

Crescimento relativo dos componentes do corpo de zebuínos de diferentes raças

André Mendes Jorge^{1*} e Carlos Augusto de Alencar Fontes²

¹Departamento de Produção e Exploração Animal, FMVZ, Unesp, C.P. 560, 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brazil.

²CCTA/LZNA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 28015-620, Campos-Rio de Janeiro, Brazil. *Author for correspondence. e-mail: jorgeam@fca.unesp.br

RESUMO Foram utilizados 64 tourinhos Gir, Guzerá, Mocho Tabapuã e Nelore, com 24 meses e pesos vivos médios iniciais de 376,4; 357,6, 362,0 e 368,6 kg respectivamente. Os animais de cada raça foram divididos em cinco categorias. Uma categoria foi abatida imediatamente (AB), três receberam, em baias individuais, ração contendo 50% de concentrado na matéria seca *ad libitum* (I, II e III) e uma recebeu a mesma ração, em quantidade restrita (AR). Os animais I, II e III foram abatidos ao atingirem pesos vivos individuais de 405, 450 e 495 kg, respectivamente. No abate determinou-se o peso corporal vazio (PCVZ), e pesaram-se a cabeça, os pés, o couro, os órgãos internos e as vísceras. Adotou-se a equação de regressão do logaritmo do peso de cada componente do corpo em função do logaritmo do PCVZ. Todos os componentes estudados, excetuando-se o fígado e o baço, revelaram um menor ímpeto de crescimento em relação ao do PCVZ.

Palavras-chave: alometria, órgãos, zebuínos.

ABSTRACT. Relative growth of body components from different zebu breeds. Sixty three steers from zebu breeds Gyr, Guzerat, Mocho Tabapua and Nelore, weighing, respectively, 376.4, 357.6, 362.0 and 368.6 kg initial live weight and twenty-four months old, were used. The animals from each breed were divided into five groups. One group was randomly assigned to immediate slaughter (AB), three groups were full-fed a ration containing 50% concentrate, dry matter basis until reaching the slaughter weights of 405, 450 and 495 kg, respectively (group I, II and III). The fifth group was fed a restricted amount of the same ration (AR). At slaughter the empty body weight (EBW) was determined and the weight of internal organs and viscera were recorded. Regression equations of log weight of body component as a function of log EBW were fitted. All body components studied, with exception of liver and spleen, developed slower than EBW.

Key words: allometry, organs, zebu.

Segundo Black (1989), existem diferenças entre genótipos quanto ao modelo de desenvolvimento ou velocidade de formação dos órgãos e dos tecidos que constituem a massa do corpo. A velocidade de desenvolvimento pode também ser afetada pela idade, nível nutricional e outros fatores ambientais, como ficou evidenciado nos trabalhos de Hendrickson *et al.* (1965), Coleman *et al.* (1993) e Patterson *et al.* (1994, 1995a).

A proporção e a velocidade com que os tecidos são acumulados no corpo influenciam o ganho de peso vivo e a eficiência alimentar (Shahin *et al.*, 1993). Desta forma, segundo Smith *et al.* (1976), a composição do ganho poderia influir diretamente na eficiência com que os alimentos são utilizados.

A influência de fatores como temperatura ambiente, comprimento do dia, tipo racial, doenças, parasitas e exercícios sobre o tamanho de certos órgãos durante o crescimento ou a maturidade não está totalmente esclarecida (Owens *et al.*, 1993).

O estudo do desenvolvimento relativo dos órgãos e tecidos pode ser realizado segundo vários modelos (Robelin *et al.*, 1974). Huxley (1924) propôs utilização do modelo exponencial $Y=a.X^b$, transformado logaritmicamente em regressão linear, em que "Y" representa a fração cujo desenvolvimento se investiga, "X" é o todo que serve de referência, "a" é o valor da ordenada na origem e "b" é o coeficiente de alometria, que indica a velocidade relativa de crescimento de uma parte em

relação ao todo. Quando $b=1$, o crescimento é isogônico, indicando que as velocidades de desenvolvimento relativo de “X” e “Y” são similares no intervalo considerado. Se $b \neq 1$, o crescimento é heterogônico, indicando que as velocidades de desenvolvimento de “X” e “Y” são diferentes. Um valor de “b” maior que 1, alometria positiva, reflete que “Y” desenvolve-se proporcionalmente mais que “X”. Quando “b” é menor que 1, alometria negativa, a intensidade de desenvolvimento de “Y” é inferior à de “X”.

O coeficiente alométrico é utilizado para se conhecer a relação da velocidade de crescimento de uma determinada parte em face do todo (Robelin *et al.*, 1974; Osório *et al.*, 1994; Osório *et al.*, 1996).

Para o peso da maioria dos órgãos, em relação ao peso corporal vazio, o coeficiente alométrico é menor que 1, ao passo que para o total de gordura depositada aproxima-se de 2 (Robelin *et al.*, 1974).

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o crescimento relativo de alguns componentes do corpo não integrantes da carcaça de zebuínos das raças Gir, Guzerá, Nelore e Mocho Tabapuã abatidos em diferentes estágios de maturidade.

Material e métodos

Utilizaram-se 63 bovinos machos não castrados, sendo 16 Gir (GIR), 16 Guzerá (GUZ), 15 Nelore (NEL) e 16 Mocho Tabapuã (TAB), com idade média de 24 meses e pesos médios iniciais de $357,6 \pm 32,9$; $362,0 \pm 28,9$; $376,4 \pm 28,6$ e $368,6 \pm 25,8$ kg, respectivamente.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, distribuídos aleatoriamente em baias individuais, com área total concretada de 30 m² e piso concretado, sendo 8 m² cobertos com telhas de amianto, providas de comedouro e bebedouro de concreto.

Os animais de cada raça foram distribuídos em cinco grupos, cada um designado, aleatoriamente, para um dos tratamentos (categorias):

1. abate inicial ou referência (categoria AB);
2. alimentação restrita (categoria AR);
3. alimentação *ad libitum* até o abate, a um peso vivo de 405 kg, equivalente a 90% do peso estimado à maturidade das vacas da raça (categoria I);
4. alimentação *ad libitum* até o abate, a um peso vivo de 450 kg, equivalente a 100% do peso estimado à maturidade das vacas da raça (categoria II);
5. alimentação *ad libitum* até o abate, a um peso vivo de 495 kg, equivalente a 110% do peso estimado à maturidade das vacas da raça (categoria III).

No tratamento AB foram alocados quatro animais das raças Gir, Guzerá e Mocho Tabapuã e três da raça Nelore; nos demais tratamentos foram alocados três animais de cada raça.

O período de adaptação teve a duração de 60 dias, fornecendo-se a todos os animais a ração utilizada no período experimental, *ad libitum*. Após o período de adaptação, foram abatidos os animais do grupo AB, que serviram como referência no estudo da composição corporal inicial dos animais.

Os animais dos grupos I, II e III receberam, durante o período experimental, uma ração balanceada *ad libitum*, formulada segundo as normas do National Research Council (1987), para permitir um ganho diário de 1,1 kg, atendendo, ao mesmo tempo, às exigências de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), segundo o Agricultural Research Council (1980). Procurou-se sempre manter a proporção concentrado: volumoso (feno de capim *Brachiaria decumbens*) próxima de 1:1, na matéria seca (MS). A ração foi fornecida aos animais da categoria AR em quantidades limitadas, de forma que ingerissem quantidades de energia e proteína 15% acima das exigências de manutenção. O concentrado constituiu-se de 76,5% de milho em grão triturado, 20,1% de farelo de soja, 1,6% de uréia e 1,8 de mistura mineral. As composições químicas da ração e da mistura mineral são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química da ração experimental (% na matéria seca) e mistura mineral¹

Matéria seca	83,78
Proteína bruta	12,71
Energia metabolizável ²	2,42
Cálcio	0,42
Fósforo	0,22
Magnésio	0,09
Potássio	0,81
Sódio	0,06

¹Fosfato bicálcico, 79,16%; calcário, 7,9%; cloreto de sódio, 9,63%; sulfato de zinco, 1,0%; sulfato de cobre, 0,25%; cloreto de potássio, 0,03%; sulfato de cobalto, 0,03%;

²Determinado em ensaio de digestibilidade; EM = ED x 0,82 (Paulino, 1996)

O período experimental não teve duração pré-fixada, uma vez que os animais eram abatidos assim que atingiam os pesos preestabelecidos de 405, 450 ou 495 kg, correspondentes aos tratamentos (categorias) I, II e III, respectivamente.

Para cada raça, à medida que um animal da categoria II atingia o peso de abate, o animal do grupo AR mais semelhante a ele quanto ao peso e condição corporal, no início do experimento, era também abatido.

Antes do período de adaptação, os animais foram pesados, após jejum de 16 horas, identificados com brincos numerados, submetidos ao controle de endo

e ectoparasitas e receberam 2.000.000 UI de vitamina A injetável.

Os animais eram pesados a cada 28 dias e, à medida que um animal aproximava-se do peso de abate preestabelecido, era pesado a intervalos menores, de forma que fosse abatido com o peso previsto.

Antes do abate, os animais eram submetidos a um período de jejum de 16 horas, com livre acesso a água. O abate se dava após pesagem do animal, por concussão cerebral e posterior seção da veia jugular. De cada animal abatido, pesaram-se a cabeça, os pés, o couro, o coração, o fígado, o baço, os pulmões e trato gastrointestinal vazio (intestinos delgado e grosso, rúmen-retículo, omaso e abomaso).

A carcaça era dividida em duas metades, com o auxílio de uma serra elétrica, e estas eram pesadas individualmente.

O peso corporal vazio dos animais-referência (AB) foi determinado somando-se os pesos da carcaça, sangue, cabeça, pés, couro, cauda, vísceras e órgãos. Relações específicas entre o peso corporal vazio (PCVZ) e o peso vivo (PV) foram determinadas para animais de cada raça. O valor obtido para cada raça foi utilizado para se estimar o PCVZ inicial dos animais experimentais das categorias remanescentes (AR, I, II e III). O PCVZ final destes animais foi determinado de modo semelhante ao obtido pelos animais-referência, por ocasião do abate.

No estudo do crescimento relativo dos componentes do corpo, adotou-se a equação de regressão do logaritmo do peso de cada componente do corpo em função do logaritmo do peso corporal vazio, conforme o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + b_i X_{ij} + e_{ij}, \text{ em que}$$

Y_{ij} = logaritmo do peso total de cada componente (kg) no corpo vazio, do animal j da raça i ;

μ = efeito da média (intercepto);

b_i = coeficiente de regressão do logaritmo do peso de cada componente (kg) em função do logaritmo do peso corporal vazio, para a raça i , em que $i = 1$, Gir; 2, Guzerá; 3, Nelore; 4, Mocho Tabapuã;

X_{ij} = logaritmo do peso corporal vazio, do animal j da raça i ;

e_{ij} = erro aleatório pressuposto normalmente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

Aplicou-se o teste de identidade de modelos (Graybill, 1976), para se pesquisar a existência de diferenças entre as equações referentes à várias raças.

Resultados e discussão

O teste de identidade de modelos (Graybill, 1976), aplicado às equações de regressão do

logaritmo do peso de cada componente do corpo, em função do logaritmo do PCVZ, para as quatro raças estudadas (Gir, Guzerá, Nelore e Mocho Tabapuã), indicou não haver ($p > 0,05$) diferença entre as raças. Deste modo, ajustaram-se equações gerais, para as quatro raças, para se descrever as mudanças dos pesos de cabeça, pés e couro (Tabelas 2), coração, fígado, baço e pulmões (Tabela 3) e componentes do trato gastrointestinal (Tabela 4), com o aumento do PCVZ.

Tabela 2. Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do peso de cabeça, pés e couro (kg) em função do logaritmo do peso corporal vazio (PCVZ), para quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Nelore e Mocho Tabapuã)

Componente	Parâmetros das equações de regressão		
	Intercepto	β	r^2
Cabeça	0,126625	0,419733	0,30 **
Pés	-0,225058	0,467913	0,45 **
Couro	-0,429130	0,801253	0,71 **

**Significativo ($p < 0,01$)

Tabela 3. Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do peso de órgãos internos (kg) em função do logaritmo do peso corporal vazio (PCVZ), para quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Nelore e Mocho Tabapuã)

Componente	Parâmetros das equações de regressão		
	Intercepto	β	r^2
Coração	-1,370904	0,583937	0,39 **
Fígado	-1,865401	1,004147	0,64 **
Baço	-2,851888	1,111114	0,67 **
Pulmões	-1,077307	0,572759	0,30 **

** Significativo ($p < 0,01$)

Tabela 4. Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos pesos dos componentes do trato gastrointestinal (kg) em função do logaritmo do peso corporal vazio (PCVZ), para quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Nelore e Mocho - Tabapuã)

Componente	Parâmetros das equações de regressão		
	Intercepto	β	r^2
Intestino Delgado	-1,328653	0,768783	0,49 **
Intestino Grosso	-1,028579	0,589621	0,32 **
Intestinos ^{1/}	-0,920659	0,699328	0,51 **
Rúmen-retículo	-0,745226	0,621754	0,43 **
Omaso	-1,741238	0,845427	0,31 **
Abomaso	-2,240353	0,885414	0,51 **
Estômagos ^{2/}	-0,739287	0,692212	0,52 **
TGI ^{3/}	-0,518713	0,694964	0,57 **

**Significativo ($p < 0,01$); ^{1/}Intestinos = intestino delgado + intestino grosso;

^{2/}Estômagos = rúmen-retículo + omaso + abomaso; ^{3/}TGI = Intestinos + Estômagos

Jorge *et al.* (1999), trabalhando com os mesmos animais do presente estudo, relataram não haver diferença entre raças quanto ao peso do conjunto coração+fígado+baço+pulmões (CFBP) por 100 kg de PCVZ, encontrando valores para o Nelore 7,7 e 8,4% superiores aos encontrados por Jorge (1993) e Peron *et al.*, (1993), respectivamente e 8,5%

inferiores aos observados por Gazzetta *et al.* (1995). Animais europeu ou mestiços de raças leiteiras tendem a apresentar maior massa de órgãos internos, em relação ao peso vivo, que os zebuínos (Peron *et al.*, 1993). Segundo Ferrel *et al.* (1976), as diferenças nas exigências de energia líquida para manutenção entre grupos genéticos podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho de seus órgãos internos, que são maiores nos taurinos que nos zebuínos.

Para os pesos do conjunto CFPB, baço e pulmões, por 100 kg de PCVZ, dos animais do presente estudo, Jorge *et al.* (1999) não verificaram diferenças entre a categoria AR e as categorias de ganho (I, II e III). Isto de certa forma indica que, mesmo quando os animais são submetidos a baixa restrição alimentar por longo período de tempo, estes órgãos mantêm sua integridade, mostrando terem prioridade na utilização dos nutrientes.

Avaliando os animais do presente estudo quanto ao peso dos componentes do trato gastrointestinal (intestinos e estômagos) por 100 kg de PCVZ, Jorge *et al.* (1999) não encontraram diferença entre raças. Resultados similares de peso de trato gastrointestinal (TGI) para a raça Nelore, expressos por 100 kg de PCVZ, foram observados por Oliveira *et al.*, (1992), Jorge (1993), Oliveira *et al.*, (1994) e Gazzetta *et al.*, (1995), que encontraram os valores de 4,4; 4,4; 5,1 e 5,7%, respectivamente. Animais com sangue da raça Holandesa têm apresentado maiores pesos para o TGI que zebuínos e seus mestiços com taurinos de corte, provavelmente em consequência de a seleção ser voltada principalmente para produção de leite, que exige maior consumo de alimento, de modo especial no caso de altas produtoras, em relação à produção de carne.

Jorge *et al.* (1999) observaram nos animais do presente estudo que animais AB apresentaram maior peso de intestino delgado que animais AR e animais abatidos com 495 kg de peso vivo (categoria III), indicando que o aumento de peso desse componente do trato gastrointestinal ocorreu em ritmo mais lento que o do peso corporal. O mesmo autor observou que animais da categoria manutenção (AR) apresentaram menores pesos relativos de TGI que animais de abate inicial (AB). Isso indica que houve redução dessas vísceras quando os animais foram submetidos a restrição alimentar. Esses resultados coincidem com os de Peron *et al.*, (1993), Jorge (1993) e Oliveira *et al.*, (1994), ao abaterem bovinos sob alimentação restrita e *ad libitum*.

Quanto aos pesos de rúmen-retículo (RURET), omaso e abomaso, expressos por 100 kg de PCVZ, dos animais do presente estudo, Jorge *et al.* (1999)

não observaram diferença entre as categorias de ganho (I, II e III), submetidas à alimentação *ad libitum*, apesar da tendência de declínio no peso dos mesmos, à medida que se elevou o peso corporal vazio.

Os coeficientes de determinação das equações de regressão (r^2) para os componentes cabeça, pés, coração e pulmões, apesar de significativos ($p < 0,01$), mostraram-se baixos (variando entre 0,30 e 0,45). Por outro lado, para couro, fígado e baço, os coeficientes de determinação de 0,71; 0,64 e 0,67, respectivamente, revelaram razoável ajustamento das equações aos dados experimentais.

Os coeficientes de regressão (β) das equações das Tabelas 2, 3 e 4, excetuando-se os de fígado e baço, foram menores que 1, revelando alometria negativa, ou seja, a intensidade de desenvolvimento dessas partes do corpo foram inferiores à do peso corporal vazio. Estes resultados estão de acordo com Robelin *et al.* (1974), Black (1989) e Osório *et al.* (1994), e refletem a maturidade mais precoce das partes consideradas em relação ao desenvolvimento do tecido muscular e especialmente do tecido adiposo, de maturidade mais tardia.

Os coeficientes de regressão das equações para fígado ($\beta=1,00$) e baço (1,11) revelaram, respectivamente, uma intensidade de crescimento igual e superior a do PCVZ. Em relação a outros órgãos vitais, como por exemplo, o coração ($\beta=0,58$) e pulmões ($\beta=0,57$), o fígado e o baço seriam de maturidade mais tardia, o que está de acordo com as observações de Osório *et al.* (1994).

Os coeficientes de regressão das equações para os componentes do trato gastrointestinal (entre 0,59 e 0,88) revelaram que as vísceras apresentam um menor ímpeto de crescimento em relação ao do peso corporal vazio, o que confirma as observações de Robelin *et al.* (1974).

Pelos resultados obtidos na presente pesquisa, conclui-se que os componentes do corpo estudados, excetuando-se o fígado e o baço, revelam um menor ímpeto de crescimento em relação ao do peso corporal vazio.

Referências bibliográficas

- Agricultural Research Council - ARC. The nutrient requirements of ruminants livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980.
- Black, L.L. Crecimiento y desarrollo de corderos. In: Haresign, W. *Producción ovina*. México: A.G.T. Ed. 1989. p.23-62.
- Coleman, S.W.; Evans, B.C.; Guenther, J.J. Body and carcass composition of angus and charolais steers as affected by age and nutrition. *J. Anim. Sci.*, 71:86-95, 1993.

- Ferrell, C.L.; Garrett, W.N.; Hinman, N.; Grichting, G. Energy utilization by pregnant heifers. *J. Anim. Sci.*, 42(4):937-950, 1976.
- Gazzetta, M.C.R.R.; Iturrino, R.P.S.; Campos, B.E.S.; Nogueira, J.R.; Mattos, J.C.A. Avaliação corporal de búfalos (*Bubalus bubalis*) e bovinos nelore (*Bos indicus*), terminados em confinamento. *Bol. Ind. Anim.*, 52(1):77-86, 1995.
- Graybill, F.A. *Theory and application of the linear model*. Massachusetts: Duxburg Press, 1976.
- Hendrickson, R.L.; Pope, L.S.; Hendrickson, R.F. Effect of rate gain of fattening beef calves on carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 24:507-517, 1965.
- Huxley, J.S. Constant differential growth ratios and their significance. *Nature*, 114:895-896, 1924.
- Jorge, A.M. *Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bovinos e bubalinos*. Viçosa, 1993. (Master's Thesis in Animal Science) - Universidade Federal de Viçosa.
- Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A.; Paulino, M.F.; Júnior, P.G. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *Ad libitum*. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(2):374-380, 1999.
- National Research Council - NRC. *Predicting feed intake of food producing animal*. Washington, D.C.: National Academic Press, 1987.
- Oliveira, R.F.M.; Fontes, C.A.A.; Carneiro, L.H.D.; Queiroz, A.C.; Paulino, M.F. Biometria do trato gastrointestinal de bovinos de três grupos genéticos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 21(2):205-210, 1992.
- Oliveira, M.A.T. de; Fontes, C.A.A.; Lana, R. de P.; Peron, A.J.; Leão, M.I.; Valadares Filho, S.C. Biometria do trato gastrointestinal e área corporal de bovinos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 23(4):576-584, 1994.
- Osório, J.C. da S.; Siewerdt, F.; Osório, M.T.M.; Guerreiro, J.L.V. Desenvolvimento alométrico das regiões corporais em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 240.
- Osório, J.C. da S.; Jardim, P.O. da C.; Siewerdt, F.; Lüder, W.E. Desenvolvimento relativo dos cortes do serrote em bovinos holandês. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 25(3):449-457, 1996.
- Owens, F.N.; Dubeski, P.; Hanson, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 71(11):3138-3150, 1993.
- Patterson, D.C.; Moore, C.A.; Steen, R.W. The effects of plane of nutrition and slaughter weight on the performance and carcass composition of continental beef bulls given high forage diets. *Anim. Prod.*, 58(1):41-47, 1994.
- Patterson, D.C.; Steen, R.W.; Kilpatrick, D.J. Growth and development in beef cattle. 1. Direct and residual effect of plane of nutrition during early life on components of gain and food efficiency. *J. Agric. Sci.*, 124(1):91-100, 1995a.
- Paulino, M.F. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas em confinamento*. Viçosa, 1996. (Doctoral Thesis in Animal Science) - Universidade Federal de Viçosa.
- Peron, A.J.; Fontes, C.A.A.; Lana, R.P.; Silva, D.J.; Queiroz, A.C.; Paulino, M.F. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 22(5):813-819, 1993.
- Robelin, J.; Geay, Y.; Béranget, C. Croissance relative des différents tissus, organes at régions corporelles des taurillons frisons, durant la phase d'engraissement de 9 a 15 mois. *Ann. Zootech.*, 23:313-323, 1974.
- Shahin, K.A.; Berg, R.T.; Price, M.A. The effect of breed-type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 35(3/4):251-264, 1993.
- Smith, G.M.; Laster, D.B., Cundiff, L.V.; Gregory, K.E. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. *J. Anim. Sci.*, 43(1):37-47, 1976.

Received on September 14, 1999.

Accepted on July 28, 2000.