1 INTRODUÇÃO	12
2 HIPÓTESE	14
3 OBJETIVOS	15
3.1. Objetivo Geral	15
3.2. Objetivos Específicos	15
4 REVISÃO	16
4.1 Breve Histórico sobre o Melhoramento Genético Animal	16
4.2 Características estudadas	17
4.2.1 Peso Adulto	17
4.2.2 Peso a Desmama	19
4.2.3 Ganho de Peso Pós Desmama	20
4.2.4 Musculosidade	20
4.2.5 Perímetro escrotal	21
4.2.5 Probabilidade de prenhez aos 14 meses	22
2.5 Importância dos índices de seleção	23
2.6 Resposta Correlacionada	24
5 MATERIAS E MÉTODOS	25
5.1 Banco de Dados	25
5.2 Índice de Seleção	26
5.3 Grupos de contemporâneos	27
5.4 Efeitos incluídos no modelo	29
5.5 Componentes de Variância e Covariância	30
5.6 Mérito e Tendências Genéticas	30
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

Mesmo em tempos de crise econômica a pecuária de corte brasileira ainda se constitui como um dos pilares do agronegócio. O rebanho bovino brasileiro, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), é de 212 milhões de cabeças. Em 2016, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2016) apresentou uma projeção que classifica o Brasil em 2024 como segundo maior exportador de carne bovina, devendo a Índia ocupar o primeiro lugar e a Austrália e Estados Unidos como terceiro e quarto classificados, respectivamente.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a cadeia produtiva brasileira da carne bovina movimenta cerca de R\$ 167,5 bilhões por ano e gera aproximadamente 7 milhões de empregos. O setor produz 9,5 milhões de toneladas, sendo 7,6 milhões destinadas ao mercado interno e 1,8 milhão exportadas para mais de 140 países. Ou seja, atualmente, cerca de 80% da sua produção é voltada para o mercado interno e apenas cerca de 20% para exportação (ABIEC, 2015). Projeções nos índices de exportação para os próximos anos indicam, no entanto, a necessidade de uma produção voltada para a máxima eficiência nos sistemas de produção de carne.

O melhoramento genético se apresenta como uma ferramenta de fundamental importância no novo modelo de sistema ideal de produção em que é preciso ampliar significativamente a produção de carne sem a necessidade de abertura de novas áreas de criação, ou seja, sem a necessidade de desmatamento.

O aumento no ganho genético dos rebanhos foi o principal responsável pelo aumento dos índices de produção de forma sustentável visto que, ao compararmos o tempo do nascimento à terminação de um bovino para o abate há cerca de vinte anos, constata-se que este se constituía de um processo longo que durava aproximadamente seis anos. Esse tempo foi, atualmente, reduzido em 60% e os animais são abatidos com cerca de 2 a 2,5 anos e com peso de abate igual ou superior aquele, além de uma melhor qualidade e maior rendimento de carcaça.

Mello et al. (2013) destacam que é de extrema importância que se avaliem alternativas que visem a otimizar a produtividade e a rentabilidade na bovinocultura de corte. O aumento da produtividade se tornaria uma questão fundamental para garantir a competitividade e o desenvolvimento do setor. Nesse cenário, os processos de seleção visam ao aumento da eficiência produtiva dos rebanhos.

A seleção com base em características de desempenho ponderal obtidas na fase inicial de desenvolvimento dos animais é rotineiramente utilizada em bovinos de corte porque estas características apresentam coeficientes de herdabilidade suficientemente altos e são positivamente correlacionadas com o peso de abate. Esta seleção poderia, no entanto, levar ao aumento do peso ao nascer e do peso adulto, como consequência das respostas correlacionadas.

Outra característica influenciada por vários componentes, a produtividade materna, tais como a fertilidade e peso do animal adulto, devem ser constantemente avaliadas (Mwansa et al., 2002), por ser de fundamental importância no contexto da produção na bovinocultura de corte.

Torna-se, portanto, importante analisar a relação entre o peso adulto (PA) e características de eficiência produtiva e reprodutiva, tais como peso principalmente a fertilidade e a precocidade sexual.

2 HIPÓTESE

A seleção para as características do índice leva a um aumento no peso adulto das fêmeas e o aumento do peso adulto influencia negativamente a precocidade sexual.

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Determinar se a seleção para características incluídas no índice de seleção poderia produzir aumento no peso adulto (PA) da população e também a relação do PA com a precocidade sexual das fêmeas.

3.2. Objetivos Específicos

- Estimar os coeficientes de herdabilidade (h^2) para as seis características estudadas: peso à desmama (PD), ganho de peso pós desmama em 345 dias (GP), perímetro escrotal (PE), musculosidade (MUSC), peso adulto (PA) e probabilidade de prenhez aos 14 meses (PP14).
- Estimar os coeficientes de correlação genética (r_g) entre o PA e as características produtivas e reprodutivas estudadas.
- Proceder a avaliação genética da população, determinando o mérito genético dos animais para estas características.
- Determinar as tendências genéticas para essas características e verificar a influência da seleção ao longo dos anos para as características.

4 REVISÃO

4.1 Breve Histórico sobre o Melhoramento Genético Animal

O surgimento do melhoramento genético animal se deu pela necessidade de obtenção de indivíduos para a reprodução que apresentassem características desejáveis para serem transmitidas à geração seguinte. Apesar do desconhecimento científico da genética na época, essa ideia pode ser evidenciada por meio de comparações entre as populações antigas e as modernas e as alterações fenotípicas observadas ao longo do tempo. Charles Darwin descreveu em sua obra “Origem das Espécies”, do ano de 1859, alguns princípios de seleção, mas foi em 1900 pelos experimentos do monge austríaco Gregor Mendel que os princípios da genética começaram a ser descobertos.

Em meados dos anos 1920 até 1930 grandes pesquisadores ressaltaram a importância da seleção natural sobre os genes (na época conhecido como “fatores mendelianos”) e que um conjunto de genes era responsável pela determinação de determinada característica e não apenas um. Ronald Fisher, Sewall Wright e JBS Haldane demonstraram, por meio de vários experimentos, como a seleção descrita por Darwin atuaria no sistema genético proposto por Mendel.

Outra importante contribuição destes pesquisadores foi a construção de modelos matemáticos sofisticados que “explicavam” a evolução. Eles foram os pais da conhecida “genética de populações”, em que as abordagens propostas revelavam o surgimento das mutações e também mostravam as vantagens e desvantagens da “transmissão” dos alelos em determinados grupos de plantas ou animais, explicando, assim, em alguns momentos o porquê das semelhanças entre parentes.

Os pesquisadores Hazel e Lush (1942) propuseram a base dos índices de seleção ao desenvolverem três métodos de seleção para múltiplas características. O primeiro, conhecido como método de tandem, em que se seleciona uma característica e todas as outras são excluídas até que se atinja o nível desejado. O outro método ficou conhecido como método dos Níveis Independentes de Seleção, em que são estabelecidos níveis mínimos para as características sob seleção e todos os candidatos que se apresentarem abaixo destes níveis são eliminados. O terceiro método é o mais eficaz e o que utiliza um Índice de Seleção no qual são combinadas as características desejáveis de cada animal e estas são sumarizadas em apenas um número (índice) para cada animal. Neste modelo as

informações fenotípicas utilizadas são ponderadas pelas informações do parentesco ou covariância genética entre o indivíduo avaliado e os indivíduos que são fontes de informação fenotípica.

Em meados das décadas de 1950 a 1970 surgiram significativos avanços na genética quantitativa. Charles Henderson e sua equipe foram responsáveis pelo desenvolvimento de um sistema de “Equações de Modelos Mistos”, uma combinação da estimação por quadrados mínimos com o índice de seleção para derivar os valores genéticos não viciados de indivíduos criados em ambientes distintos.

O desenvolvimento da genética molecular tornou possível sequenciar as cadeias de nucleotídeos que contém a informação genética dos indivíduos, porém ainda há um longo caminho a ser percorrido para que se possa atingir o domínio das técnicas que envolvem esta nova era “genômica”. Espera-se, no entanto, que em breve seja possível identificar e selecionar os melhores animais para a reprodução antes mesmo de atingirem a maturidade sexual, viabilizando assim um processo de melhoramento genético mais rápido que o praticado atualmente.

4.2 Características estudadas

4.2.1 Peso Adulto

Existem diversas definições, às vezes até controversas, sobre o conceito ideal de peso adulto ou peso à maturidade em bovinos. Taylor e Young (1968) definem o peso adulto do animal, o peso no momento em que ele atinge a porcentagem de gordura final em torno de 25% e tenha seu crescimento esquelético completado. Já Fox e Black (1984) e Owens et al. (1995) apresentam a definição mais utilizada, na qual o peso adulto é o peso na idade em que o animal apresenta máxima deposição de tecido muscular (matéria desengordurada que é a soma de proteína, água e minerais) e após este pico apenas é acrescentada a gordura.

Determinar o peso adulto ideal de qualquer espécie de produção é muito importante, pois esta característica influencia diretamente a eficiência dos sistemas de produção por estar diretamente relacionada com os custos referentes à taxa de manutenção e podendo estar

relacionada com os índices reprodutivos. No presente estudo foi considerado como peso adulto o peso da vaca aos quatro anos de idade ou mais velhas.

Vacas com pesos e tamanhos equilibrados para sua raça apresentam índices reprodutivos eficientes e escores corporais adequados. A quantidade de nutrientes fornecidos a estes animais proporciona processos metabólicos para manifestação adequada de cio, devido a liberação pelo hipotálamo do hormônio gonadotrófico (GnRH) que leva à secreção ideal dos hormônios FSH e LH (JAINUDEEN & HAFEZ, 1995). Consequentemente isto controlaria os demais fatores que estão ligados à reprodução.

Outro problema encontrado, porém em menor frequência nas vacas de corte, é a hipocalcemia ou febre do leite, em que vacas com peso muito elevado estão propensas a apresentar esse distúrbio no qual os mecanismos de regulação dos níveis de cálcio no sangue são acelerados por causa da produção do colostro e do leite, e como nesta fase final da gestação o consumo alimentar diminui, a ingestão de cálcio através da dieta não é capaz de suprir as necessidades deste animal, levando portanto a apresentação dos sintomas deste distúrbio. Além disso, estes animais com peso elevado apresentam uma tendência a manifestar dificuldades também no momento do parto. Já as vacas muito magras, apresentam uma consequentemente produção de leite inferior, que acarretará em animais desmamados com menor peso, além disso, poderão apresentar dificuldades para atingir o escore necessário para entrar em uma nova estação de monta.

Koury Filho (2005), ao avaliar as relações entre os escores visuais e características de crescimento em bovinos de corte, relata que o aumento do peso adulto poderia estar relacionado com o aumento da idade a puberdade ou a idade a determinada taxa de maturidade. Como as necessidades de manutenção são proporcionais ao tamanho, quanto maior o animal, maior seria sua exigência.

Os valores apresentados na Tabela 1, mostram que esta característica apresenta herdabilidade de média a alta magnitude, variando entre 0,26 a 0,53. Alguns estudos, sugerem que a inclusão do peso adulto como critério de seleção na escolha de reprodutores produziria ganhos genéticos em curto prazo. No entanto, é preciso que se identifique o peso adulto adequado para cada sistema de produção. A escassez de dados disponíveis para esta característica se constitui como o principal entrave para a inserção da mesma nos processos seletivos.

Tabela 1 - Estimativas de herdabilidade (h^2) para o peso adulto em bovinos de corte segundo método de estimação e autor.

AUTOR	RAÇA	h^2	MÉTODO
Rosa et al. (1998)	Nelore	0,34	REML
Rosa (1999)	Nelore	0,26	REML
Kaps et al. (1999)	Angus	0,53	REML
Silva et al. (2000)	Canchim	0,38	REML
Rosa et al. (2001)	Nelore	0,26	REML
Mercadante et al. (2004)	Nelore	0,34 e 0,42	REML
Pedrosa et al. (2006)	Nelore	0,43	REML
Boligon et al. (2008)	Nelore	0,46	REML
Boligon et al. (2009)	Nelore	0,35	REML
Baldi et al. (2010)	Canchim	0,38 e 0,39	REML
Costa et. al. (2011)	Angus	0,50	AIREML

Fonte: Própria autoria

Arango e Van Vleck (2002), também ressaltam a importância de mais estudos que associem o peso adulto com outras características. Ao estudar a eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim, Baldi et al. (2008) afirmam que o aumento no peso à idade adulta poderia acarretar diminuição da vida produtiva da fêmea no rebanho.

Sendo assim, ainda é preciso analisar a relação entre o peso adulto e características de eficiência produtiva e reprodutiva, principalmente a fertilidade e a precocidade sexual, visando à determinação da influência deste peso nas características de importância econômica, produtivas e reprodutivas.

4.2.2 *Peso a Desmama*

A mensuração desta característica é obtida por volta dos 205 dias de idade do animal e reflete o potencial de ganho de peso do animal produzida pela ação direta dos seus genes e também pela ação do efeito materno, que envolve desde a produção de leite aos cuidados com a cria. Para que esta característica seja avaliada de forma eficiente é necessário que

diversos outros fatores sejam levados em consideração como o sexo do animal (ALENCAR, 1994; SOUZA, 1994) e idade da mãe.

Segundo Souza (2000), fêmeas jovens ou muito velhas tendem a produzir bezerros mais leves. O tamanho da vaca pode, também, influenciar o peso à desmama do bezerro, conforme descrito por Kress et al. (1990).

4.2.3 *Ganho de Peso Pós Desmama*

Esta característica expressa o ganho de peso do animal após a desmama. O ganho de peso pós desmama em 345 dias (GP345) consiste no ganho de peso no período compreendido entre 205 e 550 dias de vida do bezerro. A característica reflete o potencial de desempenho do animal no seu sistema de produção (para os animais deste estudo, o pastejo).

Dependendo das condições de ambiente fornecido aos animais, a fase de desmama pode ocasionar estresse para o animal. É necessário que o produtor forneça ao animal condições nutricionais adequadas para que os efeitos negativos dessa fase sejam minimizados. Diversos estudos (VIEIRA et al., 2005; BOLIGON et al., 2008, 2009) apontam correlação de alta magnitude existente entre o peso nesta fase e o peso de abate do bovino, variando de 0,61 a 0,83. Os efeitos maternos exercem pouca influência nesta característica quando comparados com o peso a desmama (CARDOSO et al., 1994).

4.2.4 *Musculosidade*

A musculosidade é uma medida de escore de avaliação visual, que deve ser realizada por um profissional previamente treinado. Esta característica, reflete a distribuição muscular dos animais (Figura 1) que pode ser observada em pontos como antebraço, paleta, lombo, garupa e, principalmente, na região traseira. De acordo com a sua proporção de volume muscular o animal recebe um escore que pode variar de 1 (indesejável) a 6 (desejável).

Figura 1- Representação da proporção corporal avaliada para a característica Musculosidade.

Fonte: Própria autoria

A inserção desta característica nos programas de melhoramento genético se constitui em uma alternativa significativa para a identificação de animais, com perfis voltados para o mercado consumidor, que proporcionem uma melhoria na qualidade e no rendimento da carcaça, além da precocidade na terminação dos rebanhos bovinos de corte (WEBER et al., 2008).

2.4.5 *Perímetro escrotal*

Medido em uma idade em torno de 18 meses utilizando uma fita graduada em centímetros que é colocada ao redor da bolsa testicular (Figura 2). Mede-se, assim o valor da sua circunferência.

Figura 2 - Representação da região onde é feita a mensuração da característica Perímetro Escrotal

Fonte: Própria autoria

Esta característica tem uma grande importância no que se refere aos índices reprodutivos por estar ligada diretamente à qualidade de sêmen e libido em touros jovens (PEREIRA et al., 2002), diversos estudos apontam correlação negativa (favorável) entre características reprodutivas nas fêmeas e o perímetro escrotal (DIAS et al., 2000; GRESSLER et al., 2000; PEREIRA et al., 2000). Graças a essa correlação favorável, O perímetro escrotal ainda é a característica mais utilizada nos programas de seleção visando ao aumento da precocidade e fertilidade em bovinos.

Autores como Eler et. al. (2004), Santana et al. (2011) e Boligon (2012), encontraram coeficientes de herdabilidade de média a alta magnitude para esta característica com valores variando na ordem de 0,32 a 0,57.

Silva et al. (2000), ao estimar a herdabilidade e a correlação genética entre o peso adulto e o perímetro escrotal em fêmeas da raça Canchim, encontraram uma correlação genética negativa e de baixa magnitude (-0,17), sugerindo que a seleção para o aumento do perímetro escrotal tende a não interferir no peso adulto das fêmeas.

2.4.5 Probabilidade de prenhez aos 14 meses

Evans et al. (1999) e Doyle et al. (2000), trabalhando na Universidade do Colorado e com animais da raça Angus, indicaram que a prenhez de novilhas jovens se apresentava como uma nova característica reprodutiva que poderia ser utilizada como critério de seleção para a precocidade sexual.

Eler et al. (2002, 2004 e 2014); Silva et al. (2005) e Boligon et al. (2011), Santana et al. (2012) mostraram que a prenhez de novilha jovem (PP14) apresenta alta herdabilidade (entre 0,40 e 0,50) e correlação apenas mediana com perímetro escrotal. Esses resultados levam à conclusão de que a seleção para PP14 pode apresentar resposta muito mais rápida para a precocidade sexual do que a seleção baseada em perímetro escrotal, por ser uma característica medida diretamente na fêmea.

Para que a característica seja mensurada, as novilhas são expostas ao touro ou inseminadas em uma idade entre 12 e 16 meses (14 meses, em média). No diagnóstico de gestação as novilhas recebem os valores 0 (vazias) ou 1 (prenhes). Eler et al. (2002), em seu estudo com vacas da raça Nelore no Brasil, avaliou cerca de 12 mil novilhas que

foram expostas a monta natural e encontraram coeficiente de herdabilidade da magnitude de 0,57, indicando que esta característica responde muito bem à seleção.

Brumatti et al. (2011), ao analisar os valores genético-econômicos de algumas características, tornou evidente que a habilidade de permanência (HP) e PP14, estão claramente definidas quanto a seus objetivos, pois uma está diretamente relacionada à fertilidade e a outra à precocidade sexual. A reprodução aos 14 meses não requer grande aumento de investimento em alimentação, sendo uma boa alternativa para melhorar sistemas de produção de baixo custo.

2.5 *Importância dos índices de seleção*

Hazel (1943) foi um dos pioneiros a identificar a necessidade de identificar o mérito genético animal, apesar dos inúmeros e complexos fatores que influenciam diretamente nos resultados finais, ele identificou a complexidade da seleção dos indivíduos quando as informações ou o registro de desempenho dos animais podem variar consideravelmente. Então ele propôs uma função linear de forma que cada característica fosse ponderada de acordo com a sua importância econômica.

A seleção baseada em múltiplas características pode ser importante em um programa de melhoramento genético. Os índices de seleção são procedimentos que permitem determinar ponderações adequadas para cada característica de modo que a seleção seja baseada em um agregado genotípico relacionando o mérito genético e o valor econômico de cada característica.

Diversos autores incluíram o peso adulto nos seus índices de seleção (BOLIGON et al. ,2010; PEDROSA et. al., 2010; BOLIGON et al. ,2011), devido a importância que o tamanho da vaca influencia diretamente no sistema de produção do bovino de corte. Embora, esta característica não seja incluída diretamente nas avaliações dos programas de melhoramento genético, a facilidade de mensuração desta característica poderia ser uma forma de incentivo para os criadores.

Portanto, deve-se enfatizar que na escolha do índice de seleção deverá prevalecer, não só o quanto a característica poderá ser transmitida a descendências, mas também a sua capacidade de correlação com outras características de importância econômica.

2.6 Resposta Correlacionada

Pereira (2008) define a resposta à seleção como o acréscimo esperado na média dos descendentes dos animais selecionados. Quando efetuamos a seleção de várias características simultaneamente, podemos obter dois tipos de resposta a seleção: direta e a correlacionada. Na resposta direta, o ganho genético consiste na diferença na média da geração descendente em relação à média da geração parental, já na resposta correlacionada, o ganho genético obtido em uma determinada característica (X), se dá através da seleção em outra característica (Y).

A equação para o cálculo do progresso genético ou da resposta correlacionada pode ser descrita assim:

$$c\Delta G_y = ir_g r_{ACC} \sqrt{h_Y^2 \sigma_{PY}}$$

Onde, $c\Delta G_y$ representa o ganho genético obtido na característica Y em função da seleção na característica X.

Sendo,

i = intensidade de seleção aplicada à característica X

r_g = correlação genética entre as características X e Y

r_{ACC} = acurácia da predição do valor genético (para a característica X)

h_Y^2 = herdabilidade da característica Y

σ_{PY} = desvio padrão da característica Y

Boligon (2011) ressalta a importância do estudo da resposta correlacionada à seleção para maiores pesos em idades mais jovens, como por exemplo, à desmama e ao sobreano, visto que estas características constantemente são incluídas nos índices de seleção para bovinos de corte no Brasil e recebem maior ponderação, podendo então alterar o peso adulto das fêmeas na mesma direção.

Costa et al. (2008) relata que é imprescindível, que se evite selecionar tipos extremos de animais, para que não haja uma resposta correlacionada indesejável em outras características. Deve-se ter ciência das características envolvidas no programa de melhoramento de bovinos de corte bem como os parâmetros genéticos das mesmas, sobretudo a correlação genética entre as características, para que se possa prever o quanto de mudança correlacionada poderá acontecer e influenciar na eficiência do programa.

5 MATERIAS E MÉTODOS

5.1 *Banco de Dados*

Os arquivos de dados utilizados neste estudo consistiam em cerca de 480.000 animais da raça Nelore nascidos nas safras de 1984 a 2012, pertencentes à Agropecuária CFM, em fazendas localizadas nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. Estes rebanhos são explorados comercialmente para a venda de animais de abate e também para venda de reprodutores de alto desempenho, geneticamente avaliados, criados sob o sistema de pastejo sem suplementação. Estes animais são criados sob rígido controle sanitário e zootécnico.

O banco de dados estava sob a responsabilidade do Grupo de Melhoramento Animal e Biotecnologia (GMAB) do Departamento de Medicina Veterinária da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

O arquivo de dados original foi devidamente editado visando a minimização de inconsistências. Os registros que extrapolaram os limites aceitáveis (média $\pm$ três desvios padrão) foram eliminados, bem como animais com pai e mãe desconhecidos, registros sem nenhuma informação de dados fenotípicos, touros com menos de cinco progênies, touros com progênies em apenas um grupo de contemporâneo, assim como grupos contemporâneos com um só touro. Foram eliminadas também vacas com registros de apenas um parto. Estas restrições visaram a uma melhor estimação dos componentes de variância.

Ao fim das restrições aplicadas, restaram 134.185 animais no banco de dados utilizado para a estimação dos componentes de variância e covariância. No arquivo de pedigree constavam informações de cerca de 530.165 animais. Na Tabela 2 é apresentada uma estatística descritiva dos dados, de acordo com a característica analisada.

Tabela 2- Estatística descritiva das características utilizadas nas análises. Número de observações (Nº OBS), Valores mínimo (MIN), Máximo (MÁX) e Médio (AVG) e Desvio- Padrão (STD)

VARIÁVEIS	Nº OBS	MIN.	MAX.	AVG.	STD.
PD	97.788	80,00	317,00	190,20	26,24
GP	96.309	0,50	303,89	111,89	33,55
PE	41.173	15,00	41,00	26,97	3,52
MUSC	93.774	1,00	6,00	3,50	0,99
PA	6.571	292,00	785,00	457,74	52,46
PP14	29.884	0	1	0,17	0,38

PD = peso à desmama, GP=ganho de peso pós-desmama em 345 dias, PE=perímetro escrotal; MUSC = musculosidade; PA=peso adulto

Fonte: Própria autoria

5.2 Índice de Seleção

O índice empregado pelo Programa de Melhoramento Genético da população objeto deste estudo envolve um conjunto de características de interesse econômico. As ponderações aplicadas para as DEPs são de: 20% para Peso a Desmama, 40% para Ganho de Peso ao Sobreano, 20 % para Musculosidade e 20% para o Perímetro Escrotal, de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Índice} : \frac{2PD}{\sigma_{gPD}} + \frac{4GP}{\sigma_{gGP}} + \frac{2PE}{\sigma_{gPE}} + \frac{2MUSC}{\sigma_{gMUSC}}$$

Em que:

PD = DEP para peso na desmama.

GP = DEP para ganho de peso da desmama ao sobreano

MUSC = DEP para o escore visual de musculosidade ao sobreano

PE = DEP para perímetro escrotal ao sobreano

$\sigma_g\text{PD}$ = desvio-padrão genético para peso na desmama.

$\sigma_g\text{GPSOB}$ = desvio-padrão genético para ganho de peso da desmama ao sobreano.

$\sigma_g\text{PE}$ = desvio-padrão para perímetro escrotal ao sobreano

$\sigma_g\text{MUSC}$ = desvio-padrão genético

Cada DEP é dividida pelo desvio padrão genético da característica, padronizando então os resultados. Assim, é possível comparar todos os animais pelos seus valores genéticos agregados, ou seja, pelo índice. Em outras palavras, ao se comprar dois animais com base no índice, o de valor mais alto apresenta maior valor genético agregado do que um animal com menor índice.

5.3 Grupos de contemporâneos

Para que haja uma maior precisão nos resultados de predição genética é necessário levar em consideração diversos fatores como a fazenda e o ano de nascimento, a fazenda de cria ou recria, o lote ou grupo de manejo dos animais em cada fase, assim como a idade na medição ou pesagem e a idade da mãe ao parto e o sexo do animal. Esses fatores constituem os efeitos fixos. Alguns efeitos como as idades na medição e idade da mãe ao parto podem ser incluídos no modelo como covariáveis, os outros, são concatenados formando o grupo de contemporâneos.

Os animais que permanecem juntos durante determinada fase da vida e tiveram as mesmas oportunidades de expressar seu potencial genético constituem o lote ou grupo de manejo. Este, concatenado com o sexo vão constituir o grupo de contemporâneos.

Os grupos de contemporâneos para esta análise foram formados de acordo com as fases dos animais e com a característica estudada: peso à desmama, pós – desmama, peso adulto da vaca e precocidade. Para a inclusão dos efeitos para formação dos grupos de contemporâneos, foi feita uma análise de quadrados mínimos, utilizando o software estatístico SAS®9.3 (SAS, 2011), procedimento GLM (General Linear Models). Foram feitos testes de significância para os fatores e só foram incluídos no modelo os fatores com efeito significativo ($p < 0,01$).

Para o peso à desmama foram concatenados os efeitos de fazenda, ano de nascimento (safra), grupo de manejo (lote) de desmama e sexo do animal. Para as características de pós - desmama foi feita a concatenação dos efeitos de fazenda, ano de nascimento (safra), grupo de manejo (lote) de sobreano e sexo. E os grupos de contemporâneos para a característica de precocidade sexual (PP14), foram formados pela concatenação dos efeitos de fazenda, ano de nascimento (safra) e grupo de manejo (lote) de reprodução.

Na Tabela 3, estão descritas as quantidades de grupos de contemporâneos formados para as características avaliadas, bem como os números de observações e a quantidade de machos e fêmeas para cada característica.

Tabela 3 - Estatística descritiva dos grupos de contemporâneos para as características estudadas, contendo o número de observações (NºOBS), número de grupos de contemporâneos (NºGC) e o número de machos (NM) e de fêmeas (NF).

GC	Nº OBS	Nº GC	NM	NF
GCDES	97.788	2.739	46.878	50.910
GCGP	96.309	640	46.169	50.140
GCPE	41.173	347	41.173	0
GCMUSC	93.774	632	44.954	48.820
GCPA	6.571	105	0	6.571
GCPP14	29.884	79	0	29.884

GCDES – Grupo de contemporâneo a desmama, GCGP – grupo de contemporâneo para ganho de peso em 345 dias, GCCE – grupo de contemporâneo perímetro escrotal, GCMUSC - grupo de contemporâneo para musculosidade, GCPA – grupo de contemporâneo para o peso adulto, GCPP14 – grupo de contemporâneo para a probabilidade de prenhez aos 14 meses.

Fonte: Própria autoria

Os totais de observações contidos nos GC's apresentados na Tabela 3 referem-se ao banco de dados já editado. Na edição foram excluídos: os GC's que continham menos de 20 observações, que continham animais com pais ou mães desconhecidas, animais sem nenhum dado de produção e touros com menos de 5 progênes. Também foram eliminados os grupos que continham menos de dois touros, Após a edição os grupos de contemporâneos foram quantificados e renumerados para posterior utilização nas análises.

5.4 Efeitos incluídos no modelo

Os efeitos incluídos no modelo foram distintos para as características que envolviam as fases pré e pós desmama. Para as características pré-desmama, o modelo matemático utilizado incluiu como efeitos fixos: grupo contemporâneo, idade à pesagem (covariável) e idade da mãe ao parto (covariável) e, como efeitos aleatórios, os efeitos genéticos direto e materno, efeito aleatório não correlacionado de ambiente permanente da vaca, além do efeito residual.

Para as características pós-desmama (GP, PE e MUSC) os efeitos fixos incluídos no modelo foram o grupo de contemporâneo, a idade do animal à pesagem ou medição e idade da mãe ao parto. Para as características pós-desmama e para peso adulto da vaca, como efeitos aleatórios, incluiu-se também, além dos efeitos genéticos direto, materno e residual, o efeito aleatório não correlacionado de grupo de manejo à desmama (GMANDES). Esta inclusão se baseia na metodologia descrita por Santana et al. (2013), em que o lote (grupo de manejo) da desmama não entra na concatenação para a formação do grupo contemporâneo. Uma das razões para inclusão do lote de desmama como efeito não correlacionado é a possibilidade de uma menor subdivisão dos GC's e consequentemente um aumento significativo do número de animais por GC's e manutenção dos animais no banco de dados (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

Para a análise do Peso adulto da vaca, foram incluídos como efeitos fixos o grupo contemporâneo, o ano da pesagem e a idade da vaca (covariável).

O conjunto dos modelos utilizados neste estudo pode ser descrito em notação matricial, para:

- a) Características de desmama: $y = X\beta + Zg + Mm + Pp + e$
- b) Características pós-desmama e PA: $y = X\beta + Zg + Ww + e$
- c) PP14: $y = X\beta + Zg + e$

Em que, y é um vetor $N \times 1$ de registros, X é a matriz que associa β com y ; β representa o vetor de efeitos fixos, Z é a matriz que associa g com y ; g é o vetor de efeitos genéticos direto, M é a matriz que associa m com y ; m é o vetor de efeito genético materno, W é a matriz que associa w com y , w é o vetor dos efeitos de grupo de manejo a desmama, P é a matriz que associa p com y ; p é o vetor do efeito de ambiente

permanente juntamente com os efeitos genéticos não aditivos atribuídos pelas mães a sua progênie, e e é o vetor de efeitos residuais, referentes ao que não pode ser explicado pelo modelo através das observações.

5.5 Componentes de Variância e Covariância

Para a análise que envolveu as quatro características do índice de seleção e o peso adulto, os componentes de (co)variância foram estimados por máxima verossimilhança restrita, sob o modelo animal (HENDERSON, 1975). Utilizou-se o software VCE 6.0 (GROENEVELD et al., 1998) em uma única análise multicaracterística.

Na análise envolvendo a PP14, característica categórica de limiar, e o PA, os componentes de (co)variância foram estimados com utilização de um modelo linear de limiar, por meio do software THRGIBBSF90 (MISZTAL et al., 2002).

5.6 Mérito e Tendências Genéticas

Para a predição do mérito genético foi utilizado o programa PEST2 (GROENEVELD, 2009), exceto para a característica de limiar. As tendências genéticas mostram o progresso dos programas de seleção ao longo dos anos. Os gráficos de tendência genética anual das características abordadas no estudo, foram obtidos pela regressão dos valores genéticos dos animais nos seus respectivos anos de nascimento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade estão descritas na Tabela 4, o valor do coeficiente encontrado para o peso a desmama (0,22) está de acordo com a literatura, para animais zebuínos, variando de 0,21 a 0,48.

Mercadante (1995), ao avaliar os parâmetros genético- quantitativos em fêmeas da raça Nelore, encontrou um coeficiente superior ao encontrado neste estudo, na magnitude de 0,29. Martins et al. (2000) estudaram as influencias dos fatores ambientais e genéticos em rebanhos situados na região Nordeste do Brasil, e o valor da herdabilidade para o peso a desmama medido aos 205 dias, foi alto da magnitude de 0,42.

Garnero et al. (2001), encontraram um coeficiente na ordem de 0,26, também em animais da raça Nelore. O maior valor do coeficiente encontrado na literatura (0,48), foi obtido por Gressler et al. (2005), ao estudar a relação do peso a desmama com características reprodutivas em fêmeas Nelore, sugerindo que este alto valor de coeficiente a torna uma característica altamente herdável, respondendo então a seleção de forma satisfatória.

O menor valor do coeficiente de herdabilidade para o PD encontrado na literatura (0,21), foi obtido por Boligon et al., (2009), que atribuíram este menor resultado a um baixo número de informações disponíveis para estas características, dificultando então na estimação da variabilidade genética aditiva presente na população para o peso a desmama.

Estes resultados mostram que a característica apresenta excelente possibilidade para a seleção e melhoramento, resultando em uma mudança no peso dos bezerros, além disso a análise desta característica permite também que seja possível avaliar a habilidade materna das vacas e o potencial de crescimento dos bezerros.

Para o ganho de peso pós desmama em 345 dias, a estimativa do coeficiente de Herdabilidade encontrada foi igual a 0,19. Este resultado é semelhante ao valor obtido por Marcondes et al. (2000). Pode-se dizer que estes resultados estão dentro do valor esperado para as populações nelore criadas em regime de extensivo. Eler et al. (2000), ao estudarem a influência do touro *versus* rebanho na estimação da correlação entre efeitos direto e materno, obtiveram para o coeficiente de herdabilidade do GP345, valores entre 0,21 e 0,23. Os valores obtidos permitem obtenção de resposta à seleção, principalmente para touros com grande número de progênie.

Pereira et al. (2001), encontraram coeficientes da ordem de 0,26 através da análise por Máxima Verossimilhança Restrita. O menor valor encontrado para este coeficiente

foi de 0,15, relatado em Santana et al. (2012), porém este autor utilizou um modelo bayesiano para a inferência dos coeficientes de variância e covariância e atribui este resultado a um número menor de observações para esta característica.

Para a característica perímetro escrotal, a estimativa do coeficiente de herdabilidade de alta magnitude (0,50), indicando um potencial significativo de resposta a seleção. Valores semelhantes foram encontrados por (ELER et al., 2004, SILVA et al., 2006; SANTANA et al., 2012).

Para os escores de musculosidade, o valor encontrado também foi de 0,22, condizente com os valores de herdabilidade encontrados na literatura, situados entre 0,12 e 0,22, na raça Nelore (FORNI et al., 2007; PEDROSA et al., 2008), e diferente do encontrado por KOURY FILHO et al. (2009) que foi de 0,48, considerado de alta magnitude, porém este valor significativo pode ser explicado, segundo os próprios autores pela grande variabilidade genética dos tipos morfológicos que foi utilizado no estudo.

A herdabilidade encontrada de 0,34 para o peso adulto, pode ser considerada de média magnitude é consistente com a literatura (BOLIGON et al., 2008; 2009; PEDROSA et al., 2010; BOLIGON et al. 2013), indicando que se pode obter resposta à seleção direta para essa característica. Embora esta característica, não seja o alvo principal dos programas de seleção, é necessária uma atenção com os possíveis impactos negativos que possam ocorrer sobre a eficiência dos rebanhos.

De acordo com a magnitude do coeficiente de herdabilidade encontrado deve-se dar uma atenção especial a esta característica, um constante monitoramento do peso adulto das vacas deve ser realizado a fim de adequar o tamanho destes animais ao sistema de produção em que eles se encontram. Vacas com peso adulto muito elevado podem trazer sérios prejuízos de diversas ordens ao sistema de produção, portanto, esta característica merece uma atenção especial nos programas de seleção.

Para a Probabilidade de prenhez aos 14 meses, a estimativa do coeficiente de herdabilidade encontrado foi de 0,50, considerada de alta magnitude, sendo superior a encontrada por Santana et al. (2012) e Eler et al. (2014), 0,42 e 0,37 respectivamente, ambos de moderada a alta magnitude. Estes valores mais baixos de herdabilidade podem ser explicados pela diferença no modelo estatístico utilizado. Os autores incluíram o grupo de manejo a desmama (GMANDES) como efeito aleatório não correlacionado. Outros estudos também apresentaram coeficientes de herdabilidade de alta magnitude, 0,57 segundo Eler et al. (2002) e 0,53 para Van Melis et al. (2010), porém, nesses estudos os autores não incluíram o GMANDES como efeito aleatório nas análises.

Baseado nas estimativas encontradas, pode-se considerar que esta característica apresenta um grande potencial para ser utilizada em programas de seleção visando o aumento da precocidade sexual da população. Os índices de seleção que incluem o PE em sua formação, são rotineiramente utilizados nos programas de Melhoramento Genético, ao selecionar por esta característica não busca-se uma resposta direta, ou seja, não se seleciona para que haja um aumento no perímetro escrotal dos animais e sim visando usufruir principalmente das respostas correlacionadas, visto que o PE está correlacionado com características produtivas e reprodutivas, além disso, esta característica possui uma herdabilidade considerada alta. O PE apresenta correlação favorável com características reprodutivas da fêmea, como idade à puberdade e idade ao primeiro parto (PEREIRA et al. 2000, BOLIGON et al. 2010).

Já a PP14 é uma característica que é medida diretamente na fêmea e a resposta à seleção apresenta-se de forma direta, possibilitando assim, uma maior eficiência. Vários estudos relatam a importância desta característica e sugerem que seja incluída como critério de seleção na raça Nelore (ELER et al., 2002; SILVA et al., 2003; ELER et al., 2006).

A incorporação de dados de PE nos procedimentos analíticos para o aumento da acurácia da predição das DEP's são de extrema importância (ELER et al., 2010). Seria importante utilizá-la em substituição ao perímetro escrotal por se tratar de uma característica medida diretamente na fêmea e que não depende da resposta correlacionada e sim da resposta direta. Sendo assim, os ganhos em precocidade sexual podem ser muito maiores.

Além disso a PP14 se constitui em uma opção de baixo custo, pois exige apenas que a novilha seja exposta ao touro ou a inseminação artificial em lotes controlados para posterior avaliação genética (ELER et al., 2002). Formigoni et al. (2005), realizaram um estudo no qual mostram os valores econômicos das características probabilidade de prenhez aos 14 meses e a habilidade de permanência no qual encontraram uma relação positiva entre a precocidade sexual e a rentabilidade do sistema produtivo.

Tabela 4 - Coeficientes de herdabilidade (h^2) na diagonal e coeficientes de correlação genética (rg) acima da diagonal e coeficientes de correlação residual (re) abaixo da diagonal.

	PD	GP	PE	MUSC	PA
PD	0.22	0.17	0.20	0.55	0.55
GP	-0.13	0.19	0.07	0.51	0.68
PE	0.26	0.33	0.50	0.26	0.07
MUSC	0.27	0.43	0.26	0.22	0,46
PA	0.36	0.29	0.22	0.31	0.34

PD =peso à desmama, GP=ganho de peso pós-desmama em 345 dias, PE=perímetro escrotal; MUSC = musculosidade; PA=peso adulto

Fonte: Própria autoria

Os coeficientes de correlação genética obtidos neste estudo variaram de baixa a alta magnitude (Tabela 4). A correlação genética entre PD e PA foi igual a 0,55 e entre GP e PA, 0,68, indicando que a seleção para qualquer uma dessas duas características poderia levar ao aumento do peso adulto na população. Resultados semelhantes foram descritos por Boligon et al. (2009) que estudaram a correlação entre os pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça nelore com coeficiente de 0,65 entre o PD e o peso aos 3 anos e de 0,63 entre o PD e o peso aos 5 anos de idade. Os valores de correlações genéticas sugerem que animais geneticamente superiores em determinada idade deverão em grande parte ser superiores também nas idades posteriores, principalmente a partir da desmama (BOLIGON et al., 2009).

Para as características PA e MUSC o valor da correlação encontrado foi positivo, porém moderado (0,46) superior ao encontrado por Pedrosa et al. (2010) da magnitude de 0,40 e o de Boligon et al. (2011) 0,32, os autores também estudaram as relações entre o peso adulto e características de desenvolvimento ponderal em bovinos Nelore. Estes resultados indicam que a seleção para o PA não está altamente correlacionada, em outras palavras, animais com peso adulto elevado não necessariamente apresentam um acabamento muscular ideal. Contudo, ainda são poucos os estudos que relacionam o peso adulto com a musculosidade, demonstrando a necessidade de mais análises, visto que a MUSC pode ser utilizada para a seleção de animais com tipos morfológicos mais eficientes do ponto de vista econômico, ao selecionar o biótipo ideal pode-se melhor ajustar o animal ao seu ambiente de criação, resultando em uma melhor eficiência produtiva.

A correlação entre PE e PA também foi positiva, porém de baixa magnitude (0,07), indicando que a seleção para PE não produziria influência no peso adulto. Silva et al. (2000) também estudaram as correlações envolvendo o PA e o PE em fêmeas da raça Canchim, e encontraram um valor negativo de pequena magnitude (-0,17), o que seria favorável, pois neste caso a seleção para aumentar o perímetro escrotal nos machos não interferiria no PA das fêmeas.

A correlação genética entre o peso adulto e a probabilidade de prenhez aos quatorze meses foi praticamente nula (-0.03). Este valor é muito próximo de zero indica que o incremento obtido no peso adulto, nesta população, não teve influência na precocidade das fêmeas, medidas pela PP14. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de mais estudos para a estimação desta correlação entre as características em questão, considerando que o volume de dados para peso adulto era pequeno em comparação com o número de observações nas outras características.

O efeito do ambiente permanente da vaca (c^2) dado como razão da variância fenotípica, encontrado neste estudo (Tabela 5) foi de 0,08, mostrando que existem diferenças fisiológicas não genéticas entre as vacas para a expressão do peso à desmama dos bezerros. Na verdade, o termo c^2 inclui também os efeitos genéticos não aditivos.

O efeito do grupo de manejo a desmama (GMANDES), dado como razão da variância fenotípica (d^2) foi importante (16% da variância fenotípica) para ganho de peso pós-desmama. Normalmente esse efeito não é contabilizado separadamente nos trabalhos que utilizam o GMANDES concatenado na formação do GC. Para as demais características esse efeito foi de menor importância, representando entre 2 e 3% da variância fenotípica.

Tabela 5 Efeito de ambiente permanente da vaca (c^2) e efeito do grupo de manejo a desmama (d^2), dado como proporção da variância fenotípica.

	c^2	d^2
PD (kg)	0,08	-
GP (kg)	-	0,16
CE (cm)	-	0,03
MUSC (ud)	-	0,03
PA (kg)	-	0,02

PD =peso à desmama, GP=ganho de peso pós-desmama em 345 dias, PE=perímetro escrotal; MUSC = musculosidade; PA= peso adulto.

Fonte: Própria autoria

As variâncias residuais, dadas como proporção da variância fenotípica, foram: 0,52; 0,64; 0,46; 0,74 e 0,63 para PD, GP, PE, MUSC e PA, respectivamente.

Entre os coeficientes de correlação residual, pode-se destacar a correlação entre GP e PD (-0,13). O valor negativo pode estar indicando que os animais que desmamam mais pesados devido aos efeitos materno e de ambiente permanente da vaca tendem a ganhar menos peso no pós-desmama.

As tendências genéticas mostram o progresso do programa de seleção ao longo dos anos abordados neste estudo. Para o peso a desmama (Figura 3) e o ganho de peso pós-desmama (Figura 4) as tendências genéticas foram respectivamente 0,15 e 0,30 kg/ano semelhante aos valores encontrados por Laureano (2011). Isto corresponde a um ganho médio anual de 0,08% e 0,27% da média da característica, respectivamente para PD e GP). Ou seja, a seleção praticada no rebanho ao longo dos anos gerou mudanças positivas na média dos pesos dos animais.

Para ambas as características, a partir dos anos de 1998, as médias observadas começaram a apresentar um crescimento mais acentuado, porém o maior ganho genético anual observado se deu a partir do ano de 2010, continuando crescente até o ano de 2012. É importante ressaltar que estas características fazem parte do índice de seleção utilizado no programa de melhoramento genético. Portanto, a seleção com base no índice produziu um aumento na média das características nele incluídas.

Figura 3 - Tendência genética para a característica PD. (1995 a 2012)

Fonte: Própria autoria

Figura 4 - Tendência genética para a característica GP. (1995 a 2012)

Fonte: Própria autoria

Para as características perímetro escrotal (Figura 5) e musculosidade (Figura 6) os ganhos médios observados foram de 0,026 cm/ano (0,10% da média da característica) e 0,014un/ano (0,4% da média da característica). Os ganhos são estáveis e, além disso, ambos apresentaram melhorias consideráveis a partir do ano de 2010.

Figura 5- Tendência genética para a característica PE. (1995 a 2012)

Fonte: Própria autoria

Figura 6 - Tendência genética para a característica MUSC. (1995 a 2012)

Fonte: Própria autoria

Figura 7 - Tendência genética aditiva para a característica PA.

Fonte: Própria autoria

Para o peso adulto (Figura 7), o ganho médio da característica foi de aproximadamente + 0,68 kg por ano (0,15% da média da característica). Considerando que não houve seleção direta para aumento do peso adulto, esse pequeno aumento deve ter ocorrido por resposta correlacionada com as características do índice de seleção.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estimativas de coeficiente de herdabilidade e de coeficiente de correlação genética entre peso adulto e características de crescimento foram positivas e de moderada magnitude. O aumento no peso adulto das vacas pode estar correlacionado com a seleção para o peso a desmama, ganho de peso pós desmama em 345 dias e musculosidade.

A correlação entre o peso adulto e a probabilidade de prenhez aos 14 meses foi muito próxima de zero. Já o coeficiente de herdabilidade para PP14 indica que esta característica pode ser incluída em programas de melhoramento genético para aumentar a precocidade e fertilidade da população. O pequeno aumento constatado no peso adulto não foi suficiente para causar alteração na precocidade sexual da população.

As referências na literatura sobre estimativas de correlação entre o peso adulto e PP14 ainda são escassas. Recomendam-se outros estudos, usando diferentes conjuntos de dados e outras abordagens. As tendências genéticas mostram o progresso no programa de seleção ao longo dos anos para as características de crescimento estudadas aqui.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC, 2015. Exportações Brasileiras de Carne bovina. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/relatorio-anual-2015.pdf>>. Acessado em 12 de junho 2016.

ALENCAR, M.M. et al. Pesos ao nascimento, à desmama e ao sobreano de animais Nelore e cruzados Canchim x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.512. 746 p.

ARANGO, J.A.; CUNDIFF, L.V.; VAN VLECK, L.D. **Genetic parameters for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score in beef cows.** J. Anim. Sci., v.80,p.3112-3122, 2002.

BALDI, F., ALENCAR, M. M. e ALBUQUERQUE, L. G. **Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita.** Rev. Bras. de Zootec., 39(11), 2409-2417. 2010.

BALDI, F. et al. **Parâmetros genéticos para características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim.** R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 37, n. 2, p. 247-253. 2008 .

BIFFANI, S. et al. **Fatores ambientais e genéticos que influenciam o desenvolvimento ponderal até o desmame de animais criados no Nordeste do Brasil.** Rev. Bras. Zootec., v.28, p.693-700, 1999.

BOLIGON, A. A. ; ALBUQUERQUE, L.G. **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

BOLIGON, A. A. et al. **Genetic parameters for different birth and weaning weight ratios in Nelore cows.** Cienc. Rural [online]. 2013, vol.43, n.4

BOLIGON, A. A. et al. **Models for genetic evaluation of Nelore cattle mature body weight.** J. Anim. Sci. 86:2840–2844, 2008.

BOLIGON, A. A. et al. **Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore.** R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2320-2326, Dec. 2009.

BOLIGON, A. A. **Modelos para estimação de componentes de (co)variância para pesos do nascimento à idade adulta de animais da raça Nelore.** 2011. 97 f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal.

BOLIGON, A.A.; MERCADANTE, M.E.Z.; ALBUQUERQUE, L.G. **Genetic associations of conformation, finishing precocity and muscling visual scores with mature weight in nelore cattle.** Livest. Sci., v.135, p.238-243, 2011

BOLIGON, A. A.; CARVALHEIRO, R.; ALBUQUERQUE, L. G. **Evaluation of mature cow weight: Genetic correlations with traits used in selection indices, correlated responses, and genetic trends in Nelore cattle.** J. Anim. Sci., 91:20-28, 2013.

BRUMATTI, R.C.; FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P.; FORMIGONNI, I.B. **Desenvolvimento de índice de seleção em gado de corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico.** Archivos de Zootecnia, v.60, p.205-213, 2011.

CARDOSO, F. F. et al. **Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de caracteres pós-desmama em bovinos da raça Angus.** R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 33, n. 2, p. 313-319, Apr. 2004.

COSTA, G. Z.; QUEIROZ, S. A., OLIVEIRA, J. A., FRIES, L. A. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de escores visuais e de ganho médio de peso do nascimento a desmama de bovinos formadores da raça Brangus.** ARS Veterinária, Jaboticabal, SP, v.24, n.3, 172-176, 2008.

COSTA, R. B., et al. **Estimation of genetic parameters for mature weight in Angus cattle¹**. J. Anim. Sci. 89:2680-2686. 2011.

DIAS, L.T., EL FARO, L., FRIES, L.O., ALBUQUERQUE, L.G. **Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em animais da raça Nelore**. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37,2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000. p.223-225.

DOYLE, S.P. et al. **Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females**. J. of Anim.Sci. 78: 2091-2098, 2000.

ELER, J.P. et al. **Influence of sire x herd interaction on the estimation of correlation between direct and maternal genetic effects in Nellore cattle**. Bras. J. Anim. Sci. 29, 1642–1648. 2000.

ELER, J.P. et al. **Genetic Evaluation of the Probability of Pregnancy at 14 Months for Nellore Heifers**. J. Anim. Sci., 80: 951-954, 2002.

ELER, J. P. et al. **Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle**. J. Anim. Sci., 82:2519-2527, 2004.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J. C.C.; MATTOS, E. C.; MOURÃO, G. B. **Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at 15 and 18 months of age in Nellore cattle**. Genetics and Molecular Research. 5 (4): 569-580 , 2006.

EVANS, J. L. et al. **Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle**. J. Anim. Sci., 77: 2621 a 2628, 1999.

FORMIGONI, I.B. 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.

FORNI, S.; FEDERICI, J. F.; ALBUQUERQUE, L. G. **Tendências genéticas para escores visuais de conformação, precocidade e musculatura a desmama de bovinos Nelore.** Rev. Bras. Zootec., Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 572-577. 2007.

FOX, D. G. and BLACK, J. R. **A system for predicting body composition and performance of growing cattle.** J.Anim.Sci, 1984.

GARNERO, A.V. et al. **Comparación entre critérios de selección para características de crecimiento correlacionados com edad al primer parto en la raza Nelore.** Liv. Res. Rural Develop., v.13, 2001.

GRESSLER, M.G.M. et al. **Aspectos genéticos do peso a desmama e de algumas características reprodutivas de fêmeas Nelore.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.57, n.4, p.533-538, 2005.

GRESSLER, S. L. et al. **Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore.** Rev. Bras. Zootec., 29(2), 427-437. 2000

GROENEVELD, E., KOVAC, M. ; MIELEN Z, N. **VCE User's guide and reference manual.** Version 6.0. Department of Animal Science, University of Illinois, Urbana, IL, 2008.

HAZEL, L. N.; LUSH, J. L. **The efficiency of three methods of selection.** The journal of heredity, Edinburgh, 33: 393.9, 1942.

HENDERSON, C. R. **Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model.** Biometrics v.31, p.423, 1975.

JAINUDEEN, M.R.; HAFEZ, E.S.E. **Bovinos e bubalinos**. In: HAFEZ, E.S.E. Reprodução animal. 6.ed. São Paulo: Manole, 1995. 582p

KAPS, M.; HERRING, W.O.; LAMBERSON, W.R. **Genetic and environmental parameters for mature weight in Angus cattle**. J. Anim. Sci., v.77, p.569-574, 1999.

KOURY FILHO, W. **Escore visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Jaboticabal, São Paulo, 2005.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M. et al. **Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao sobreano em rebanhos da raça Nelore**. Rev. Bras. Zootec., v.38, p.2362-2367, 2009.

KRESS, D.D. et al. **Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding**: V. Calf production, milk production and reproduction of three- to eight year-old dams. J. Anim. Sci., v.68, p.1910-1921, 1990.

LAUREANO, M. M. M. ET AL. **Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore**: Estimates of heritability and genetic trends for growth and reproduction traits in Nelore cattle. Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec. v. 63, n. 1, p. 143-152, 2011.

MARCONDES, C.R. et al. **Analysis of some selection criteria for growth traits in Nellore cattle**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 52, 83–89. 2000.

MARTINS, G. A.; MARTINS FILHO, R.; LIMA, F. A. M., & LÔBO, R. N. B. **Influência de fatores genéticos e de meio sobre o crescimento de bovinos da raça Nelore no Estado do Maranhão**. Rev. Bras. Zootec., v. 29, n.1, p. 103-107, 2000.

MWANSA, P. B., CREWS, D. H., WILTON, J. W. e KEMP, R. A. **Multiple trait selection for maternal productivity in beef cattle**. J. of Anim. Breed. and Gen., 119: 391–399, 2002.

MELLO, J.; GOMES, E.; ABREU, C.; CARVALHO, T.; ZENE, S. **Análise de desempenho de sistemas de produção modais de pecuária de cria no Brasil.** Produção, v. 23, n. 4, p. 877-886. 2013

MERCADANTE, M.E.Z. **Estudo das relações genético-quantitativas entre características de reprodução, crescimento e produção em fêmeas da raça Nelore.** 1995. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.

MERCADANTE, M.E.Z. et al. **Parâmetros genéticos do peso no início da estação de monta, considerando indicativo do peso adulto de matrizes Nelore.** Rev. Bras. Zootec., v.33, n.5, p.1135-1144, 2004.

MISZTAL, I. et al. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: Proc. 7th WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, **Anais...** Montpellier, France,[2002].(CD-ROM).

NEUMAIER, A.; GROENEVELD, E. **Restricted Maximum Likelihood Estimation of Covariances in Sparse Linear Models.** Genetics Selection Evolution, 1(30):3–26, 1998.

OLIVEIRA JUNIOR, G. A. **Estudo de diferentes estruturas de grupos genéticos aditivos visando ao aumento da eficiência de seleção em bovinos de corte.** Master's thesis, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, Pirassununga. 2013.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S., AND COLEMAN, S.W. **Review of some aspects of growth and developement of feedlot of feedlot cattle.** J.Anim.Sci. 73:3152-3172, 1995.

PEDROSA, V. B. et al. Estimativas de parâmetros genéticos do peso adulto e de características de escore visual em animais da raça Nelore. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 7., 2008, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBMA, 2008.

PEDROSA, V.B. et al. Heritability estimation for mature weight in Nellore cattle. In: **WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION**, 8., 2006. Belo Horizonte. **Anais..** 2006

PEDROSA, V. B. et al. **Use of weaning management group as a random effect for a more robust estimation of genetic parameters for post-weaning traits in Nellore cattle.** Genetics and Molecular Research, 13(3):7013-7021, 2014.

PEDROSA, V. B. et al. **Parâmetros genéticos do peso adulto e características de desenvolvimento ponderal na raça Nelore.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 11(1):104-113, 2010.

PEREIRA, E.; ELER J.P. ; FERRAZ, J.B.S.. **Genetic analysis of some reproductive traits and their relationships with weight traits in Nellore cattle.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 53, 720–727. 2001.

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

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal.** 5ed. Belo Horizonte. FEPMVZ Editora, 2008. 618p.

ROSA, A. do N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil.** Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. et al. **Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil.** **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1027-1036, 2001.

SANTANA, M. L. et al. **Genetic associations among average annual productivity, growth traits, and stayability: A parallel between Nelore and composite beef cattle1.** J. Anim. Sci. 91:2566-2574. 2013.

SANTANA, M. L. et al. **Alternative contemporary group structure to maximize the use of field records**: Application to growth traits of composite beef cattle. *Livestock Science*, 157:20-27, 2013.

SANTANA, M. L. et al. **Genetic relationship between growth and reproductive traits in Nellore cattle**. *Animal*, 6, pp 565-570. 2012.

SAS Institute Inc., **SAS OnlineDoc** 9.1.3, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2011.

SILVA, A.M., et al. **Herdabilidade e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim**. *R. Bras. Zootec.*, 29(6), 2000 .

SILVA, J.A.II V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. **Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore**. *Rev. Bras. Zootec.* 34, 1568–1572.2005.

SILVA, J.A.IV. et al. **Genetic relationship among staybility, scrotal circumference and post-weaning weight in Nellore cattle**. *Livestock Production Science* 99, 51–59. 2006.

SOUZA, J. C. de et al . **Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça nelore em regiões tropicais brasileiras**. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 881-885. 2000 .

SOUZA, J.C. et al. Estudo comparativo do peso ao desmame de bezerros filhos de touros zebu e europeu. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTEKNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá : SBZ, 1994. p.181.

TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. **Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça Canchim**. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.4, p.880-886, 2003.

TAYLOR, ST. C.S.; YOUNG, G.B. **Equilibrium weight in relation to food intake and genotype in twin cattle.** Anim. Prod. 10:393-412, 1968.

VAN MELIS, M.H. et al. **Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy and stayability in Nellore cattle.** J. Anim. Sci. 88,3809–3813. 2010.

VIEIRA, A. et al . **Recria de machos Nelore em pastagens cultivadas com suplementação na seca nos Cerrados do Brasil Central.** R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1349-1356, Aug. 2005 .

WEBER, T. et al. **Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça aberdeen angus.** Rev. Bras. Zootec., v.38, p.832-842, 2009.