

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ASPECTOS DA SELEÇÃO DE *Bos indicus* PARA PRODUÇÃO DE CARNE¹

LÚCIA GALVÃO DE ALBUQUERQUE², MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE³, JOANIR PEREIRA ELER⁴

¹Recebido para publicação em 30/05/07. Aceito para publicação em 10/10/07.

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho”, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil.

E-mail: lgalb@fcav.unesp.br

³Centro de Apoio a Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Bovinos de Corte, Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Rodovia Carlos Tognani, SP (333), Km 94, Caixa postal 63, CEP 14160-970, Sertãozinho, SP, Brasil.

⁴Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Av. Duque de Caxias Norte, 225, Centro, CEP 13635-900, Pirassununga, SP, Brasil.

RESUMO: *Bos indicus* é o nome científico para os bovinos que possuem cupim, sinônimo de Zebu. Estes animais são adaptados às condições tropicais e estão entre as raças de corte mundiais de maior habilidade materna. Entretanto, apresentam alta idade à puberdade, taxa de crescimento e peso adulto médios e carne com menor maciez que os *Bos taurus*. Para aumentar a precocidade sexual das fêmeas, o critério de seleção indicado é a característica prenhez de novilha, obtida em torno de 14 e 16 meses de idade. Quanto ao crescimento, o desafio é adequar o tamanho adulto da vaca às condições de criação em pastagem e, as carcaças dos novilhos às exigências do mercado. Existe variabilidade genética na maciez da carne, entretanto, os custos e as dificuldades de obtenção de dados fenotípicos necessários a um programa de seleção, precisam ser avaliados. A seleção das raças Zebu é o ponto fundamental para que os países tropicais possam atender à atual demanda mundial por carne produzida respeitando o bem estar animal e a segurança alimentar. As condições necessárias para isto como, grande efetivo populacional, variabilidade genética e tecnologia, já estão disponíveis.

Palavras-chave: características de carcaça, características de crescimento, características de reprodução, herdabilidade, mudança genética.

ASPECTS OF *Bos indicus* SELECTION FOR MEAT PRODUCTION

ABSTRACT: *Bos indicus* is the scientific name for humped cattle, synonym of Zebu. These animals are adapted to tropical conditions and are one of the most maternal beef cattle breeds. However, they have high age at puberty, moderate growth rate and adult weight and less tender meat than *Bos taurus*. Heifer pregnancy close to 14 months of age is the selection criterious indicated to decrease age at puberty. Concerning growth, the challenge is to match the mature cow weight to pasture rearing conditions and the steer carcasses to market demands. Meat tenderness genetic variability exists but, the costs and difficulties of obtaining the phenotypic data for a selection program need to be evaluated. Selection of Zebu cattle is the main point for tropical countries to meet actual World demands for meat produced under animal welfare and food safety. Such conditions to achieved with objective cambe large beef cattle population, genetic variability and technology.

Key words: carcass traits, growth traits, reproduction traits, heritage, genetic change.

Origem e Distribuição dos *Bos indicus*

Bos indicus é o nome científico para os bovinos que possuem cupim, sinônimo de Zebu. Há controvérsias quanto à classificação do Zebu em relação ao *Bos taurus* (sem cupim), considerando estes como espécies diferentes ou subespécies da mesma espécie ou ainda sem qualquer diferença. O gado Zebu é originário da Índia e está presente no sul da China, Indochina, Malásia, Indonésia e Filipinas, assim como no Oriente Médio, Península Arábica, toda a África oriental e Madagascar, Austrália, Estados Unidos e América Latina.

Apesar de haver cerca de 50 a 75 raças de *Bos indicus* distribuídas no mundo tropical, sendo a maioria delas na África (REGE, 1999), as de maiores efetivos são a Brahman, Indu-Brasil, Guzerá, Gir e Nelore. Segundo a FAOSTAT (2005), há 235 milhões de cabeças bovinas em toda a África, 378 milhões na América Latina, 445 milhões na Ásia e 26 milhões na Austrália. Entretanto, a porcentagem desse estoque de bovinos identificada como *Bos indicus* e explorada para produção de carne não é bem conhecida. Acredita-se, no entanto, que grande parte deste número seja de Zebu e seus mestiços. A taxa de abate nestas regiões está em 12, 19, 20 e 33%, respectivamente, na África, América Latina, Ásia e Austrália, sugerindo uma grande disparidade tecnológica.

No Brasil, há cerca de 170.000.000 de cabeças bovinas (ANUALPEC, 2005) e a maioria (cerca de 80%) é de raças Zebu e seus mestiços. A Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) já registrou aproximadamente 7 milhões de animais desde 1934 (ABCZ, 2005), todos explorados para a produção de carne, à exceção de uma parte do efetivo de Guzerá e Gir que é explorada para produção de leite. Só entre 1995 e 2005, esta associação contabilizou 2.492.343 registros de animais com genealogia conhecida e dentro dos padrões raciais, sendo que um terço destes foram registrados para serem usados como reprodutores ou matrizes. Mais de 75% dos animais com registros de nascimento são Nelore, seguido de Tabapuã, Guzerá e Gir. Portanto, o Brasil é o país com maior efetivo de *Bos indicus* explorado para produção de carne no mundo. A ABCZ vem controlando o crescimento destes animais desde 1968, com cerca de 5 milhões de pesos de aproximadamente 1 milhão de animais (ALBUQUERQUE e MEYER, 2001a).

Nos últimos 15 anos, houve um aumento do interesse no uso de animais geneticamente avaliados na população Zebu. Este interesse surgiu juntamente com o aumento da capacidade de colheita, armazenamento e processamento de grandes bancos de dados e com a intensificação da inseminação artificial. Paralelamente ao controle oficial realizado pela ABCZ, que é responsável pelo livro genealógico, vários outros programas de melhoramento possuem informações de genealogia e produção de animais Zebu, o que eleva substancialmente estes números.

Caracterização dos *Bos indicus*

A crescente importância dos países tropicais e subtropicais na produção de alimentos para o mundo traz consigo um aumento na importância do Zebu para a produção de carne bovina. Em ambientes tropicais, os animais são criados, principalmente, em pastagem e o confinamento é utilizado apenas por um curto período, em torno de 60 a 120 dias, para terminação. No confinamento, a dieta é, normalmente, baseada em volumosos. Esse sistema de produção atende às tendências atuais em termos de bem estar animal e segurança alimentar.

As razões da disseminação do Zebu nos trópicos, ou seja, sua grande adaptação às condições tropicais como alta umidade e temperatura, alta carga de ecto e endoparasitas e pastagens com baixo valor nutricional, já são bem conhecidas. Todas as raças Zebu exibem epiderme preta e muitos, como o Nelore, Tabapuã e Brahman, exibem também pelame branco, a combinação ideal para ambientes tropicais. Esta condição é dificilmente encontrada em animais *Bos taurus* (SILVA *et al.*, 2001). Além disso, o Zebu apresenta menores temperaturas retais e menores taxas de respiração em ambiente com altas temperaturas (CARVALHO *et al.*, 1995). Entretanto, apesar da alta adaptação ao ambiente tropical, há características limitantes para a disseminação de algumas raças Zebu, como a taxa de mortalidade pré desmama e o vigor do bezerra. Nestas características, a raça Nelore tem mostrado superioridade sobre as demais (RILEY *et al.*, 2001; SCHMIDEK *et al.*, 2004).

O maior problema para produção de bovinos nos trópicos é a alta incidência de ectoparasitas, sendo o carrapato o mais importante em termos econômicos. Sua distribuição geográfica envolve zonas da

América Central e do Sul, África e Oceania entre 32° de latitude Norte e 35° de latitude Sul. Estudos na Austrália (FRISCH *et al.*, 2000) mostraram que animais da raça Brahman são inerentemente mais resistentes ao carrapato, às espécies tropicais de endoparasitas e moscas (Buffalo flies) do que os animais das raças européias, embora sejam potencialmente menos produtivos. Por outro lado, o F1 (*Bos indicus* x *Bos taurus*) é menos resistente aos carrapatos e vermes que o Brahman, mas é potencialmente mais produtivo. No entanto, esta vantagem na produtividade decresce com o aumento da infestação de endo e ectoparasitas. Trabalhos no Brasil, tanto com gado leiteiro como de corte (SILVA *et al.*, 2004; TEODORO *et al.*, 2004), mostraram que as raças Zebu, sob as mesmas condições de ambiente, são menos susceptíveis ao carrapato e aos endoparasitas.

O Zebu e seus cruzados utilizam forragens de baixa qualidade de forma mais eficiente que os bovinos de origem européia. Essa capacidade de utilização de forragens de baixa qualidade pode ser resultado de menores requerimentos de manutenção do Zebu. Por outro lado, em dietas de alta qualidade ou com alta porcentagem de concentrado, os bovinos de origem européia consomem mais em relação aos seus requerimentos de manutenção, e ganham peso mais rápida e eficientemente que o Zebu. De fato, ALMEIDA (2005), verificou que, em dietas de baixa digestibilidade ou de alta proporção de volumosos, os animais da raça Nelore apresentam maior consumo que o *Bos taurus* e que, conforme a digestibilidade da dieta aumenta, o consumo de alimentos decresce. Em geral, este tipo de animal não tolera dietas com concentração energética acima de 78% de NDT.

Resultados do programa de avaliação de germoplasma realizado nos Estados Unidos (CUNDIFF, 2004) mostraram que os animais *Bos indicus* estão entre as raças de corte de maior habilidade materna, porém com taxa de crescimento e peso adulto médios e alta idade à puberdade. A proporção de carne magra e a marmorização são intermediárias entre as raças taurinas de origem Britânica e Continental. A maciez é menor em comparação com os *Bos taurus*. A carne de *Bos indicus* apresenta maior força de cisalhamento do que a carne de algumas raças *Bos taurus* e, em cruzamentos, o aumento da porcentagem de genes de origem *Bos indicus* traz diminuição da maciez (SCHACKELFORD *et al.*, 1995; RESTLE *et al.*, 1999), e dos escores de marmorização

(PASCHAL *et al.*, 1995). Além disso, o desenvolvimento testicular e a taxa de crescimento pós-desmame das progênes de touros Nelore são menores que os das progênes de touros de raças Européias (LUNSTRA e CUNDIFF, 2003). No Brasil, animais da raça Nelore, criados em pastagem e registrados na ABCZ, apresentaram médias de peso ao nascer de 30kg e peso ao sobreano (20 meses de idade) de 300kg (ALBUQUERQUE e MEYER, 2001a). Para esses mesmos animais, a média de idade ao primeiro parto foi de 39 meses (REYES *et al.*, 2001; BERTAZZO *et al.*, 2004), indicando um longo ciclo de produção. As vacas Zebu têm alta longevidade, permanecendo, em média, sete anos no rebanho, podendo chegar a 22 anos ainda em produção (BERTAZZO *et al.*, 2004). Estas vacas apresentam tamanho adulto moderado, com pesos variando de 419 a 460kg (ROSA *et al.*, 2001; RAZOOK *et al.*, 2002a), e atingem 50% e 95% do peso adulto ao redor de 15 e 52 meses de idade, respectivamente (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

O que Melhorar?

É clara a necessidade de ações que permitam promover o crescimento mais rápido, diminuir a idade à puberdade e ao abate e melhorar a qualidade da carne. Nos programas de seleção de *Bos indicus* nos trópicos, têm-se levado em conta o perímetro escrotal, características de crescimento (pesos e/ou ganhos em peso nas idades padrão ou dias para atingir um determinado peso) e escores visuais. Embora não entrem nos índices de seleção utilizados, diferenças esperadas na progênie para características como idade ao primeiro parto, prenhez precoce de novilhas, período de gestação, permanência da matriz no rebanho, peso adulto de fêmeas, altura do posterior, espessura de gordura de cobertura e área do músculo Longissimus medidas por ultra-som, são publicados em alguns sumários de touros. Trabalhos de pesquisa para definição de objetivos econômicos de seleção, específicos para os diferentes sistemas de produção e mercados consumidores, são necessários.

a) Reprodução

As características reprodutivas têm importância econômica reconhecida em qualquer sistema de produção de gado de corte, entretanto, poucas têm sido incluídas em programas de seleção, em parte por apresentarem baixa herdabilidade (veja, por exemplo, FORNI e ALBUQUERQUE, 2005). Para o Zebu, a característica reprodutiva de maior importância é a

precocidade sexual de fêmeas. Até poucos anos, a única característica indicadora da precocidade sexual era o perímetro escrotal. Esta característica tem sido muito utilizada porque é de fácil mensuração em grandes populações e porque apresenta variabilidade genética suficiente para obter boa resposta à seleção (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2006). Resultados de trabalhos com modelos de regressão aleatória indicaram que esta característica é mais herdável quando obtida ao redor de 400 dias de idade (MEYER e JOHNSTON, 2001; ALBUQUERQUE *et al.*, 2005). Da mesma forma, estudos mostram que a variabilidade genética da idade ao primeiro parto é maior quando as fêmeas são expostas ao reprodutor, ou inseminadas em idades mais precoces, em torno de 12-18 meses de idade (PEREIRA *et al.*, 2002; DIAS *et al.*, 2004). Estimativas de herdabilidade obtidas para idade ao primeiro parto foram iguais a 0,01 e 0,20 em análises de populações em que as fêmeas pariram aos 3 e aos 2 anos de idade, respectivamente.

A prenhez de novilhas é uma medida direta da precocidade sexual e é obtida pela exposição das novilhas ao touro ou pela inseminação artificial das mesmas em torno de 14 ou 16 meses de idade, em uma estação de monta de 90 dias. A taxa média de prenhez de novilhas Nelore nessas idades não é alta, em torno de 20%. Em uma grande população de animais da raça Nelore, foram obtidas estimativas de herdabilidade altas (de 0,57 a 0,69) para essa característica com modelos de limiar (ELER *et al.*, 2002; ELER *et al.*, 2004). Em outra população de Nelore, utilizando a mesma metodologia, SILVA *et al.* (2005) estimaram herdabilidade de 0,52 para novilhas expostas aos 16 meses de idade e 0,12 para novilhas expostas aos 24 meses, confirmando que essa característica tem alta variabilidade genética desde que as fêmeas tenham a oportunidade de conceber em idades jovens (menos de 24 meses). Estas estimativas são superiores às descritas para populações *Bos taurus* (KOOTs *et al.*, 1994) e, segundo ELER *et al.* (2002), essas diferenças podem ocorrer pela utilização de procedimentos analíticos apropriados para dados categóricos e/ou pelo fato da população Nelore ainda não ter sido selecionada para precocidade sexual de novilhas, apresentando maior variabilidade genética. PEREIRA *et al.* (2006) analisaram idade ao primeiro parto das novilhas expostas aos 14 meses de idade utilizando análise de sobrevivência e, confirmaram a alta variabilidade genética existente para precocidade sexual na raça Nelore. Entretanto, estes autores ressaltaram que houve uma grande diferença nas taxas de prenhez dos diferentes grupos

de contemporâneos, sugerindo que, embora as estimativas de herdabilidade sejam altas, melhoramentos no ambiente devem ser associados à seleção para modificação na precocidade sexual dos rebanhos.

As correlações genéticas entre perímetro escrotal e as características descritas anteriormente não são altas, variando de -0,39 a -0,19 com idade ao primeiro parto (PEREIRA *et al.*, 2002) e de +0,20 a +0,40 com prenhez de novilha aos 14 (ELER *et al.*, 2004) ou 16 meses de idade (SILVA *et al.*, 2005), respectivamente. Entretanto, ELER *et al.* (2004) demonstraram que análises bi-característica incluindo, simultaneamente, as informações de prenhez de novilha e de perímetro escrotal permitiram a predição das diferenças esperadas na progênie para prenhez de novilha com maior acurácia, principalmente para touros jovens, os quais ainda não dispunham de informações sobre prenhez das filhas. Portanto, as medidas de perímetro escrotal continuam sendo úteis dentro do processo de seleção para precocidade sexual.

b) Crescimento

Características de crescimento são incluídas como critério em todos os programas de seleção de gado de corte, uma vez que o produtor é remunerado pelo peso da carcaça. A classificação de carcaça ainda não é prática comum na maioria do mundo tropical. Além disto, pesos e ganhos em peso são características de fácil mensuração em grandes populações, são de baixo custo para obtenção e têm variabilidade genética de média magnitude nas populações de *Bos indicus*. Os coeficientes de herdabilidade estimados em Zebu para algumas características de crescimento, como pesos do nascimento até a idade adulta, ganhos de peso e altura são apresentados na Tabela 1. Os valores são, em geral, mais baixos que os descritos para *Bos taurus* (KOOTs *et al.*, 1994). Provavelmente, o ambiente mais variável nos trópicos contribua para estas diferenças. Valores mais altos de herdabilidade têm sido estimados com modelos de regressão aleatória (NOBRE *et al.*, 2003). ALBUQUERQUE e MEYER (2001b) mostraram que as estimativas de herdabilidade do efeito direto decrescem do nascimento até antes da desmama, aumentando a seguir com a idade do animal. Por outro lado, as estimativas de herdabilidade do efeito materno aumentam do nascimento até em torno dos quatro meses de idade, decrescendo a seguir. Dessa forma, a seleção para habilidade materna será mais eficiente se realizada com base em pesos pré-desmama.

Tabela 1. Coeficientes de herdabilidade para características de crescimento em diferentes idades, estimados em populações de *Bos indicus*

Característica	h ²	Autor
Peso ao nascer (direto)	0,30	Giannotti <i>et al.</i> (2005) ^A
Peso ao nascer (materno)	0,04 ^B	Albuquerque e Meyer (2001a); Dias <i>et al.</i> (2005)
Peso ao desmame (direto)	0,23	Giannotti <i>et al.</i> (2005) ^A
Peso ao desmame (materno)	0,11 ^B	Albuquerque e Meyer (2001a); Dias <i>et al.</i> (2005)
D160 ^C (direto)	0,14	Ortiz <i>et al.</i> (2004)
D160 ^C (materno)	0,09	Ortiz <i>et al.</i> (2004)
Altura ao desmame	0,60 ^B	Vargas <i>et al.</i> (2000) ^D ; Pereira <i>et al.</i> (2004)
Escore de musculosidade ao desmame	0,23	Koury Filho (2005)
Peso ao ano	0,27	Giannotti <i>et al.</i> (2005) ^A
Peso aos 18 meses	0,31	Giannotti <i>et al.</i> (2005) ^A
Altura na garupa aos 16 meses	0,58 ^B	Yokoo (2005); Magnabosco <i>et al.</i> (2002)
Escore de musculosidade aos 18 meses	0,22	van Mellis <i>et al.</i> (2003)

h² estimativa de herdabilidade, ^Ameta-análise, ^Bmédia, ^Cdias para ganhar 160kg do nascimento ao desmame, ^Drebanho experimental.

Características que descrevem o tamanho adulto, em geral, são mais herdáveis que aquelas medidas em animais jovens. Em rebanhos experimentais, estimativas de herdabilidade do peso adulto nas raças Brahman e Nelore, são de 0,49 a 0,69 (ARANGO e PLASSE, 2002; MERCADANTE *et al.*, 2004), próximas às estimadas em *Bos taurus*. Um dos grandes desafios continua sendo a questão de como selecionar para crescimento rápido sem aumentar o peso ao nascer e o tamanho adulto, uma vez que as correlações genéticas entre os pesos nas diferentes idades estimadas em populações Zebu são, da mesma forma que em *Bos taurus*, de moderadas a altas magnitudes (MERCADANTE *et al.*, 1995), e altas com peso adulto (MERCADANTE *et al.*, 2005). No Brasil, atualmente, existe uma procura por parte dos frigoríficos por carcaças maiores, em torno de 17 a 18 arrobas, uma vez que esta é uma exigência do mercado internacional (ANUALPEC, 2005), o que justifica a seleção para aumento de peso. Entretanto, tem-se argumentado que a seleção para maior tamanho pode não ser ideal para ambientes tropicais sem tecnificação, preconizando-se a utilização de vacas de tamanho médio, principalmente pelos efeitos negativos na reprodução. Porém, resultados de pesquisa não confirmaram que a seleção para crescimento tenha efeito

negativo sobre as características reprodutivas (MERCADANTE *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2005).

Uma alternativa, quando se objetiva diminuir o impacto da seleção para crescimento sobre os pesos ao nascer e adulto, poderia ser a utilização de características menos correlacionadas com os mesmos, embora poucos trabalhos sobre peso adulto tenham sido desenvolvidos com Zebu. Nesse sentido, outras características de crescimento que têm sido utilizadas nos programas de seleção são os ganhos em peso ou funções dos mesmos, como o número de dias para ganhar um determinado peso. Ganhos em peso têm menores herdabilidades que pesos em determinadas idades (GUNSKI *et al.*, 2001), mas têm a vantagem de serem menos correlacionados com pesos ao nascer e adulto (MERCADANTE *et al.*, 2005). Outra alternativa seria a utilização de modelos de regressão aleatória, os quais permitem a obtenção de valores genéticos para a curva de crescimento como um todo, para qualquer idade desejada e para funções da curva. Porém, até o momento, os trabalhos com modelos de regressão aleatória em Zebu são restritos aos pesos obtidos nos períodos do nascimento ou da desmama até 2 anos de idade, não incluindo pesos adultos. Além disso, funções que

permitam a identificação de animais com crescimento rápido e com terminação precoce não estão ainda disponíveis.

Escores visuais são utilizados na tentativa de complementar a seleção para crescimento. Diferentes métodos são empregados nos vários programas de seleção, mas em todos eles são realizadas medidas visuais de musculabilidade, conformação frigorífica e terminação. Estas características têm herdabilidades moderadas (Tabela 1) e correlações que variam de 0,58 a 0,83 com peso aos 18 meses, sendo as maiores entre peso e conformação (KOURY FILHO, 2005). Como demonstrado por KOCH *et al.* (1994), a seleção para crescimento associada a escores visuais pode ser mais eficiente, embora, atualmente, outras medidas mais objetivas de musculabilidade e terminação estejam disponíveis.

c) Carcaça e Qualidade da carne

A seleção para crescimento tem aumentado a quantidade de carne por animal, porém, pouco tem sido feito no sentido de alterar a composição da carcaça e a qualidade da carne. Nas condições de criação existente no mundo tropical, a terminação dos animais é mais tardia, com maiores pesos e menor quantidade de gordura quando comparado a sistemas mais intensivos de produção, fato comprovado no experimento de SAINZ e PAGANINI (2004) com *Bos taurus*. Entretanto, sabe-se que existem grandes variações quantitativas e qualitativas nas carcaças produzidas por animais Nelore, mesmo dentro de rebanho (SAINZ *et al.*, 2005), mas o mercado exige carcaças mais uniformes. Nos programas de seleção no Brasil, a terminação tem sido avaliada por meio de escores visuais. Mais recentemente, a ultrasonografia está sendo utilizada para estimar a variabilidade na deposição de gordura e na proporção de músculo, embora a idade ideal para registrar estas características em animais de raças Zebu, em condições de pastagem, ainda não está determinada. Estimativas de herdabilidade para a área do músculo *Longissimus* e para a espessura de gordura subcutânea são altas, de 0,53 e 0,41, para machos de um ano de idade (CYRILLO *et al.*, 2005) e de 0,24 e 0,57 para machos e fêmeas aos 18 meses de idade (YOKOO *et al.*, 2005), respectivamente, e indicam variabilidade genética considerável para estas características. Pelo menos um dos programas de melhoramento genético de Zebu no Brasil publica diferenças esperadas na progênie para estas características, embora as mesmas não componham o índice de seleção.

Na busca por melhores preços em mercados internacionais, a maciez da carne tem se tornado uma preocupação para os selecionadores. HUFFMAN *et al.* (1996) reportaram que carnes apresentando força de cisalhamento menor que 4,1kg garantiram um nível de satisfação do consumidor em torno de 98%. Porém, resultados de experimento de seleção (RAZOOK *et al.*, 2001 e 2002b) incluindo animais *Bos indicus* e *Bos taurus* mostraram que os valores de força de cisalhamento foram próximos de 4,5 nos dois grupamentos quando os animais foram terminados em confinamento (1,6 anos de idade) e superiores para o Zebu (6,0), quando os animais foram terminados em pastagem (2,3 anos de idade). Resultados semelhantes foram observados por HADLICH (2004) comparando a maciez da carne de bovinos Nelore e Nelore x *Bos taurus*, abatidos com 1,2 ou com 2 anos de idade. Nos animais mais jovens não houve diferenças em maciez entre os dois grupos genéticos. Por outro lado, nos animais de 2 anos de idade, ocorreu uma diferença significativa entre os grupos após o processo de maturação, que aumentou a maciez da carne apenas para os animais cruzados.

Estimativas de parâmetros genéticos para maciez da carne em *Bos indicus* são raras, pois ainda existem dificuldades de mensuração em animais vivos, além do alto custo envolvido na padronização dos manejos pré e pós-abate para sua determinação. CREWS *et al.* (1998) estimaram herdabilidade para maciez da carne, medida pela força de cisalhamento, de 0,36 em animais com mais de 50% de genes de *Bos indicus*. Outras características indicadoras de qualidade de carne, como os escores de marmorização e de qualidade, também apresentam herdabilidade moderadas de 0,44 a 0,47 em animais da raça Brahman (RILEY *et al.*, 2002). Uma alternativa para aumentar a acurácia das avaliações de qualidade de carne nas populações seria o uso de marcadores moleculares com comprovado efeito sobre estas características. Alguns polimorfismos presentes no gene CAPN1 que codifica a μ -calpaína, envolvida no processo de maciez post-mortem, parece estar associado com a maciez da carne em *Bos taurus* (PAGE *et al.*, 2004). Porém, CASAS *et al.* (2005) não verificaram associação entre estes marcadores e maciez da carne medida pela força de cisalhamento em *Bos indicus*, relatando frequências gênicas muito diferentes desses polimorfismos entre bovinos *Bos taurus* e *Bos indicus*. Os autores ressaltaram a necessidade de se desenvolver marcadores específicos para *Bos indicus*.

É evidente que existe variabilidade genética na maciez da carne, entretanto, os custos e as dificuldades de obtenção de dados fenotípicos necessários a um programa de seleção incluindo esta característica, precisam ser avaliados. Resultados mais imediatos poderiam ser obtidos pela implementação de técnicas adequadas de manejo pré e pós-abate, com vistas no aumento da maciez da carne de Zebu.

Avanços Obtidos

Em 1978, foi estabelecido na Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho-Brazil, um experimento de seleção para peso ao ano na raça Nelore, incluindo uma população controle selecionada para a média da característica. MERCADANTE *et al.* (2004) sumarizaram os resultados deste trabalho, relatando intervalos de geração de 3,7 anos para os touros e 6,3 anos para as vacas e tendências genéticas diretas para peso ao ano variando entre 0,66 a 0,99% da média ao ano, correspondendo, respectivamente a 1,74 e 2,50kg/ano. As respostas correlacionadas anuais para altura na garupa, perímetro torácico, comprimento do corpo e peso adulto das vacas foram, respectivamente, de 0,20, 0,08, 0,20 e 0,38% da média ao ano, já a resposta correlacionada para perímetro escrotal foi quase nula (CYRILLO *et al.*, 2002; MERCADANTE *et al.*, 2004). Além disso, não houve diferença significativa entre o desempenho reprodutivo das fêmeas da linha selecionada e do controle. Após 15 anos, a linha selecionada apresentou pesos médios ao ano, ao abate e da carcaça em torno de 20% superiores aos do controle; sem diferença significativa na composição da carcaça, mas com maior peso do fígado. Estes valores de tendência genética para peso ao ano são inferiores aos obtidos em experimentos de seleção para crescimento em *Bos taurus*, provavelmente devido a diferenças em idade ao primeiro parto e taxas reprodutivas das fêmeas. EBANGI *et al.* (2000), em um experimento de seleção realizado em Camarões, utilizando como critérios os pesos do desmame aos 36 meses de idade nas raças Gudali e Wakwa, observaram ganhos genéticos para peso ao ano de 0,33kg/ano.

No Brasil, tendências genéticas médias anuais para características de crescimento, descritas por grandes programas de melhoramento genético de Nelore variam de 0,15 a 0,61% da média ao ano para pesos até a desmama; e de 0,15 a 0,77% da média ao ano para pesos pós-desmama. Ganhos genéticos superiores foram conseguidos no ganho de peso pós-desmama, de 0,11 a 1,02% da média ao ano. Essa

seleção tem levado a ganhos genéticos de 0,33% da média ao ano no peso ao nascer e 0,35% da média ao ano no peso adulto das matrizes, como resposta correlacionada, além de ganhos genéticos praticamente nulos no efeito genético materno do peso pré-desmama. Para os escores visuais de musculosidade aos 18 meses de idade, os ganhos genéticos variaram de 0,43 a 0,85% da média ao ano. Para características relacionadas à reprodução, como esperado, as respostas foram mais baixas, de 0,04 a 0,63% para perímetro escrotal e de -0,04% para idade ao primeiro parto. A ocorrência de prenhez de novilhas aumentou 1,63% por ano, como resultado dos altos coeficientes de herdabilidade estimados para esta característica. Ganhos genéticos anuais mais baixos foram estimados em dois rebanhos da raça Brahman na Venezuela, sendo 0,08% da média para peso ao desmame e entre 0,10 e 0,16% da média para peso pós desmama (PLASSE *et al.*, 2002a,b).

CONCLUSÃO

O aumento da produtividade animal nos países tropicais é uma necessidade para que os mesmos possam ocupar a posição que lhes cabe no atual cenário da produção de alimentos no mundo. Em relação à carne bovina, produzida respeitando-se as condições de bem estar animal e segurança alimentar, o aumento da produtividade depende da seleção dos zebrúinos criados em condições extensivas. Estudos recentes têm mostrado que existem condições suficientes para que a seleção para muitas das mais importantes características econômicas seja efetiva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores Dra. Carmen Silva Pereira e Dr. Henrique Nunes de Oliveira, pelas valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE ZEBU. Disponível em: <http://www.abcz.org.br/site/>. Acessado em: dez. 2005.

ALBUQUERQUE, L.G.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth from birth to 630 days of age in Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, v.79, p.2776-2789, 2001b.

ALBUQUERQUE, L.G.; MEYER, K. Estimates of direct

- and maternal genetics effects for weights from birth to 630 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding Genetic**, v.118, p.83-92, 2001a.
- ALBUQUERQUE, L.G. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal na raça Nelore, usando regressão aleatória. In: REUNIÃO ALPA, 19. ,2005, Tampico. **Annales/CD-ROM...** Tampico : 2005.
- ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005. 181 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.
- ANUALPEC 2005. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria , 2005. 340 p.
- ARANGO, J.; PLASSE, D. Cow weight in a closed Brahman herd. In: WCGALP, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 2002. (CD-ROM).
- BERTAZZO, R.P. *et al.* Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1118-1127, 2004.
- CARVALHO, F.A. *et al.* Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3570-3573, 1995.
- CASAS, E. *et al.* Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.83, p.13-19, 2005.
- CREWS, D.H.; FRANKE, D.E. Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage Brahman inheritance. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1803-1809, 1998.
- CUNDIFF, L.V. Breeds and Genetics. In: POND, W.G.; BELL, A.W. (Ed.) **Encyclopedia of Animal Science**. Ithaca: Cornell, 2004. 800 p.
- CYRILLO, J.N.S.G. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para pesos, alturas, escores visuais e características de carcaça obtidas por ultra-som em bovinos Nelore. In: REUNIÃO ALPA, 19., 2005, Tampico. **Annales/CD-ROM...** Tampico: 2005.
- CYRILLO, J.N.S.G. *et al.* Genetic changes to selection for yearling weight and correlated responses on body measurements in Nelore cattle. In: WCGALP,7.,2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 2002. (CD-ROM).
- DIAS, L.T. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1914-1919, 2005.
- DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.370-373, 2004.
- EBANGI, A.L. *et al.* Genetic trends for growth in the Gudali and Wakwa cattle breeds of Cameroon. **South African Journal of Animal Science**, v.30 (sup. 1), p. 36-37, 2000.
- ELER, J.P. *et al.* Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2519-2527, 2004.
- ELER, J.P. *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.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acessado em dez.2005.
- FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1511-1515, 2005.
- FRISCH, J.E.; O'NEIL, C.J.; KELLY, M.J. Using genetics to control cattle parasites-the Rockhampton experience. **International Journal of Parasitology**, v.30, p.253-264, 2000.
- GIANNOTTI, J.G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise das estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1173-1180, 2005.
- GUNSKI, R.J. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado de corte. **Ciência Rural**, v.31, p.603-607, 2001.
- HADLICH, J.C. **Metodologias de predição da maciez como parâmetro de qualidade da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades**. 2004. 70 f. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Biociências, Botucatu, 2004.
- HUFFMAN, K.L. *et al.* Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. **Journal of Animal Science**, v.74, p.91-97, 1996.

- KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Cumulative selection and genetic change for weaning or yearling weight or for yearling weight plus muscle score in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.864-885, 1994.
- KOOTS, K.R. et al. Analyses of published genetic parameters estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, p.309-338, 1994.
- KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2005.
- LUNSTRA, D.D.; CUNDIFF, L.V. Growth and pubertal development in Brahman-, Boran-, Tuli-, Belgian Blue-, Hereford- and Angus-sired F1 bulls. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1414-1426, 2003.
- MAGNABOSCO, C.U. et al. Estimates of environmental effects and genetics parameters for body measurements and weight in Brahman cattle raised in Mexico. **Journal of Animal Breeding Genetic**, v.119, p.221-228, 2002.
- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; REYES, A.B. Parâmetros genéticos para características de crescimento em cebuínos de carne: una revisión. **Archivos Latinoamericano de Producción Animal**, v.3, p.45-89, 1995.
- MERCADANTE, M.E.Z. et al. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.376-384, 2003.
- MERCADANTE, M.E.Z. et al. **Programa de Seleção da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho**: resultados de pesquisas, sumário de touros Nelore. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2004. 35p. (Boletim Científico,12).
- MERCADANTE, M.E.Z. et al. Herdabilidades e correlações genéticas entre características de crescimento em rebanhos experimentais da raça Nelore: acessando a incerteza dos parâmetros. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42.,2005, Goiânia. **Anais/CD-ROM...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- MEYER, K.; JOHNSTON, D. Estimates of genetic parameters from random regression analyses of scrotal circumference and days to calving in Brahmans. In: CONFERENCE OF AAABC, 14, 2001, Queenstown. **Proceedings...** Queenstown: 2001. (CD-ROM).
- NOBRE, P.R.C. et al. Analyses of growth curves of Nelore cattle by multiple-trait and random regression models. **Journal of Animal Science**, v.81, p.918-926, 2003.
- OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; PEREIRA, C.S. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1843-1851, 2000.
- ORTIZ, C.D. et al. Comparison of selection criteria for pre-weaning growth traits of Nelore cattle. **Livestock Production Science**, v.86, p.163-167, 2004.
- PAGE, B.T. et al. Association of markers in the bovine CAPN1 gene with tenderness in large crossbred population that sample influential industry sires. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3474-3481, 2004.
- PASCHAL, J.C. et al. Postweaning and feedlot growth and carcass characteristics of Angus-, gray Brahman-, Gir-, Indu-Brazil-, Nelore-, and red Brahman-sired F1 calves. **Journal of Animal Science**, v.73, p.373-380, 1995.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.703-708, 2002.
- PEREIRA, E. et al. Use of survival analysis as a tool for the genetic improvement of age at first conception in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding Genetic**, v.123, p.64-71, 2006.
- PEREIRA, M.C. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e de ambiente para altura à desmama em bovinos da raça Nelore. In: SIMPÓSIO SOCIEDADE BRASILEIRA MEIO AMBIENTE, 5, 2004, Pirassununga. **Anais/CD-ROM...** 2004.
- PLASSE, D. et al. (Co) variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a Brahman herd kept on floodable savanna. **Genetic Molecular Research**, v.1, p.282-297, 2002a.
- PLASSE, D. et al. (Co) variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a pedigree Brahman herd under selection for three decades. **Journal of Animal Breeding Genetic**, v.119, p.141-153, 2002b.
- RAZOOK, A.G. et al. The role of the Experimental Station of Sertãozinho (SP) - Brazil in the preservation and

- selection of zebu breeds and Caracu. In: WCGALP, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 2002a. (CD-ROM).
- RAZOOK, A.G. *et al.* Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15ª progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.115-124, 2001.
- RAZOOK, A.G. *et al.* Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16ª progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1367-1377, 2002b.
- REGE, J.E.O. The state of African cattle genetic resources. I. Classification framework and identification of threatened and extinct breeds. **Agri**, v.25, p.1-25, 1999.
- RESTLE, J. *et al.* Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1245-1251, 1999.
- REYES, A.B. *et al.* Variabilidad genética de dias al parto y sus relaciones com otros rasgos reproductivos y de crecimiento en hembras Nelore. In: REUNIÓN ALPA, 17., 2001, Habana. **Annales/CD-ROM...** Habana: 2001.
- RILEY, D.G. *et al.* Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.955-962, 2002.
- RILEY, D.G. *et al.* Comparison of F1 *Bos indicus* x Hereford cows in central Texas: I. Reproductive, maternal, and size traits. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1431-1438, 2001.
- ROSA, A.N. *et al.* Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1027-1036, 2001.
- SAINZ, R.D. *et al.* Projeto OB Choice. Genética para melhorar a qualidade da carne brasileira. In: SEMINÁRIO DA MARCA OB, 3., 2005, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: 2005. 17p.
- SAINZ, R.D.; PAGANINI, R.F.V. Effects of different grazing and feeding periods on performance and carcass traits of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.292-297, 2004.
- SCHMIDEK, A. *et al.* Análise de fatores genéticos e ambientais em comportamentos relacionados ao vigor do bezerro e ao cuidado materno, nas raças Nelore e Guzerá. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais/CD-ROM...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.
- SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p.3333-3340, 1995.
- SILVA, A.M. *et al.* Estudo da infestação de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos por ectoparasitas. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais/CD-ROM...** Pirassununga: SBMA, 2004.
- 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, p.1568-1572, 2005.
- SILVA, J.A.II.V. *et al.* Genetic relationship among stayability, scrotal circumference and post-weaning weight in Nelore cattle. **Livestock Production Science**, v.99, p.51-59, 2006.
- SILVA, R.G.; SCALA, N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1939-1947, 2001.
- TEODORO, R.L. *et al.* Resistência bovina ao carrapato *Boophilus microplus*: experiência brasileira. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais/CD-ROM...** Pirassununga: SBMA, 2004.
- VAN MELLIS, M.H. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1624-1632, 2003.
- VARGAS, C.A. *et al.* Genetic parameters and relationship between hip height and weight in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.3045-3052, 2000.
- YOKOO, M.J.I. **Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para características de carcaça medidas pelo ultra-som em bovinos da raça Nelore**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2005.
- YOKOO, M.J.I. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para as características de carcaça em bovinos Nelore. In: REUNIÃO ALPA, 19., 2005, Tampico. **Annales/CD-ROM...** Tampico: 2005.