

Avaliação da Composição Química e Física dos Cortes da Costela para Estimar a Composição Química Corporal de Novilhos Nelore¹

Guilherme Fernando Alleon², Paulo Roberto Leme², Celso Boin³, Romeu Fernandes Nardon², João José Assumpção de Abreu Demarchi², Paulo de Figueiredo Vieira⁴, Luiz Orlindo Tedeschi⁵

RESUMO - Objetivou-se neste trabalho desenvolver equações de estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore utilizando as seguintes técnicas indiretas : 1) composição física do corte da 9-10-11ª costelas; 2) composição física do corte da 10ª costela; e 3) composição química do corte da 10ª costela. Foram utilizados 31 animais com peso vivo entre 245 e 485 kg, com idade entre 20 e 29,7 meses no abate. A composição química do corpo vazio foi determinada após a moagem de todos os tecidos do animal. As equações com a porcentagem de gordura separável do corte da 9-10-11ª costelas como variável independente estimaram com alta precisão as porcentagens de água ($r^2 = 0,91$; $Sy_x = 1,168$) e extrato etéreo ($r^2 = 0,94$; $Sy_x = 1,298$) do corpo vazio, o mesmo acontecendo com as equações com a porcentagem de gordura separável do corte da 10ª costela ($r^2 = 0,82$ e $0,85$; $Sy_x = 1,658$ e $1,942$, respectivamente, para as porcentagens de água e extrato etéreo). As equações utilizando a porcentagem de extrato etéreo do corte da 10ª costela estimaram com alta precisão as porcentagens de água ($r^2 = 0,89$; $Sy_x = 1,311$) e extrato etéreo ($r^2 = 0,89$; $Sy_x = 1,713$) do corpo vazio, embora não apresentassem nenhuma vantagem em relação à composição física do mesmo corte ou do corte da 9-10-11ª costelas, indicando que a última técnica deveria ser utilizada para estimar as porcentagens desses componentes do corpo vazio em novilhos Nelore. Regressões múltiplas incluindo o peso da carcaça quente, a porcentagem de ossos e as quantidades de músculo, gordura e ossos separáveis do corte da 10ª costela apresentaram coeficientes de determinação de 0,87 e 0,91 para as porcentagens de água e extrato etéreo do corpo vazio. As equações de estimativa para as porcentagens de proteína e cinzas do corpo vazio apresentaram baixa precisão, não sendo recomendadas para estimar esses componentes em animais semelhantes à população utilizada neste experimento.

Palavras-chave: composição corporal, cortes da costela, estimativa, novilhos Nelore

Evaluation of the Physical and Chemical Composition of Rib Cuts as Predictors of Body Composition of Nellore Steers

ABSTRACT - The objective of this study was to establish equations to estimate the empty body chemical composition of Nellore steers using the following indirect techniques: 1) physical composition of the 9-10-11th rib cut; 2) physical composition of the 10th rib cut; and 3) chemical composition of the 10th rib cut. Thirty-one Nellore steers with weights ranging from 245 to 489 kg and ages from 20 to 29.7 months at slaughter were utilized. The empty body chemical composition was established through samples collected after grinding all animal tissues. The equations using the percentage of dissectable fat in the 9-10-11th rib cut showed a high precision for estimating the percentage of water ($r^2 = 0.91$; $Sy_x = 1.168$) and ether extract ($r^2 = 0.94$; $Sy_x = 1.298$) of the empty body; the same was observed when the percentage of dissectable fat in the 10th rib cut was used ($r^2 = 0.82$ and 0.85 ; $Sy_x = 1.658$ and 1.942 , respectively, for water and ether extract). The equations using the percentage of ether extract in the 10th rib cut showed a high precision for estimating the percentage of water ($r^2 = 0.89$; $Sy_x = 1.311$) and the ether extract ($r^2 = 0.89$; $Sy_x = 1.730$) of the empty body, but there was no advantage over the physical composition of the 9-10-11th and 10th rib cut. Multiple regressions using carcass weight and the percentage of bones and kilograms of lean, fat, and bones dissectable in the 10th rib cut improved the coefficients of determination for water and ether extract to 0.87 and 0.91. The equations to estimate the percentages of protein and ash showed a low precision, indicating that those techniques are not recommended to estimate these components in the empty body of Nellore steers.

Key Words: body composition, Nellore steers, predictors, rib cuts

Introdução

O método ideal para se estimar a composição corporal deveria apresentar boa repetibilidade, fácil condução e baixos custos, e ser aplicável para ani-

mais em diferentes idades, tamanho corporal, raça, sexo e grau de acabamento. Sem dúvida, a determinação direta da composição corporal, na qual os componentes água, proteína, gordura e cinzas são determinados em todos os tecidos do animal, seria a

¹ Parte da Tese de Doutorado apresentada à UNESP, Jaboticabal - SP pelo primeiro autor.

² Professor do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP.

³ Professor da ESALQ, USP, Piracicaba, SP.

⁴ Professor da FCAV, UNESP - 14870-000 - Jaboticabal, SP.

⁵ Aluno da pós-graduação do Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP, Piracicaba.

metodologia de maior precisão a ser utilizada. No entanto, em animais de grande porte, caso específico dos bovinos, essa metodologia torna-se praticamente inviável, devido aos elevados custos, períodos longos para a coleta e o preparo das amostras, altos investimentos em infra-estrutura e, principalmente, à desvalorização comercial da carcaça. A procura de um método simples, que pudesse estimar com boa precisão a composição do corpo vazio e da carcaça, levou os pesquisadores a utilizarem diversos cortes da carcaça. Dentre esses cortes, os da 9-10-11ª costelas têm estimado com precisão a composição corporal ou da carcaça de bovinos (HOPPER, 1944, HANKINS e HOWE, 1946, ALHASSAN et al., 1975, LANNA, 1988, PERON et al., 1993). Resultados semelhantes têm sido obtidos utilizando-se o corte da 10ª costela (LEDGER e HUTCHISON, 1962, LEDGER, GILLIVER, ROB, 1973, LANNA, 1988) ou da 11ª costela (GEAY e BÉRANGÉR, 1969, ROBELIN e GEAY, 1975, ROBELIN, GEAY, BÉRANGÉR, 1975).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição química e física de cortes da costela como metodologia para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, SP. Foram utilizados 31 novilhos da raça Nelore, com idades entre 20 e 29,7 meses. Do total, cinco foram abatidos no início do período de alimentação. Os 26 restantes foram distribuídos em cinco blocos (quatro experimentais com seis animais cada e um bloco reserva com dois animais). Para cada bloco, foram sorteados três níveis de ingestão de alimentos (à vontade, 75 e 60 gMS/kg PV^{0,75}). A dieta fornecida foi constituída de silagem de sorgo e concentrado na proporção de 50:50 em base seca. O concentrado foi constituído de milho, sorgo, farelo de algodão, uréia e minerais e a dieta foi balanceada para conter 12% de proteína bruta na matéria seca. Os animais foram pesados a intervalos de 28 dias, após jejum completo de aproximadamente 18 horas. O período de alimentação variou de 86 a 190 dias, em consequência do esquema de abate, à medida que os animais do tratamento à vontade atingiam o peso vivo médio de 400, 450 e 480 kg, respectivamente. Antes do abate, cada animal foi submetido a um jejum

completo de 18 horas, pesado e abatido, sendo todo o sangue coletado. Após a separação do conteúdo do trato gastrointestinal, o animal foi subdividido em cinco partes: couro, cabeça + patas, vísceras, sangue e carcaça. Esta foi dividida em meias carcaças, pesadas, divididas em quartos dianteiro e traseiro entre a 5ª e a 6ª costelas - os quais foram pesados e colocados em câmara fria por um período de 48 horas. Em seguida, os quartos dianteiro e traseiro da meia carcaça esquerda foram separados em tecido muscular e ossos, acondicionados em sacos plásticos e congelados. As outras partes constituídas pela cabeça + patas, vísceras e couro foram pesadas, colocadas em sacos plásticos e congeladas, com exceção do couro, que foi apenas resfriado.

A composição do corpo vazio foi determinada pela moagem de todos os tecidos do animal. Foram utilizadas as metades do couro, da carcaça e da cabeça + patas e todas as vísceras. Estas partes foram reduzidas a pedaços menores por meio de uma serra de fita, moídas e amostradas. Estas amostras, mais as de sangue coletadas no abate, foram liofilizadas e moídas novamente com gelo seco e nitrogênio líquido. Em seguida, foram analisadas para extrato etéreo, por extração em aparelho Soxhlet por 15 horas; nitrogênio, pelo método macro Kjeldahl e; cinzas, pela queima do material a 600° C por 16 horas. Os métodos avaliados foram: 1) composição física do corte da 9-10-11ª costelas; 2) composição física do corte da 10ª costela; e 3) composição química do corte da 10ª costela.

O corte da 9-10-11ª costelas foi obtido do quarto traseiro da meia carcaça direita, após resfriamento por 48 horas, de acordo com a metodologia proposta por HANKINS e HOWE (1946), sendo pesado e, em seguida, separado em músculo, gordura e ossos. Depois estes foram pesados e calculou-se a porcentagem de cada um no corte. O corte da 10ª costela foi obtido do quarto traseiro da meia carcaça esquerda após resfriamento de 48 horas, de acordo com a metodologia proposta por LEDGER e HUTCHISON (1962), pesado, separado em músculo, gordura e ossos, sendo estes pesados, congelados, moídos conjuntamente e analisados.

A composição do corpo vazio foi estimada em porcentagens e quantidades de água, extrato etéreo, proteína e cinzas, sendo utilizada como variável dependente para desenvolver equações de regressão pelo programa SAS (1989). A composição física dos cortes da 9-10-11ª e da 10ª costelas e a composição

química do corte da 10ª costela foram utilizadas como variáveis independentes. Foram obtidas todas as regressões possíveis, sendo as melhores selecionadas com base, principalmente, na estatística Cp de Mallows (1973), citada por MacNEIL (1983).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios, mínimos, máximos e os desvios-padrão das variáveis empregadas para a obtenção das equações de estima-

tiva, que caracterizam a população utilizada no experimento.

Na Tabela 2 encontram-se as melhores equações de estimativa da composição química do corpo vazio selecionadas a partir da composição física do corte da 9-10-11ª costelas. Os componentes separáveis fisicamente desse corte mostraram-se altamente correlacionados com os componentes do corpo vazio, principalmente para as porcentagens de água e extrato etéreo e para a quantidade de água corporal. Esse fato pode ser observado pelos altos valores dos

TABELA 1 - Valores médios, mínimos, máximos e desvios-padrão das variáveis independentes
TABLE 1 - Means, minimum, maximum, and standard deviations of the independent variables

Variáveis ¹ Variables ¹	m means	Min minimum	Max maximum	s sd
Idade (meses) Age (months)	25,7	20	29,7	2,4
PVA (SLW) kg	394,2	245	489	59
PVz (EBW) kg	353,9	219,7	451,6	56,1
PCQ (HCW) kg	232,9	143	309	39,8
9-10-11ª costelas (9-10-11 th rib cut)				
Gordura ² (Fat) ² %	27,4	10,9	43,2	7,7
Gordura (Fat) kg	1,250	0,330	2,520	0,576
Músculo (Lean) %	55,3	43,8	65,9	5,3
Músculo (Lean) kg	2,538	1,620	3,220	0,379
Ossos (Bone) %	16,9	12,8	25,4	3,1
Ossos (Bone) kg	0,706	0,540	0,880	0,072
10ª costela (10 th rib cut)				
Gordura (Fat) %	28,8	17,7	42,5	6,6
Gordura (Fat) kg	0,596	0,210	1,100	0,247
Músculo (Lean) %	55,1	44,7	64,0	5,3
Músculo (Lean) kg	1,075	0,700	1,500	0,203
Ossos (Bone) %	15,7	12,2	19,1	1,8
Ossos (Bone) kg	0,305	0,200	0,410	0,056
Água (Water) %	52,0	42,7	65,6	6,2
Água (Water) kg	1,019	0,712	1,370	0,162
Extrato etéreo ² (Ether extract) ² %	27,0	10,3	39,2	3,6
Extrato etéreo (Ether extract) kg	0,566	0,139	1,085	0,248
Proteína (Protein) %	16,4	13,0	20,8	1,8
Proteína (Protein) kg	0,323	0,221	0,450	0,025
Cinzas (Ash) %	4,5	3,5	5,7	0,025
Cinzas (Ash) kg	0,092	0,046	0,139	0,025
Corpo vazio (Empty body)				
Água (Water) %	57,5	50,5	65,3	3,8
Água (Water) kg	201,9	139,8	242,8	23,9
Extrato etéreo (Ether extract) %	21,2	10,9	29,6	4,9
Extrato etéreo (Ether extract) kg	77,3	29,3	130,7	27,5
Proteína (Protein) %	17,1	14,3	18,8	1,2
Proteína (Protein) kg	60,0	41,0	75,3	8,0
Cinzas (Ash) %	4,2	3,5	5,2	0,5
Cinzas (Ash) kg	14,8	9,7	18,1	1,9

¹ m, s, PVA, PVz e PCQ são, respectivamente, média, desvio-padrão da média, peso vivo no abate, peso vazio e peso da carcaça quente.

² Gordura e extrato etéreo referem-se à composição física e química, respectivamente.

¹ sd, SLW, EBW and HCW are standard deviation, slaughter weight, empty body weight and hot carcass weight, respectively.

² Fat and ether extract are related to physical and chemical composition, respectively.

TABELA 2 - Melhores equações de estimativa dos componentes químicos do corpo vazio, em função da composição física do corte das 9-10-11^a costelas
 TABLE 2 - Best equations to estimate the empty body chemical components from physical composition of 9-10-11th rib cuts.

Y ¹	Eq. n°	Intercepto Intercept	Coeficientes de regressão ² Regression coefficients ²						Cp - p ³	R ² (4)	Sy.x ⁵
			% MC RCL (%)	kg MC RCL (kg)	% GC RCF (%)	kg GC RCF (kg)	% OC RCB (%)	kg OC RCB (kg)			
Água (Water) %	1	70,470			-0,473					0,91	1,168
Água (Water) %	2	22,780	0,498				0,427		0,166	0,91	1,208
Água (Water) %	3	100,840	-0,190	-3,281	-0,830	0,993	-0,606		0,021	0,92	1,199
Água (Water) kg	4	29,110		1,558		-24,540			0,858	0,96	4,891
Água (Water) kg	5	-100,280	1,923	-13,050	0,837	-16,670		18,190	-0,018	0,97	4,968
EE (%) ⁶	6	4,255			0,618					0,94	1,298
EE (%)	7	6,456	-0,021		0,539	0,904			0,027	0,94	1,339
EE (%)	8	27,820	-0,382	4,212	0,437	-1,589		-1,786	-0,018	0,94	1,337
EE (kg)	9	19,070				46,536				0,95	6,446
EE (kg)	10	-6,000		-10,320		35,020			0,348	0,97	5,267
EE (kg)	11	-80,180		8,546	1,653	19,476	2,312	-40,050	0,003	0,97	5,290
P (kg) ⁶	12	13,620						8,257	0,511	0,84	3,368
P (kg)	13	-212,540	2,285		2,239	-4,760	1,923	11,954	0,003	0,87	3,314

¹ Componentes estimados do corpo vazio.
² MC, GC, OC e PCQ são, respectivamente, músculo, gordura e ossos do corte das 9-10-11^a costelas e peso da carcaça quente.

³ Cp e p são, respectivamente, estatística Cp de Mallows e número de variáveis independentes utilizadas nas equações.

⁴ R² - coeficiente de determinação.

⁵ Sy.x - desvio-padrão da estimativa.

⁶ EE e P - totais de extrato etéreo e proteína do corpo vazio.

¹ Component estimates of the empty body.

² RCL, RCF, RCB and HCW = lean, fat, and bone of the 9-10-11th rib cuts and hot carcass weight, respectively.

³ Cp and p = Mallows' statistics and number of independent variables.

⁴ R² = coefficient of determination.

⁵ Sy.x = standard deviation.

⁶ EE and P = total of the ether extract and protein in the empty body.

coeficientes de determinação e os baixos valores dos desvios-padrão da estimativa para as equações lineares que estimam esses componentes no corpo vazio (0,91 e 1,168; 0,94 e 1,298; e 0,95 e 6,446, respectivamente). Estes resultados confirmam trabalhos anteriores, mostrando alta correlação entre os componentes físicos do corte da costela e a composição química corporal ou da carcaça (HOPPER, 1944; HANKINS e HOWE, 1946 e ALHASSAN et al., 1975). O valor do coeficiente de determinação da equação de estimativa do teor de extrato etéreo corporal, a partir da quantidade de gordura separável do corte (0,94), é superior aos obtidos por HANKINS e HOWE (1946) e ALHASSAN et al. (1975) - 0,85 e 0,84, respectivamente. As características diferentes dos animais deste trabalho e os utilizados por aqueles autores poderiam ter influenciado os resultados obtidos.

As equações múltiplas de estimativa da porcentagem e da quantidade de água corporal inseridas na Tabela 2 mostram alta precisão em estimar esse componente no corpo vazio. As equações 3 e 4 foram as que apresentaram o valor de Cp mais próximo a p e os menores desvios-padrão da estimativa, justificando suas escolhas para estimar esse componente corporal. Segundo MacNEIL (1983), para equações em que o número de variáveis são diferentes, o menor desvio-padrão da estimativa é um critério mais adequado para selecioná-las que o coeficiente de determinação máximo. Pelos mesmos critérios discutidos acima, as equações 7 e 10 seriam as selecionadas para estimar a porcentagem e a quantidade de extrato etéreo do corpo vazio.

Na Tabela 2 encontram-se as equações de estimativa de números 12 e 13, que foram selecionadas para estimar a quantidade de proteína corporal. Pelo critério de seleção empregado no presente trabalho, a 13 deve ser a utilizada, pois, além de apresentar o valor de Cp mais próximo a p, possui o menor desvio-padrão da estimativa.

Na Tabela 3 encontram-se as melhores equações de estimativa dos componentes químicos do corpo vazio a partir da composição física do corte da 10ª costela. Os componentes separáveis fisicamente desse corte mostraram-se altamente correlacionados com os do corpo vazio em estimar as porcentagens de água e extrato etéreo e as quantidades de água, extrato etéreo e proteína, fato esse comprovado pelos altos valores apresentados pelos coeficientes de determinação e os baixos valores dos desvios-padrão da estimativa.

Estes resultados confirmam trabalhos anteriores que mostram alta correlação entre os componentes físicos do corte da 10ª ou 11ª costela e a composição química ou física do corpo vazio (LEDGER e HUTCHISON, 1962; GEAY e BÉRANGÉR, 1969; LEDGER et al., 1973 e ROBELIN et al., 1975).

LEDGER e HUTCHISON (1962) e GEAY e BÉRANGÉR (1969), aqueles trabalhando com novilhos de raças zebuínas e estes, com novilhos da raça Charolês, obtiveram equações lineares com coeficientes de determinação (0,94 e 0,90) superiores ao deste trabalho (0,85) para a estimativa da porcentagem de gordura corporal, a partir do mesmo componente separado do corte da 10ª ou 11ª costela. A estimativa do teor de gordura da carcaça, e não do corpo vazio, feita por aqueles autores pode explicar os melhores resultados obtidos, uma vez que os cortes da costela poderiam estar mais relacionados com a composição da carcaça em relação ao corpo vazio.

As equações múltiplas de estimativa da composição química corporal, a partir da composição física do corte da 10ª costela inseridas na Tabela 3, mostram que as porcentagens de água e extrato etéreo e as quantidades de água, extrato etéreo e proteína foram estimadas com alta precisão, apresentando altos valores para os coeficientes de determinação e baixos desvios-padrão da estimativa. As equações 3, 6, 8, 12 e 14, que estimam, respectivamente, a porcentagem e a quantidade de água, a porcentagem e a quantidade de extrato etéreo e a quantidade de proteína corporal, apresentaram os valores de Cp mais próximo a p e os menores desvios-padrão da estimativa, justificando assim suas escolhas para estimar os componentes supracitados. Nessas equações, além dos componentes separáveis fisicamente do corte da 10ª costela, o peso da carcaça quente foi incluído como variável independente, pois o mesmo mostrou-se altamente correlacionado com os componentes corporais.

LEDGER e HUTCHISON (1962) e GEAY e BÉRANGÉR (1969) obtiveram equações múltiplas com coeficientes de determinação superiores (0,94 e 0,93) aos deste trabalho (0,91) para a estimativa da porcentagem de extrato etéreo da carcaça, a partir das porcentagens de músculo e ossos do corte da 10ª costela e da quantidade de gordura renal e pélvica da carcaça. O teor médio de extrato etéreo corporal dos animais, utilizado por esses autores (26%), foi superior ao deste trabalho (21,2%), fato esse que poderia explicar as diferenças obtidas para a precisão da

TABELA - 3 - Melhores equações de estimativa dos componentes químicos do corpo vazio, em função da composição física do corte da 10ª costela
TABLE 3 - Best equations to estimate the empty body chemical components from the physical composition of 10th rib cut

Y ¹	Eq. N°	Intercepto Intercept	Coeficientes de regressão ² Regression coefficients ²						Cp - p ³	R ² (4)	Sy.x ⁵
			% MCr RCL (%)	kg MCr RCL (kg)	% Gcr RCF (%)	kg Gcr RCF (kg)	% Ocr RCB (%)	kg Ocr RCB (kg)			
Água (Water) %	1	72,700			-0,527					0,82	1,653
Água (Water) %	2	74,700			-0,436				0,849	0,84	1,692
Água (Water) %	3	53,990		12,580	-0,056	-7,382	0,698	-12,240	0,007	0,87	1,563
Água (Water) kg	4	88,160		105,860						0,81	10,571
Água (Water) kg	5	31,200				-55,910		62,460	1,000	0,96	6,739
Água (Water) kg	6	48,110	-0,739	45,110	0,539	-79,210	1,102	-6,294	1,000	0,96	5,742
EE (%) ⁶	7	1,230			0,693					0,85	1,942
EE (%)	8	-54,740	0,769	-10,902	0,916	8,062			0,088	0,91	1,627
EE (%)	9	-24,820	0,829	-27,240	0,774		* - 1,834	72,190	0,652	0,91	1,651
EE (kg)	10	13,470				107,000				0,92	8,118
EE (kg)	11	-15,550				79,060			15,640	0,94	7,310
EE (kg)	12	-54,540	1,241	-64,550		94,900	-1,914		0,240	0,96	5,839
P (kg) ⁶	13	-4,727					0,960		0,381	0,86	3,120
P (kg)	14	102,200	-1,258	10,580	-0,811	-15,640			0,002	0,88	3,092

¹ Componentes estimados do corpo vazio.

² MCr, GCr, OCr e PCQ são, respectivamente, músculo, gordura e ossos do corte da 10ª costela e peso da carcaça quente.

³ Cp e p são, respectivamente, estatística Cp de Mallows e número de variáveis independentes utilizadas nas equações.

⁴ R² - coeficiente de determinação.

⁵ Sy.x - desvio padrão da estimativa.

⁶ EE e P - totais de extrato etéreo e proteína do corpo vazio.

¹ Component estimates of the empty body.

² RCL, RCF, RCB and HCW = lean, fat, and bone of the 10th rib cut and hot carcass weight, respectively.

³ Cp and p = Mallows' statistics and number of independent variables.

⁴ R² = coefficient of determination.

⁵ Sy.x = standard deviation.

⁶ EE and P = total of the ether extract and protein in the empty body.

TABELA 4 - Melhores equações de estimativa dos componentes químicos do corpo vazio, em função da composição química do corte da 10ª costela
TABLE 4 - Best equations to estimate the empty body chemical components from the chemical composition of 10th rib cut

Y ¹	Eq. N°	Intercepto <i>Intercept</i>	Coeficientes de regressão ² <i>Regression coefficients²</i>									Cp - p ³	R ² (4)	Sy.x ⁵	
			% ACr <i>RCW %</i>	kg ACr <i>RCW kg</i>	% PCr <i>RCP %</i>	kg PCr <i>RCP kg</i>	% ECr <i>RCEE %</i>	kg ECr <i>RCE kg</i>	% CCr <i>RCA %</i>	kg CCr <i>RCA kg</i>	PCQ <i>HCW</i>				
Água (Water) %	1	70,210					- 0,471						0,89	1,311	
Água (Water) %	2	62,800		3,937				- 16,290					0,193	0,90	1,240
Água (Water) %	3	1860,400	- 17,920		- 18,100	11,810	- 18,110	- 17,930					0,014	0,92	1,231
Água (Water) kg	4	76,540				388,332								0,78	11,578
Água (Water) kg	5	19,780					-	- 68,760			0,949		0,653	0,97	4,428
Água (Water) kg	6	7577,800	- 75,660	- 2,627	- 75,380	28,770	- 76,100	- 85,660	- 77,480		0,949		0,431	0,97	4,506
E (%) ²	7	10,580						18,705						0,89	1,713
E (%)	8	28,410	- 0,274					12,380					0,035	0,90	1,604
E (%)	9	- 258,280	2,751	2,674	2,976	- 27,700	3,136	6,979		111,680	- 0,022		0,031	0,92	1,598
E (kg)	10	15,860						108,390						0,95	6,282
E (kg)	11	15,870						108,390					0,020	0,95	6,393
E (kg)	12	- 1208,800	11,960	4,818	15,380	- 199,800	12,340	81,110		516,680	0,194		0,006	0,96	6,364
P (kg) ²	13	18,760				127,630									4,082
P (kg)	14	16,360				42,950						0,131	4,888	0,86	3,176
P (kg)	15	7,170		10,020		94,160			1,671		0,105	0,009		0,89	2,919
P (kg)	16	- 6868,200	68,440	- 5,457	68,670	101,460	68,590		74,840	- 217,820	0,170	0,016		0,90	2,909

¹ Componentes estimados do corpo vazio.

² A, P, E, C e PCQ são, respectivamente, água, proteína, extrato etéreo, cinzas e peso da carcaça quente.

³ Cp e p são, respectivamente, estatística Cp de Mallows e número de variáveis independentes utilizadas nas equações.

⁴ R² - coeficiente de determinação.

⁵ Sy.x - desvio-padrão da estimativa.

¹ Component estimates of the empty body.

² W, P, E, A and HCW = water, protein, ether extract, ash, and hot carcass weight, respectively.

³ Cp and p = Mallows' statistics and number of independent variables.

⁴ R² = coefficient of determination.

⁵ Sy.x = standard deviation.

estimativa desse componente. Como discutido anteriormente, aqueles autores trabalharam com equações que estimavam o teor de extrato etéreo da carcaça e não do corpo vazio, o que poderia levar à obtenção de equações com diferentes precisão, uma vez que o corte da costela deve representar a composição da carcaça com melhor precisão que a do corpo vazio.

A equação múltipla de estimativa da quantidade de extrato etéreo corporal (Tabela 3, número 12) apresentou alto valor para o coeficiente de determinação e baixo desvio-padrão da estimativa (0,96 e 5,839). Este resultado confirma trabalhos anteriores de ROBELIN e GEAY (1975) e ALHASSAN et al. (1975), que encontraram os mesmos valores para o coeficiente de determinação para as equações de estimativa da quantidade de extrato etéreo da carcaça, utilizando como variáveis independentes os componentes separáveis do corte da costela e o peso da carcaça quente.

Os valores dos coeficientes de determinação e dos desvios-padrão da estimativa inseridos nas Tabelas 2 e 3 indicam que a composição física dos cortes da 9-10-11ª ou da 10ª costela estimam com alta precisão os componentes químicos do corpo vazio. A escolha entre os dois deve ser feita após uma avaliação criteriosa, já que há menor depreciação da carcaça quando se retira o corte da 10ª costela.

Na Tabela 4 encontram-se as melhores equações de estimativa da composição química corporal selecionadas a partir da composição química do corte da 10ª costela. Os componentes químicos deste corte mostraram-se altamente correlacionados com as porcentagens de água e extrato etéreo e com as quantidades de água, extrato etéreo e proteína do corpo vazio, fato esse comprovado pelos altos valores dos coeficientes de determinação e baixos desvios-padrão da estimativa. Esses resultados são coerentes com trabalhos anteriores, que mostram alta correlação entre os componentes químicos dos cortes da costela e a composição química corporal ou da carcaça (HOPPER, 1944; HANKINS e HOWE, 1946; LANNA, 1988; e PERON et al., 1993).

Os valores dos coeficientes de determinação das equações lineares de estimativa das porcentagens de água e extrato etéreo corporal (0,89 e 0,89, respectivamente) são superiores aos obtidos por PERON et al. (1993) - 0,63 e 0,85 -, trabalhando com cinco grupos genéticos de bovinos, utilizando os componentes químicos do corte da 12ª costela como variáveis independentes. No entanto, quando o autor utiliza somente animais da raça Nelore, semelhantes aos deste trabalho, o valor do coeficiente de determinação da equação de estimativa do teor de extrato etéreo corporal é de 0,69, inferior ao obtido no presente trabalho. Os

valores dos coeficientes de determinação das equações lineares de estimativa dos teores de água e extrato etéreo corporal obtidos por LANNA (1988) - 0,92 e 0,93, respectivamente - e os deste trabalho (0,89 e 0,89) com animais da raça Nelore indicam que os componentes químicos do corte da 10ª costela são bons indicadores dos componentes químicos do corpo vazio.

A estimativa da quantidade de extrato etéreo corporal feita pela quantidade de extrato etéreo da 10ª costela (equação 9, Tabela 4) apresentou alta precisão com coeficiente de determinação de 0,95. Este resultado é coerente com o obtido por HOPPER (1944), que mostra alta correlação entre a quantidade de extrato etéreo do corpo vazio e o mesmo componente no corte da costela.

A estimativa das quantidades de água e proteína do corpo vazio, feita pela quantidade de proteína do corte da 10ª costela (equações 4 e 13, Tabela 4), apresentou coeficientes de determinação de 0,78 e 0,75, respectivamente, valores esses inferiores aos obtidos para as estimativas desses componentes feita unicamente pelo peso da carcaça quente (0,88 e 0,84, respectivamente), tornando aquela variável de pouca valia para se estimarem esses componentes no corpo vazio.

As equações múltiplas de estimativa para as porcentagens de água e extrato etéreo e para as quantidades de água, extrato etéreo e proteína do corpo vazio inseridas na Tabela 4 apresentaram altos valores para os coeficientes de determinação e baixos desvios-padrão da estimativa, indicando alta correlação entre os componentes químicos corporal e do corte da 10ª costela. Estes resultados confirmam trabalhos anteriores que mostram alta correlação entre os componentes químicos acima citados no corpo vazio e no corte da costela (HOPPER, 1944; LEDGER et al., 1973 e LANNA, 1988).

Entre as equações que estimam a porcentagem e a quantidade de água, as de números 3 e 6 seriam as selecionadas para serem utilizadas, uma vez que apresentam o valor de Cp mais próximo a p, mas ambas, por apresentarem grande número de variáveis, teriam sua utilização mais difícil que as equações 2 e 5, que, embora apresentem um Cp mais distante de p, possuem coeficientes de determinação e desvios-padrão da estimativa semelhantes utilizando menor número de variáveis independentes. Pelos mesmos critérios de seleção, as equações 9, 12 e 16 seriam preteridas em relação às 8, 11 e 15 para se estimarem a porcentagem de extrato etéreo e as quantidades de extrato etéreo e proteína do corpo vazio.

Os valores dos coeficientes de determinação e dos desvios-padrão obtidos neste trabalho, quando se

utilizou a composição física dos componentes dos cortes da costela, indicam que a precisão é semelhante à composição química do corte da 10ª costela. Este fato foi anteriormente observado por HOPPER (1944) e ROBELIN e GEAY (1975). Sendo assim, seria recomendado a utilização da separação física dos componentes dos cortes da costela, como variáveis independentes, para se estimarem os componentes químicos do corpo vazio, pois essa metodologia é mais barata e mais fácil de ser aplicada, não envolvendo o uso de aparelhos e reagentes para a sua utilização.

Pelo uso da composição física ou química dos cortes da costela, não foi possível selecionar nenhuma equação que estimasse com boa precisão os teores de proteína e cinzas e a quantidade de cinzas do corpo vazio. A estreita amplitude de variação destes componentes no corpo vazio explica os baixos valores obtidos para os coeficientes de determinação dessas equações.

Conclusões

A utilização da composição química ou física dos cortes da costela estimam com alta precisão as porcentagens de água e extrato etéreo e as quantidades de água, extrato etéreo e proteína corporal de novilhos Nelore.

A utilização da composição química do corte da 10ª costela não apresentou nenhuma vantagem em relação a composição física deste corte ou do corte da 9-10-11ª costela, indicando que o último método citado deveria ser utilizado, por ser mais prático e de custos menores.

Entre os cortes utilizados, ambos apresentaram alta precisão em estimar a composição do corpo vazio, sendo o da 10ª costela o mais indicado pela maior facilidade de obtenção e menor depreciação comercial da carcaça.

As estimativas para as porcentagens de proteína e cinzas e para as quantidades de cinzas, a partir da composição química ou física dos cortes da costela, apresentaram baixa precisão, não devendo essa metodologia ser recomendada para se estimarem esses componentes em animais semelhantes à população utilizada neste experimento.

As equações de estimativa obtidas no presente trabalho devem ser empregadas somente em novilhos Nelore até que sejam testadas em outras populações.

Referências Bibliográficas

- ALHASSAN, W.S., BUCHANAN-SMITH, J.G., USBORNE, W.R. et al. Prediction empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, Ont., v.55, n.3, p.369-76, sept., 1975.
- GEAY, Y., BÉRANGÈRE, C. *Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins a partir de la composition d'un morceau monostal au niveau de la 11^e côte*. Ann. Zootech., Versailles, FR, v.18, n.1, p.65-77, jan./marc., 1969.
- HANKINS, O.G., HOWE, P.E. *Estimation of the composition of beef carcasses and cuts*. Washington, USDA, out., 1946. (Tech. Bulletin - USDA, 1946).
- HOPPER, T.H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. *J. Agr. Res.*, Washington, DC, v.68, n.6, p.239-68, march, 1944.
- LANNA, D.P.D. *Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição química de cortes das costelas*. Piracicaba - SP, 131p., Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", USP, 1988.
- LEDGER, H.P., HUTCHISON, H.G. The value of the tenth rib as a sample joint for the estimation of lean, fat and bone in carcass of East African zebu cattle. *J. Agric. Sci., Camb.*, UK, v.58, n.1, p.81-88, feb., 1962.
- _____, GILLIVER, B., ROB, J.M. An examination of sample joint dissection and specific gravity techniques for assessing the carcass composition of steers slaughtered in commercial abattoirs. *J. Agric. Sci., Camb.*, UK, v.80, n.3, p.381-93, jun., 1973.
- MACNEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. *J. Anim. Sci.*, Champaign, IL., v.57, n.5, p.1328-36, nov., 1983.
- PERON, A.J., FONTES, C.A.A., LANA, R.P. et al. Predição da composição corporal e da carcaça de bovinos através de métodos indiretos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.22, n.2, p.227-37, mar./abril, 1993.
- ROBELIN, J., GEAY, Y. *Estimation de la composition des carcasses jeunes bovins a partir de la composition d'un morceau monostal prélevé au niveau de la 11^e côte*. I. Composition anatomique de la carcasse. Ann. Zootech., Versailles, FR, v.24, n.3, p.391-402, jul./sept., 1975.
- _____, GEAY, Y., BÉRANGÈRE, C. *Estimation de la composition chimique des carcasses de jeunes bovins mâles a partir de la proportion de dépôts adipeux d'un morceau monostal prélevé au niveau de la 11^e côte*. Ann. Zootech., Versailles, FR., v.24, n.2, p.323-26, abr./jun., 1975.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4ª ed., v.1, Cary, NC : SAS Institute Inc., 1989, 943p.

Recebido em: 07/03/96

Aceito em: 03/06/96