

Exigências nutricionais de vacas de corte lactantes e seus bezerros

Luiz Fernando Costa e Silva, Sebastião de Campos Valadares Filho, Polyana Pizzi Rotta, Sidnei Antônio Lopes, Pedro Veiga Rodrigues Paulino, Mário Fonseca Paulino

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho de aproximadamente 200 milhões de bovinos (ANUALPEC, 2015); dos quais, cerca de 65 milhões são vacas (fêmeas acima de três anos), sendo a grande maioria proveniente de raças zebuínas (*Bos taurus indicus*) e seus cruzamentos, responsáveis pelo fornecimento de animais para toda a cadeia produtiva da carne.

Na produção de bovinos de corte, a fase de cria é importante na cadeia produtiva da carne pelo fato de fornecer os futuros animais que serão utilizados nas demais fases do sistema de produção; adicionalmente, é caracterizada pela utilização de um grande número de animais, cerca de 31% do rebanho de produção são representados por vacas de corte (Calegare, 2004). Estima-se que cerca de 70% das exigências de energia requeridas para a produção de carne são utilizadas para funções envolvidas com a manutenção das vacas (Ferrell e Jenkins, 1985). Assim, cerca de 50% da energia requerida para produzir um animal até o abate é utilizada para manutenção das vacas.

Nesse sentido, a pecuária brasileira tem sido pressionada a desenvolver um programa de produção contínua de carne eficiente e competitivo com base nas áreas atualmente utilizadas, o que obrigatoriamente se baseia na redução do ciclo produtivo. Dessa forma, os sistemas de produção têm se intensificado a fim de reduzir a idade de abate dos animais, elevando a quantidade e a qualidade dos produtos ofertados. Sob essa ótica, torna-se essencial conhecer o consumo de matéria seca (CMS) potencial das vacas e dos bezerros, para um adequado planejamento e adoção de tecnologias, a fim de alcançar as metas produtivas estabelecidas no sistema.

Durante a fase de cria, a mensuração correta da produção de leite (PL) torna-se indispensável uma vez que essa retrata a quantidade de nutrientes que a vaca está secretando no leite. Além disso, essa estimativa será considerada para calcular a quantidade de nutrientes que o bezerro está ingerindo pelo leite, o que será levado em consideração para o atendimento das exigências nutricionais desses animais. A PL pode ser medida diretamente ou indiretamente, sendo que os métodos mais comuns são: a ordenha manual (Gifford, 1953), a pesagem do bezerro antes e após a mamada (Knapp e Black, 1941), a ordenha mecânica após aplicação de ocitocina (Anthony et al., 1959) e a avaliação da concentração de monóxido de deutério no leite (Freetly et al., 2006). Assim, percebe-se que além do entendimento do CMS dos animais, a PL é um fator que irá influenciar no desempenho dos bezerros e conseqüentemente no peso corporal (PC) à desmama. Nesse sentido, a segunda edição do BR-CORTE, em 2010, utilizou a recomendação de Henriques et al. (2011) que avaliaram diferentes modelos para estimar a PL de vacas Nelore lactantes. Porém, a equação sugerida não foi validada.

O consumo de energia metabolizável (CEM) para que não ocorram mudanças na energia presente no corpo irá influenciar as exigências dietéticas de energia para manutenção, sendo essa considerada uma característica de moderada a alta herdabilidade (Carstens et al., 1988). Com isso, a ineficiência energética, de 60 a 70% do total de energia exigida para manutenção dos animais (Bottje e Carstens, 2009) tem sido atribuída ao *turnover* proteico, bomba de íons (Na^+ e K^+) e ao desacoplamento da fosforilação oxidativa na mitocôndria. Assim, a seleção de animais que possuem exigências

para manutença mais baixas poderia ser adotada objetivando obter animais mais eficientes.

As exigências de energia do animal correspondem ao somatório das necessidades de manutença e produção que por sua vez, podem ser divididas em: exigências de energia para crescimento, lactação e gestação (Webster, 1979). Todavia, poucos estudos (Fonseca, 2012a; b) foram conduzidos no Brasil para estimar as exigências nutricionais dos animais na fase de cria, ou seja, das vacas lactantes e dos bezerros lactentes. Com isso, a partir do conhecimento da PL e das exigências nutricionais dos bezerros, a quantidade de energia e proteína secretada pelo leite pode ser conhecida, o que permitiria estimar o momento em que o leite não fornece quantidades suficientes de nutrientes e, assim, obter o momento correto para que haja a suplementação dos bezerros.

Nesse capítulo, serão apresentadas discussões sobre equações desenvolvidas para estimar o CMS e a produção e composição de leite de vacas Nelore lactantes, bem como o CMS de bezerros Nelore lactentes. Ainda,

serão apresentadas as exigências de energia, proteína e minerais para vacas Nelore lactantes e seus bezerros.

CONSUMO DE MATÉRIA SECA DE VACAS DE CORTE LACTANTES

A última edição do BR-CORTE (2010) utilizou o valor constante de 2,39% do PC para o CMS de vacas Nelore lactantes durante os seis primeiros meses de lactação a partir do estudo de Fonseca (2009). No entanto, o uso de valores constantes parece não ser o melhor método para estimar o CMS de vacas Nelore lactantes, visto que as exigências nutricionais desses animais reduzem à medida que a lactação avança. Com isso, Costa e Silva (2015) avaliou cinco modelos para estimar o CMS (g/kg PC) de vacas Nelore durante sete meses de lactação e observaram que a equação ajustada, usando o modelo proposto por Wilmink (1987) acrescido da variável ganho médio diário (GMD) proporcionou as melhores estimativas (Figura 11.1).

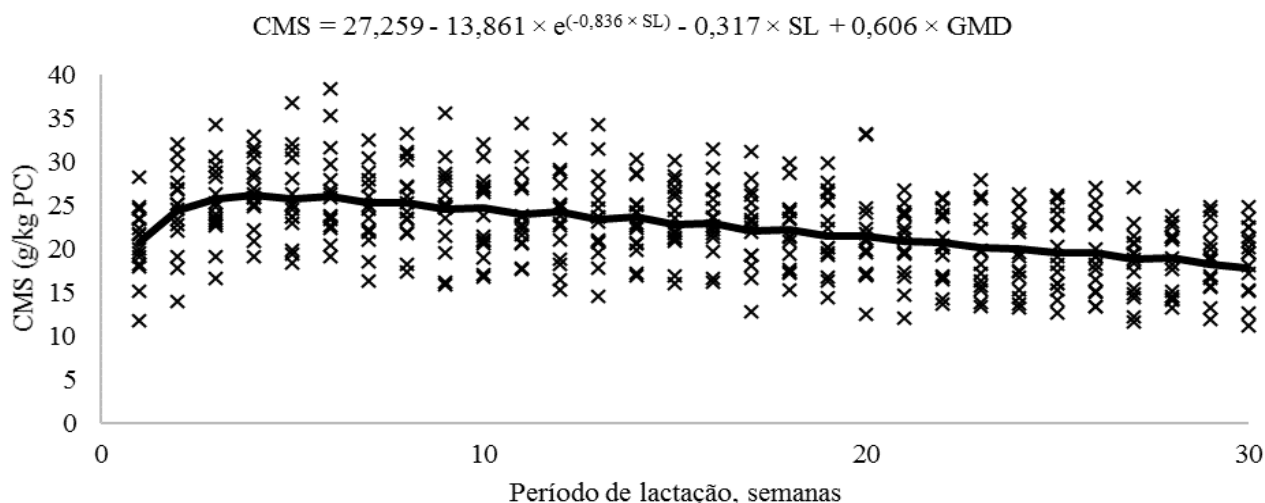


Figura 11.1 - Consumo de matéria seca (g/kg PC) de vacas Nelore durante o período de lactação.

Dessa forma, a equação proposta por Costa e Silva (2015) foi:

$$\text{CMS (g/kg PC)} = 27,259 - 13,861 \times \exp^{(-0,836 \times \text{SL})} - 0,317 \times \text{SL} + 0,606 \times \text{GMD},$$

em que: CMS = consumo de matéria seca, SL = semana de lactação, GMD = ganho médio diário.

Considerando a recomendação do BR-CORTE (2010), percebe-se que apenas os valores preditos no início da lactação

provenientes da equação de Costa e Silva (2015) estão próximos à média recomendada pelo último BR-CORTE. Todavia, ao considerar as últimas 4 semanas de lactação, a diferença entre a recomendação do BR-CORTE (2010) e os valores preditos pela equação de Costa e Silva (2015) foi de 1,5 kg/dia (6,0 vs. 7,5 kg/dia).

Além disso, esse autor verificou se a equação ajustada usando o modelo proposto por Wilmink (1987) adicionada de GMD estima corretamente o CMS de vacas Nelore em lactação mantidas em pastejo a partir de um banco de dados independente que continha um total de 120 observações (Tabela 11.1).

Tabela 11.1 - Estatística descritiva do banco de dados independente utilizado para avaliar as equações de predição do consumo de matéria seca (CMS) e produção de leite de vacas de corte

Estudo	Item	n	Média	DP	Máximo	Mínimo
Lopes (2012)	Semana de lactação	-	26,5	5,45	37,0	12,0
	Produção de leite	143	6,97	1,58	9,99	4,24
	CMS total	32	11,8	2,35	17,0	7,95
	Peso corporal	32	481	50,6	558	359
	Ganho médio diário	32	-0,34	0,35	0,22	-1,38
Cardenas (2012)	Semana de lactação	-	28,1	6,38	40,0	12,0
	Produção de leite	170	7,00	1,36	9,87	4,21
	CMS total	60	12,9	1,45	16,7	9,94
	Peso corporal	60	450	51,6	567	362
	Ganho médio diário	60	0,20	0,09	0,40	-0,04
Márquez (2013)	Semana de lactação	-	27,3	8,63	41	10
	Produção de leite	61	6,49	1,64	9,4	3,37
	CMS total	28	15,5	3,04	22,9	8,49
	Peso corporal	28	499	44,6	595	428
	Ganho médio diário	28	0,05	0,11	0,28	-0,17
Lopes (2015)	Semana de lactação	-	8,05	2,65	12,0	3,00
	Produção de leite	37	8,47	1,46	10,8	5,79

Adaptada de Costa e Silva (2015).

A partir das avaliações, Costa e Silva (2015) observou que o intercepto e a inclinação da equação não foram diferentes de 0,0 e 1,0, respectivamente. Além disso, o erro

médio de predição foi próximo a zero, estando esse associado ao erro aleatório (92,1%; Tabela 11.2).

Tabela 11.2 - Média (kg) e estatística descritiva para a relação entre os valores observados e preditos para o consumo de matéria seca (CMS) e produção de leite de vacas de corte lactantes e CMS de volumoso e concentrado (CMSvc) de bezerros de corte lactentes

Item	CMS total de vacas		Produção de leite				CMS de volumoso e concentrado	
	OBS ₁	Wilmink (1987) com GMD ²	OBS ₁	Cobby e Le Du (1978) ³	BR-CORTE (2010) ⁴	NRC (1996) ⁵	OBS ¹	BR-CORTE (2016) ⁶
Média	12,1	11,7	7,04	7,05	6,5	3,49	2,51	2,34
DP	2,28	1,36	1,57	0,58	0,32	1,98	0,64	0,34
Máximo	17,0	14,0	10,8	8,57	7,25	8,00	3,99	3,37
Mínimo	7,95	8,94	3,37	5,98	6,08	0,83	0,99	1,35
R	-	0,38	-	0,39	0,15	0,15	-	0,44
CCC ⁸	-	0,33	-	0,65	0,14	0,13	-	0,33
Regressão								
Intercepto								
Estimativa	-	4,49	-	-0,42	-5,29	5,97	-	0,55
EP	-	2,88	-	0,88	1,45	0,15	-	0,29
P-valor ⁹	-	0,13	-	0,64	< 0,001	< 0,001	-	0,054
Inclinação								
Estimativa	-	0,65	-	1,06	1,9	0,31	-	0,85
EP	-	0,25	-	0,12	0,22	0,04	-	0,12
P-valor ¹⁰	-	0,16	-	0,63	< 0,001	< 0,001	-	0,24
QMEP ¹¹	-	4,68	-	2,09	2,47	16,6	-	0,40
Vício	-	0,15	-	0,00	0,30	12,6	-	0,04
Erro sistemático	-	0,22	-	0,01	0,08	1,86	-	0,002
Erro aleatório	-	4,31	-	2,08	2,09	3,79	-	0,35

¹OBS = valores observados; ²Wilmink (1987) com GMD = valores preditos da equação gerada a partir do modelo proposto por Wilmink (1987) adicionado do ganho médio diário (GMD); ³Cobby and Le Du (1978) = valores preditos pela equação gerada a partir do modelo proposto por Cobby e Le Du (1978); ⁴BR-CORTE (2010) = valores preditos pela equação sugerida por Valadares Filho et al. (2010); ⁵NRC (1996): produção de leite = semana/(0,3911 × e^(0,1176 × semana)); ⁶BR-CORTE (2016) = valores preditos pela equação proposta por Costa e Silva (2015); ⁸CCC = coeficiente de correlação e concordância; ⁹H₀: β₀ = 0; ¹⁰H₀: β₁ = 1; ¹¹QMEP = quadrado médio do erro de predição.

Assim, sugere-se que o CMS de vacas Nelore possa ser estimado a partir da seguinte equação:

$$\text{CMS (g/kg PC)} = 27,259 - 13,861 \times \exp^{(-0,836 \times \text{SL})} - 0,317 \times \text{SL} + 0,606 \times \text{GMD}.$$

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS NELORE

A última edição do BR-CORTE (2010) se baseou no trabalho desenvolvido por Henriques et al. (2011) para a sugestão de uma equação para estimar a produção de leite de vacas Nelore. Esses autores avaliaram cinco modelos e recomendaram que o modelo descrito por Jenkins e Ferrell (1984)

modificado por Detmann (comunicação pessoal) foi o que melhor se ajustou aos dados. No entanto, devido à falta de um modelo desenvolvido para animais zebuínos, a equação sugerida por Henriques et al. (2011) foi adotada:

$$\text{PL} = 5,9579 + 0,4230 \times \text{SL} \times e^{(0,1204 \times \text{SL})},$$

em que PL = produção de leite; SL = semana de lactação. Contudo, Costa e Silva (2015) avaliou cinco modelos disponíveis na literatura para estimar PL de vacas Nelore durante sete meses de lactação. Nesse estudo, as vacas receberam uma dieta com alta quantidade de volumoso (85%) no intuito de simular uma dieta a pasto com

suplementação. Com isso, a equação que apresentou as melhores estimativas foi aquela

ajustada usando o modelo proposto por Cobby e Le Du (1978; Figura 11.2):

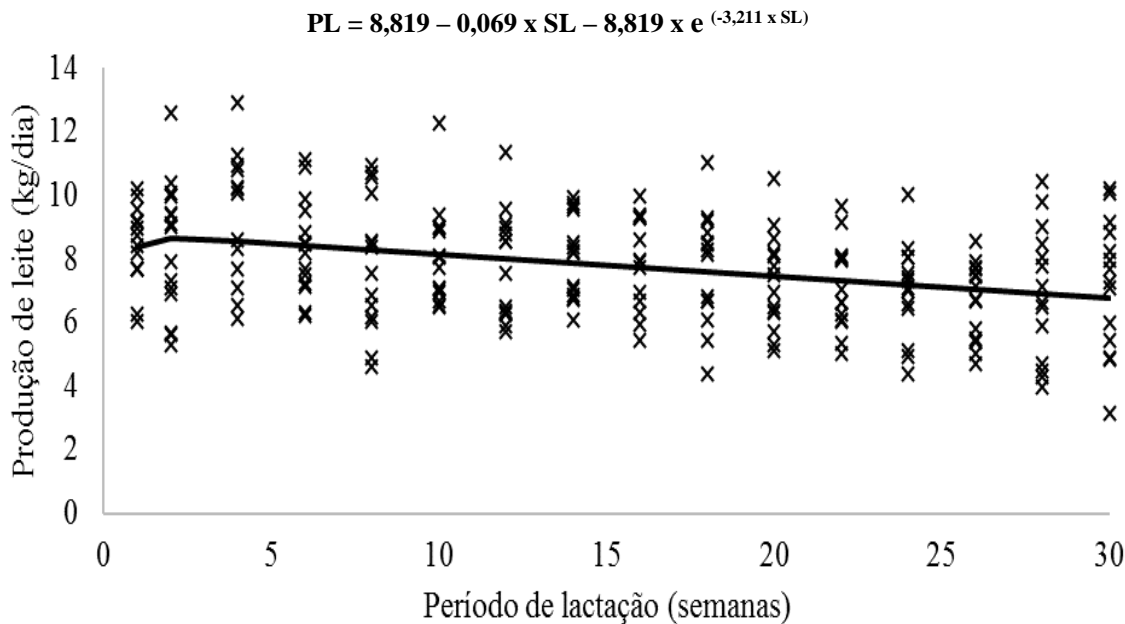


Figura 11.2 - Relação entre produção de leite e semana de lactação de vacas Nelore lactantes.

Além disso, Costa e Silva (2015) avaliou se as equações propostas pelo BR-CORTE (2010), NRC (1996) e a equação estimada a partir do modelo proposto por Cobby e Le Du (1978) estimam corretamente a produção de leite (PL) de vacas Nelore mantidas em pastagem de *Brachiaria spp.*, usando um banco de dados independente que continha 411 observações provenientes de 4 experimentos conduzidos no setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (Tabela 11.1).

A partir das avaliações, Costa e Silva (2015) verificou que a equação sugerida a partir do modelo proposto por Cobby e Le Du (1978) apresentou as melhores estimativas uma vez que foi a única equação que estimou corretamente a PL de vacas Nelore, apresentando maior CCC (0,65) e menor quadrado médio do erro de predição (2,09), estando 99,5% desse erro associado ao erro aleatório (Tabela 11.2). Assim, sugere-se o uso da seguinte equação para estimar a produção de leite de vacas Nelore:

$$PL = 8,819 - 0,069 \times SL - 8,819 \times e^{(-3,211 \times SL)}$$

Em relação à composição do leite de vacas Nelore, o BR-CORTE (2010) utilizou os dados provenientes do estudo de Fonseca (2009). Todavia, essa recomendação desconsiderou a variação que ocorre durante a lactação quanto à concentração dos componentes do leite, sendo considerado apenas uma média para cada componente durante todo o período de lactação. Além disso, a composição mineral do leite de vacas Nelore em lactação não foi apresentada na última edição do BR-CORTE.

Dessa forma, Costa e Silva et al. (2015a) avaliaram a composição do leite de vacas Nelore multíparas e verificaram que as percentagens de sólidos totais, lactose e gordura não variaram, enquanto que a proteína aumentou durante a lactação. Assim, esses autores sugeriram que a composição do leite de vacas Nelore teria uma percentagem média de 15,0% de sólidos totais, 4,59% de lactose e 5,61% de gordura, enquanto que a proteína aumentaria de 3,6% - do início até 112 dias de lactação - para 3,9% aos 7 meses de lactação. Os valores foram próximos aos recomendados pela edição do BR-CORTE (2010), com exceção para a percentagem de gordura (5,61 vs. 3,88%). Esse maior valor encontrado por Costa e Silva et al. (2015a)

pode ser atribuído ao maior aporte de forragem fornecido na dieta, o que possivelmente estimulou a produção de acetato e assim, proporcionou uma maior quantidade de substrato para a síntese de gordura *de novo* na glândula mamária. Além disso, Costa e Silva et al. (2015a) também

avaliaram a composição mineral do leite de vacas Nelore e consideraram que a concentração média seria 1,11% Ca, 0,76% P, 0,20% Na, 0,25% S, 2,29 ppm Co, 3,20 ppm Cr, 29,9 ppm Fe, e 1,40 ppm Mn (Tabela 11.3).

Tabela 11.3 - Composição do leite de vacas Nelore durante a lactação

Componentes	Dias de lactação							EPM	Valor P
	28	56	84	112	140	168	196		
Sólidos totais (%)	14,5	14,7	14,8	14,9	15,1	15,4	15,6	0,40	0,13
Proteína (%)	3,57 ^c	3,50 ^c	3,54 ^c	3,62 ^c	3,75 ^b	3,87 ^a	3,94 ^a	0,10	<0,001
Lactose (%)	4,58	4,66	4,63	4,62	4,60	4,52	4,48	0,10	0,05
Gordura (%)	5,20	5,44	5,58	5,53	5,65	5,90	5,98	0,40	0,44
Ca (g/kg)	1,13	1,10	1,10	1,10	1,12	1,11	1,10	0,03	0,46
P (g/kg)	0,81 ^a	0,74 ^b	0,73 ^b	0,76 ^{ab}	0,77 ^{ab}	0,77 ^{ab}	0,76 ^{ab}	0,02	0,01
Mg (g/kg)	0,06 ^c	0,07 ^c	0,07 ^c	0,07 ^{bc}	0,08 ^{ab}	0,08 ^a	0,08 ^a	0,01	<0,001
K (g/kg)	0,71 ^{ab}	0,70 ^{ab}	0,71 ^{ab}	0,73 ^a	0,73 ^{ab}	0,69 ^{ab}	0,65 ^b	0,03	0,04
Na (g/kg)	0,22 ^a	0,20 ^b	0,19 ^b	0,19 ^b	0,19 ^b	0,19 ^b	0,20 ^{ab}	0,01	<0,001
S (g/kg)	0,26	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,01	0,08
Co (ppm)	2,32 ^{ab}	2,58 ^a	1,99 ^b	2,20 ^{ab}	2,48 ^{ab}	2,16 ^{ab}	2,28 ^{ab}	0,20	0,03
Cr (ppm)	3,19	3,33	3,24	3,03	3,28	3,27	3,05	0,20	0,12
Cu (ppm)	3,01 ^a	2,28 ^b	1,98 ^b	1,78 ^b	1,73 ^b	1,55 ^b	1,54 ^b	0,20	<0,001
Fe (ppm)	27,9	29,9	27,4	29,3	30,1	32,5	32,0	3,1	0,58
Mn (ppm)	1,47	1,26	1,24	1,36	1,47	1,53	1,47	0,2	0,21
Zn (ppm)	41,1 ^a	35,5 ^b	34,1 ^b	33,9 ^b	34,6 ^b	34,7 ^b	33,8 ^b	1,8	<0,001

Adaptado de Costa e Silva et al. (2015a).

CONSUMO DE MATÉRIA SECA DE BEZERROS NELORE LACTENTES

A edição do BR-CORTE em 2010 recomendou o valor constante de 2,35% PC para o CMS total de bezerros Nelore lactentes durante os seis primeiros meses de lactação; essa recomendação foi oriunda do estudo conduzido por Fonseca (2009). No entanto, Costa e Silva (2015) avaliou cinco modelos disponíveis na literatura para estimar o CMS de volumoso e concentrado para bezerros Nelore durante a fase de amamentação. Assim, conhecendo o consumo de leite através da PL das vacas e o multiplicando pelo seu teor de MS obtêm-se o CMS de leite. Dessa forma, fazendo-se a soma do CMS de leite e dos alimentos sólidos pode-se obter o CMS total dos bezerros no período de amamentação. Com isso, nessa edição do BR-CORTE, a seguinte equação proposta por Costa

Silva (2015) foi adotada para estimar o consumo de matéria seca de volumoso e concentrado:

$$\text{CMS}_{\text{vc}} = 0,353 - 0,532 \times \text{CMS}_{\text{leite}} + 0,01065 \times \text{PC} + 0,3497 \times \text{GMD},$$

em que CMS_{vc} = consumo de matéria seca de volumoso e concentrado (kg/dia), $\text{CMS}_{\text{leite}}$ = consumo de matéria seca do leite (kg/dia), PC = peso corporal (kg), GMD = ganho médio diário (kg/dia). Adicionalmente, a partir de um banco de dados independente que continha 232 observações provenientes de 5 experimentos conduzidos em condições de pastagem (Tabela 11.4), essa equação foi avaliada, resultando na correta estimativa do CMS de volumoso e concentrado de bezerros de corte lactentes (Tabela 11.2), sendo então essa equação sugerida pelo BR-CORTE.

Tabela 11.4 - Estatística descritiva do banco de dados independente utilizado para avaliar a predição do consumo de matéria seca de volumoso e concentrado de bezerros de corte lactentes

Estudo	Item	n	Média	DP	Máximo	Mínimo
Lopes (2012)	Idade (dias)		170	-	-	-
	CMS de concentrado	53	0,63	0,32	0,80	0,00
	CMS de volumoso	53	2,02	0,59	3,34	0,79
	Peso corporal	53	188	31,0	256	123
	Ganho médio diário	53	0,85	0,12	1,14	0,64
Cardenas (2012)	Idade (dias)		192	33,2	245	120
	CMS de concentrado	62	0,46	0,2	0,97	0,04
	CMS de volumoso	62	1,86	0,47	3,04	0,88
	Peso corporal	62	217	30,2	285	154
	Ganho médio diário	62	0,67	0,09	0,92	0,42
Márquez (2013)	Idade (dias)		150	-	-	-
	CMS de concentrado	28	1,08	0,56	2,63	0,28
	CMS de volumoso	28	2,17	1,15	6,31	0,77
	Peso corporal	28	202	21,6	255	151
	Ganho médio diário	28	0,94	0,09	1,13	0,74
Lopes (2015)	Idade (dias)		190	-	-	-
	CMS de concentrado	42	0,84	0,61	1,62	0
	CMS de volumoso	42	2,01	0,41	3,21	1,38
	Peso corporal	42	203	29,0	264	148
	Ganho médio diário	42	0,84	0,12	1,14	0,56
Martins (2016)	Idade (dias)		182	-	-	-
	CMS de concentrado	47	0,75	0,63	2,79	0,00
	CMS de volumoso	47	2,32	1,05	5,63	1,00
	Peso corporal	47	212	28,1	296	161
	Ganho médio diário	47	0,81	0,17	1,08	0,43

EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA VACAS DE CORTE LACTANTES

Os cálculos utilizados para as exigências nutricionais de vacas Nelore em lactação e bezerros lactentes seguiram as mesmas recomendações sugeridas nos capítulos anteriores. Devido à falta de experimentos com vacas Nelore em lactação e bezerros lactentes desde a última edição do BR-CORTE (2010), as exigências nutricionais desses animais foram baseadas no experimento conduzido por Fonseca (2009).

Dessa forma, a relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e PCJ das vacas foi calculada seguindo as recomendações do capítulo 1:

$$PCVZ = 0,8507 \times PCJ^{1,0002},$$

enquanto que a relação entre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e GMD foi considerada 0,936. Conforme explicado no capítulo de exigências de energia para bovinos de corte, a produção de calor foi obtida indiretamente pela diferença entre consumo de energia metabolizável (CEM) e a energia retida (ER), que foram determinados pela técnica de abate comparativo, e a energia secretada no leite. Com isso, as exigências de energia líquida para manutenção das vacas (ELm) foram obtidas pela equação:

$$PCalor = 97,8 \times \exp^{(0,0024 \times CEM)}, S_{XY} = 0,5578,$$

em que $PCalor =$ produção de calor (kcal/PCVZ^{0,75}/dia) e $CEM =$ consumo de energia metabolizável (kcal/PCVZ^{0,75}/dia). Assim, a partir da equação anterior, quando o CEM é igual a zero se obtém o valor de 97,8 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, ou seja, as exigências de energia líquida para manutenção de vacas Nelore em lactação.

O NRC (1996) estabeleceu as exigências de ELM para bovinos de corte como sendo 77 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, obtidas a partir dos dados de Lofgreen e Garret (1968). Ainda, esse sistema recomenda descontos de 10% para animais zebuínos e um acréscimo de 20% para vacas em lactação. Portanto, adotando-se essas recomendações, as ELM de vacas Nelore em lactação, segundo o NRC (1996), seriam de 83,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Buskirk et al. (1992) estimaram a ELM de 72,5 kcal/PCJ^{0,75}/dia para vacas Angus.

Utilizando as recomendações da última edição do BR-CORTE (2010), a exigência de energia líquida para manutenção em animais zebuínos de diferentes classes sexuais foi estimada em 74,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Considerando-se o acréscimo de 20% para vacas em lactação (NRC, 1996), o valor obtido para essa categoria animal deveria ser de 89,0 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, resultado esse que está abaixo do obtido pelo experimento de Fonseca (2009) que foi de 97,8 kcal/PCVZ^{0,75}/dia.

Assim, mesmo considerando os dados de apenas um experimento, por falta de outras informações para essa categoria animal, recomenda-se a utilização do valor de 97,8 kcal/PCVZ^{0,75}/dia como a exigência de energia líquida para manutenção de vacas Nelore em lactação.

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EMm) de vacas Nelore em lactação foi obtida quando o CEM se igualou à produção de calor utilizando o método iterativo na equação anteriormente proposta, que resultou no valor de EMm de 135,4 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. A partir desses valores, a eficiência de utilização da energia metabolizável (EM) para manutenção (*km*) foi estimada em 72% (97,8/135,4). Em um estudo de Freetly et al. (2006) com vacas de corte (Hereford × Angus × Redpoll × Pinzgauer) primíparas lactantes, a EMm foi estimada em 146 kcal/PCJ^{0,75}/dia e a eficiência de utilização da EM para manutenção foi estimada em 72%. Por outro lado, Calegare et al. (2007) estimaram a EMm de 141,3 kcal/PC^{0,75}/dia para vacas Nelore lactantes, sendo esse valor próximo ao observado por Fonseca (2009).

A perda de energia relacionada à mobilização de reservas corporais foi obtida a partir da composição corporal das vacas referência abatidas logo após o parto, e daquelas que foram alimentadas ao nível de manutenção durante os primeiros 90 dias, ou seja, aquelas que perderam peso. Assim, a energia retida negativa foi 2,1 Mcal/dia, que dividida pela perda de peso corporal de 0,48 kg/dia, resultou no valor médio de 4,3 Mcal/kg de perda de PC. Esse valor está abaixo do recomendado por outros sistemas de exigências nutricionais que utilizaram animais taurinos como base para os cálculos, o que poderia explicar a diferença entre eles (Tabela 11.5). A eficiência de utilização da energia proveniente da mobilização das reservas corporais para a PL obtida por Freetly et al. (2006) foi de 78%, enquanto que o AFRC (1993) e o CSIRO (2007) consideraram a eficiência de 84%.

Tabela 11.5 - Perda de energia relacionada à mobilização de reservas corporais (Mcal/kg de perda de PC) de acordo com diferentes sistemas de exigências nutricionais

Característica	Fonseca (2009)	NRC (1996)	CSIRO (2007)		INRA (1989)	AFRC (1993)
			Raças britânicas	Raças européias		
Mobilização de reservas corporais	4,3	5,8	6,4	5,5	6,0	4,5

Todavia, poucos trabalhos envolvendo a estimativa das exigências nutricionais de fêmeas zebuínas foram realizados no Brasil (Calegare et al., 2007; Fonseca, 2009; Marcondes et al., 2009; Costa e Silva et al., 2015b). Ainda, os poucos estudos foram realizados em confinamento, onde os animais são mantidos em baias, de forma a permitir um maior controle para a obtenção de variáveis importantes, como o consumo de energia metabolizável, que será utilizado para cálculo das estimativas.

Dessa forma, é provável que haja uma subestimação das exigências de energia para manutenção dos animais mantidos em confinamento, uma vez que não está sendo considerado o gasto extra de energia que se observaria caso os animais estivessem a pasto. Numa situação extensiva, a produção de calor dos animais é influenciada por uma série de fatores inter-relacionados, como disponibilidade e qualidade da forragem, condições ambientais e comportamento do animal em pastejo, como descrito detalhadamente no capítulo de exigências de energia para bovinos de corte.

De acordo com os trabalhos conduzidos com animais a pasto, em que a produção de calor foi estimada a partir da taxa de batimentos cardíacos, o gasto energético relacionado às atividades de pastejo e locomoção, tanto no plano horizontal quanto vertical em áreas de pastagem, correspondeu

entre 8,0 e 11,2% da produção total de energia (Brosh et al., 2010). Dessa forma, pesquisas avaliando o incremento nas exigências de manutenção que as atividades de pastejo podem acarretar no rebanho de cria devem ser conduzidas no Brasil para permitir um melhor entendimento das variações na eficiência energética dos animais (Kelly et al., 2010).

As exigências de energia líquida para ganho (ELg) de vacas Nelore lactantes foram calculadas a partir da equação descrita por Fonseca (2009) utilizando o modelo alométrico:

$$ELg = GPCVZ \times (1,0076 \times PCVZ^{0,2389}),$$

em que ELg = exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg/dia). A eficiência de utilização da energia metabolizável (EM) para ganho (kg) de vacas Nelore em lactação foi de 0,44, equivalente à inclinação da reta produzida a partir da relação entre a ER (kcal/PCVZ^{0,75}/dia) e o CEM (kcal/PCVZ^{0,75}/dia) descrita na Figura 11.3. Flatt et al. (1967), trabalhando com vacas holandesas em lactação, encontraram o valor de 0,64 para kg. Se considerar uma energia retida igual a zero nessa equação, pode-se estimar as exigências de EM para manutenção de vacas lactantes de 140,1 kcal/PCVZ^{0,75}, valor próximo ao obtido pelo processo iterativo.

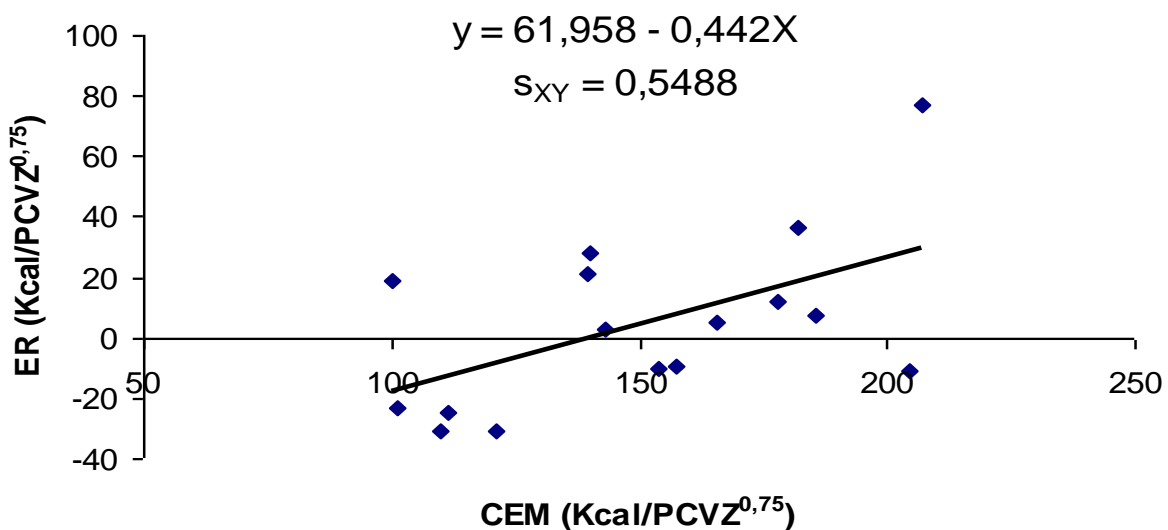


Figura 11.3 - Energia retida em função do consumo de energia metabolizável. Adaptada de Fonseca et al. (2012).

As exigências de energia líquida para lactação (EL_l) foram consideradas como a energia líquida do leite, que no estudo de Fonseca (2009), resultou em 0,75 Mcal/kg de leite. Considerando a eficiência de utilização da energia metabolizável para lactação (k_l) igual ao km (BCNRM, 2016) de 0,72, pode-se inferir que a exigência de EM para lactação (EM_l) seja de 1,04 Mcal/kg de leite.

Além dessa forma, a EL por kg de leite pode ser obtida a partir dos componentes do leite, sendo cada componente multiplicado pelos seus respectivos valores energéticos. Assim, a partir da composição média do leite do trabalho de Costa e Silva et al. (2015a): 3,69% PB, 4,59% lactose e 5,61% gordura, têm-se que as exigências de EL para lactação, usando a equação do NRC (2001): EL_l (Mcal/kg) = $0,0929 \times \% \text{ gordura} + 0,0547 \times \% \text{ proteína} + 0,0395 \times \% \text{ lactose}$, seriam de 0,904 Mcal/kg de leite. Assim, a EM_l pode ser calculada como 1,26 Mcal/kg de leite ($0,904/0,72$), estando esse valor acima do encontrado por Fonseca (2009), possivelmente pelo maior teor médio de gordura do leite encontrado por Costa e Silva et al. (2015a). Alternativamente, caso não haja a composição completa do leite, ou ainda, quando se conhece apenas o teor de gordura do leite, pode-se usar a equação sugerida pelo NRC (2001): EL_l (Mcal/kg) = $0,36 + 0,0969 \times \% \text{ gordura}$.

Para converter EM para NDT, considera-se a equação sugerida nessa edição para converter EM em ED (para maiores detalhes, ver capítulo 6): $EM = 0,9455 \times ED - 0,3032$, enquanto que ED para NDT foi utilizado o fator de 4,4. Com isso, a EL_l resultaria nas exigências de NDT de 0,38 kg/kg leite, quando a EM_l for 1,26 Mcal/kg leite.

EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA BEZERROS DE CORTE LACTENTES

A conversão de PCJ para peso de corpo vazio (PCVZ) dos bezerros lactentes pode ser obtida pela relação $PCVZ/PCJ = 0,962$. Ainda, o GMD pode ser convertido em ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) pela relação $GPCVZ/GMD = 0,958$ para os bezerros lactentes. Devido à falta de ajuste dos dados provenientes do estudo de Fonseca

et al. (2012b), as exigências de EM para manutenção de bezerros lactentes não foram estimadas, sendo assim, Costa e Silva et al. (2015b) avaliaram as exigências de EL_m de bezerros Nelore com peso corporal variando de 121 a 300 kg e sugeriram a seguinte equação:

$$PCalor = 0,294 \times \exp^{(1,0530 \times CEM)},$$

em que $PCalor$ = produção de calor (MJ/PCVZ^{0,75}/dia) e CEM = consumo de energia metabolizável (MJ/PCVZ^{0,75}/dia).

Assim, a partir da equação anterior, obtêm-se o valor de 294 kJ/PCVZ^{0,75}/dia, ou seja, 70,3 kcal/PCVZ^{0,75}/dia como as exigências de energia líquida para manutenção de bezerros Nelore. Quanto às exigências de EM para manutenção, quando o CEM é equivalente à produção de calor em jejum, usando essa mesma equação, o valor obtido foi de 118,6 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Assim, dividindo EL_m por EM_m , a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção foi de 59,3%. As exigências de energia líquida para ganho (EL_g) de bezerros Nelore lactentes (Fonseca et al., 2012b) foram estimadas pela seguinte equação:

$$EL_g = 0,0932 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9157},$$

em que EL_g = exigência líquida de energia para ganho (Mcal/dia), $PCVZ^{0,75}$ = peso de corpo vazio metabólico e $GPCVZ$ = ganho de peso de corpo vazio.

Para converter as exigências de energia líquida para ganho (EL_g) em exigências de energia metabolizável para ganho (EM_g) foram utilizados 2 fatores de eficiência de utilização da EM_g , sendo $kg = 0,69$ para consumo de leite e $kg = 0,57$ para consumo de alimentos sólidos conforme recomendado pelo NRC (2001). Assim, a kg no período de 0 a 90 dias foi considerada 0,66 ($77 \times 0,69 + 23 \times 0,57$) correspondente ao peso dos animais até 100 kg; e no período de 90 a 180 dias (>100 kg de peso corporal) foi considerada a kg de 0,62 ($43 \times 0,69 + 57 \times 0,57$), sendo 77 e 23% e, 43 e 57%, as relações entre consumo de leite e alimentos sólidos ingeridos pelos bezerros nos respectivos períodos (Fonseca, 2009).

As exigências de ED foram calculadas como: $EM/0,96$ (NRC, 2001; para bezerros lactentes) e as exigências de NDT foram calculadas como: $ED/4,4$.

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA VACAS DE CORTE LACTANTES

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foram calculadas a partir da equação sugerida por essa edição do BR-CORTE (para maiores detalhes, ver capítulo 8) para animais criados a pasto:

$$PMm = 3,9 \times PCJ^{0,75},$$

em que $PCJ^{0,75}$ = peso corporal metabólico em jejum. As exigências líquidas de proteína para ganho de vacas Nelore primíparas foram calculadas a partir da equação proposta por Fonseca (2009):

$$PLg \text{ (g/dia)} = GPCVZ \times (376,4 \times PCVZ^{-0,1839}).$$

Para conversão das exigências líquidas de proteína para ganho em exigências de proteína metabolizável para ganho (PMg), a eficiência (k) foi calculada utilizando a recomendação sugerida pelo BR-CORTE (2016):

$$k = 47,4\%.$$

A proteína requerida para lactação é baseada na quantidade de proteína secretada no leite. A partir da equação apresentada para estimar a produção de leite, pode-se estimar a quantidade de proteína que é produzida no leite. O NRC (2001) sugere uma equação para calcular as exigências de proteína metabolizável para lactação (PM_l):

$$PM_l = \text{Pleite}/0,67 \times 1000,$$

em que Pleite = proteína no leite (kg/dia) e 0,67 = eficiência de utilização da proteína metabolizável para lactação.

A produção de proteína bruta microbiana (PBmic) foi calculada considerando a recomendação apresentada no capítulo 3 em que a síntese microbiana foi calculada em função do consumo de proteína

bruta (CPB) e dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) como apresentado a seguir:

$$PBmic \text{ (g/dia)} = -53,07 + 304,9 \times CPB + 90,8 \times CNDT - 3,13 \times CNDT^2,$$

em que CPB = consumo de proteína bruta (kg/dia) e CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia). Assim, as exigências de proteína degradada no rúmen (PDR) foram calculadas a partir das recomendações dessa edição em que a síntese de proteína microbiana iguala-se às exigências de PDR (para maiores detalhes, ver capítulo 8):

$$PDR = PBmic,$$

enquanto que as exigências de proteína não degradada no rúmen (PNDR) foram obtidas a partir da equação:

$$PNDR = (\text{Proteína metabolizável total} - (PBmic \times 0,64))/0,80.$$

Para se obter as exigências de proteína bruta, deve-se proceder à soma das exigências de PDR e PNDR.

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA BEZERROS DE CORTE LACTENTES

As recomendações para as exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foram baseadas na equação sugerida nessa edição do BR-CORTE para animais criados a pasto (para maiores detalhes, ver capítulo 8): $PMm = 3,9 \times PCJ^{0,75}$. As exigências líquidas de proteína para ganho de bezerros Nelore lactentes foram calculadas a partir da equação desenvolvida por Fonseca (2009):

$$PLg \text{ (g/dia)} = GPCVZ \times (139,7 \times PCVZ^{0,0351}).$$

Para a conversão das exigências líquidas de proteína para ganho em exigências de proteína metabolizável para ganho (PMg), a eficiência (k) foi calculada usando a equação descrita pelo BR-CORTE (2010):

$$k = 84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{eq}.$$

O teor médio de PB no leite de vacas Nelore obtido por Costa e Silva et al. (2015a) foi de 3,69%; esse teor multiplicado pelo percentual de proteína verdadeira no leite (AFRC, 1993), que é de 95%, resulta no valor de 3,50% ou 35,0 g de proteína verdadeira por quilograma de leite. Schroeder e Titgemeyer (2008) realizaram uma revisão sobre a eficiência de utilização da PM e afirmaram que as eficiências de utilização da proteína digestível para ganho de proteína corporal observadas em bezerros foram inferiores ao valor fixo de 67% adotado pelo NRC (2001).

Além disso, essa eficiência pode ser afetada por diversos fatores, tais como o nível de ingestão de proteína e energia, PC, idade, genótipo dos animais e frequência de alimentação (Schroeder e Titgemeyer, 2008). Devido à falta de um valor coerente, considerou-se a eficiência de utilização da proteína metabolizável para lactação de 0,67 (NRC, 2001), o que resultou no valor de 52,3 g de proteína metabolizável (PM) por quilograma de leite, correspondendo às exigências de PM para produção de leite. Esse valor é superior aos 44,8 g de PM por quilograma de leite apresentado para um leite com média de 3,15% de PB (AFRC, 1993; NRC, 2001). Dessa forma, sugere-se que as exigências de PM para lactação de vacas Nelore sejam de 52,3 g/kg de leite.

Da mesma forma que para as vacas, a produção de proteína bruta microbiana (PBmic) foi calculada considerando a recomendação apresentada no capítulo 3 em que a síntese microbiana foi calculada em função do consumo de proteína bruta (CPB) e dos nutrientes digestíveis totais (CNDT).

Contudo, sabe-se que bezerros, ao ingerir o leite, apresentam o reflexo para a formação da goteira esofágica, fazendo com que o leite passe diretamente para o abomaso sem, no entanto, sofrer ação dos microrganismos no rúmen. Nesse caso, considerar que a proteína e a energia do leite interferem na síntese de proteína microbiana (PBmic) não seria o mais correto. Assim, para bezerros lactentes, recomenda-se que os consumos de PB e NDT oriundos do leite devem ser retirados do cálculo de PBmic, pois, caso contrário, haverá superestimação da PDR e subestimação da PNDR. Portanto, para

calcular PBmic de bezerros lactentes, recomenda-se o uso da seguinte equação:

$$PBmic \text{ (g/dia)} = -53,07 + 304,9 \times (CPBtotal - CPBleite) + 90,8 \times (CNDTtotal - CNDTleite) - 3,13 \times (CNDTtotal - CNDTleite)^2,$$

em que CPBtotal = consumo de proteína bruta total da dieta (kg/dia), CPBleite = consumo de proteína bruta oriunda do leite (kg/dia), CNDTtotal = consumo de nutrientes digestíveis totais da dieta (kg/dia) e CNDTleite = consumo de nutrientes digestíveis totais proveniente do leite (kg/dia).

Para o cálculo de CPBleite, deve-se quantificar a produção de leite da vaca e multiplicar pelo teor de proteína bruta do leite. No caso do NDT, deve-se primeiramente quantificar os teores de proteína, lactose e gordura do leite. Depois, a partir da recomendação de Maynard et al. (1979) de que a digestibilidade dos constituintes do leite são: 0,98 (carboidratos), 0,95 (gorduras) e do NRBC (2016) de 0,95 (proteínas), considera-se a soma dos constituintes do leite digestíveis para contabilizar o consumo de NDT proveniente do leite, como mostrado na equação seguinte:

$$CNDTleite = PL \times ((\% PBleite \times 0,95 + \% lactose \times 0,98) + (2,25 \times \% gordura \times 0,95)).$$

Considerando a composição média do leite do trabalho de Costa e Silva et al. (2015a), que foi de 3,69% PB, 4,59% lactose e 5,61% gordura, o teor de NDT desse leite será de aproximadamente 20% na base da matéria natural ou de aproximadamente 138% na base da matéria seca do leite (20/0,145).

No entanto, devido aos bezerros com menos de 100 kg apresentarem baixa atividade microbiana no rúmen pelo consumo quase que exclusivamente de leite, além de dados com essa categoria animal nessa faixa de peso corporal serem escassos, essa edição do BR-CORTE adotou a mesma recomendação da última edição do BR-CORTE, em 2010, para estimar a síntese de proteína microbiana (PBmic) de 120 g PBmic/kg NDT. Porém, destaca-se a necessidade de descontar o NDT proveniente do leite; caso contrário, as estimativas de PBmic estariam superestimadas.

Adicionalmente, as exigências de proteína degradada no rúmen (PDR) foram calculadas a partir das recomendações dessa edição do BR-CORTE em que a síntese de proteína microbiana iguala-se às exigências de PDR (para maiores detalhes, ver capítulo 8):

$$\text{PDR} = \text{PBmic},$$

enquanto que as exigências de proteína não degradada no rúmen (PNDR) foram obtidas a partir da equação:

$$\text{PNDR} = (\text{Proteína metabolizável total} - (\text{PBmic} \times 0,64))/0,80.$$

Para se obter as exigências de proteína bruta, deve-se proceder à soma das exigências de PDR e PNDR.

EXIGÊNCIAS DE MINERAIS DE VACAS LACTANTES E BEZERROS LACTENTES

Devido à falta de dados relacionados às exigências de minerais para manutenção e coeficientes de retenção de vacas Nelore em lactação e bezerros Nelore lactentes, essas estimativas foram calculadas de acordo com as recomendações apresentadas no capítulo 9 sobre as exigências de minerais para bovinos de corte. No caso das exigências líquidas de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de peso, as quantidades de cada mineral presentes no corpo do animal foram

regredidas em função do PCVZ a partir do modelo a seguir:

$$M_i = a \times \text{PCVZ}^b,$$

em que M_i = a quantidade de cada macromineral (Ca, P, Mg, Na e K; g) presente no corpo do animal e PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

A partir da derivada da equação acima, as exigências líquidas de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de vacas Nelore lactantes e bezerros Nelore lactentes foram calculadas a partir do modelo:

$$Y = a \times b \times \text{PCVZ}^{b-1},$$

em que Y = exigências líquidas de cada mineral para ganho de peso (g/dia), PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Assim, as equações geradas para estimar as exigências líquidas de cada mineral para ganho para cada categoria animal estão representadas na Tabela 11.6. Devido ao não ajustamento adequado dos dados para o Ca para as vacas lactantes (Fonseca, 2009), utilizou-se a equação para estimar as exigências líquidas para ganho de peso desse mineral descrita no capítulo 9. Além disso, devido à ausência de recomendações para enxofre e microminerais para ambas categorias animais (Fonseca, 2009), as equações descritas no capítulo 9 foram adotadas.

Tabela 11.6 - Exigências líquidas para ganho de macrominerais para vacas Nelore lactantes e bezerros Nelore lactentes

Item	Equações	
	Vacas ¹	Bezerros
Ca	PCVZ < 462 kg: $\text{GPCVZ} \times (147 \times \text{PCVZ}^{-0,50})$ PCVZ ≥ 462 kg: $\text{ELGCa (kg)} = 0$	$\text{GPCVZ} \times (54,8 \times \text{PCVZ}^{-0,3981})$
P	$\text{GPCVZ} \times (54,4 \times \text{PCVZ}^{-0,4484})$	$\text{GPCVZ} \times (8,6 \times \text{PCVZ}^{-0,0371})$
Mg	$\text{GPCVZ} \times (1,4 \times \text{PCVZ}^{-0,3227})$	$\text{GPCVZ} \times (0,4 \times \text{PCVZ}^{-0,0173})$
Na	$\text{GPCVZ} \times (1,4 \times \text{PCVZ}^{-0,0575})$	$\text{GPCVZ} \times (1,2 \times \text{PCVZ}^{-0,0209})$
K	$\text{GPCVZ} \times (3,1 \times \text{PCVZ}^{-0,2142})$	$\text{GPCVZ} \times (1,5 \times \text{PCVZ}^{-0,0636})$

¹Recomendação para cálcio proveniente do capítulo 9. Demais equações adaptadas de Fonseca (2009).

TABELAS DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE VACAS DE CORTE EM LACTAÇÃO E BEZERROS LACTENTES

A partir das estimativas das exigências de energia, proteína e macrominerais para ganho de peso de vacas de corte lactantes e bezerros lactentes, as exigências dietéticas dos nutrientes podem ser calculadas. As equações utilizadas para os cálculos das exigências

nutricionais de vacas de corte lactantes e bezerros lactentes podem ser visualizadas nas Tabelas 11.7, 11.8 e 11.9, sendo que a equação utilizada para calcular N microbiano está descrita no capítulo 3 enquanto que as exigências líquidas de macrominerais para manutenção, coeficientes de retenção e as exigências dietéticas de microminerais estão descritas no capítulo 9.

Tabela 11.7 - Resumo das equações para estimar as exigências de energia e proteína de vacas de corte lactantes e bezerros lactentes

Item	Equações		Unidade
	Vacas	Bezerros	
CMS	$((27,259 - 13,861 \times \exp^{(-0,836 \times SL)} - 0,317 \times SL + 0,606 \times GMD) \times PC) / 1000$	$0,353 - 0,532 \times CMS_{\text{leite}} + 0,01065 \times PC + 0,3497 \times GMD$	kg/dia
PL	$8,819 - 0,069 \times SL - 8,819 \times e^{(-3,211 \times SL)}$	-	kg/dia
PCJ	$0,88 \times PC^{1,0175}$	-	kg
PCVZ	$0,8507 \times PCJ^{1,0002}$	$0,962 \times PCJ$	kg
GPCVZ	$0,936 \times GMD$	$0,958 \times GMD$	kg/dia
ELm	$97,8 \times PCVZ^{0,75}$	$70,3 \times PCVZ^{0,75}$	kcal/dia
EMm	$135,0 \times PCVZ^{0,75}$	$118,6 \times PCVZ^{0,75}$	kcal/dia
<i>km</i>	ELm/EMm		-
ELg	$GPCVZ \times (1,0076 \times PCVZ^{0,2389})$	$0,0932 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9157}$	Mcal/dia
<i>kg</i>	0,44	Leite = 0,69 Sólidos = 0,57	-
EMg	ELg/kg		Mcal/dia
EL _l	0,75	-	Mcal/kg leite
<i>k_l</i>	<i>km</i>	-	-
EM _l	EL _l / <i>k_l</i>	-	Mcal/dia
EMt	EMm + EMg + EM _l	EMm + EMg	Mcal/dia
DE	$((EMt/CMS) + 0,3032)/0,9455 \times CMS$	EMt/0,96	
NDT	DE/4,4		kg/dia
PMm	$3,9 \times PCJ^{0,75}$		g/dia
PLg	$GPCVZ \times (376,4 \times PCVZ^{0,1839})$	$GPCVZ \times (139,7 \times PCVZ^{0,0351})$	g/dia
<i>k</i>	47,4	$84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{\text{eq}}$	%
PM _l	52,3	-	g/kg leite
PMt	PMm + PMg + PM _l	PMm + PMg	g/dia
CPB leite	-	PL × 0,0369	g/dia
CNDT leite	-	PL × 0,20	kg/dia
PBmic	$-53,07 + 304,9 \times CPB + 90,8 \times CNDT - 3,13 \times CNDT^2$	PCJ < 150 kg: 120 g/kg NDT PCJ > 150 kg: $-53,07 + 304,9 \times (CPB - CPB_{\text{leite}}) + 90,8 \times (CNDT - CNDT_{\text{leite}}) - 3,13 \times (CNDT - CNDT_{\text{leite}})^2$	g/dia
PDR	PBmic		g/dia
PNDR	$(PMt - (PBmic \times 0,64))/0,80$		g/dia
PB	PDR + PNDR		g/dia

Tabela 11.8 - Resumo das equações para estimar das exigências líquidas de macrominerais (Ca, P, Mg, Na, K e S) para ganho de peso (g/dia) de vacas de corte lactantes e bezerros lactentes

Item	Equações	
	Vacas	Bezerros
Ca	PCVZ < 462 kg: $GPCVZ \times (147 \times PCVZ^{-0,50})$ PCVZ \geq 462 kg: $ELG_{Ca} \text{ (kg)} = 0$	$GPCVZ \times (54,8 \times PCVZ^{-0,3981})$
P	$GPCVZ \times (54,4 \times PCVZ^{-0,4484})$	$GPCVZ \times (8,6 \times PCVZ^{-0,0371})$
Mg	$GPCVZ \times (1,4 \times PCVZ^{-0,3227})$	$GPCVZ \times (0,4 \times PCVZ^{-0,0173})$
Na	$GPCVZ \times (1,4 \times PCVZ^{-0,0575})$	$GPCVZ \times (1,2 \times PCVZ^{-0,0209})$
K	$GPCVZ \times (3,1 \times PCVZ^{-0,2142})$	$GPCVZ \times (1,5 \times PCVZ^{-0,0636})$
S	$GPCVZ \times (0,03 \times PCVZ^{0,8900})$	

¹PCVZ = peso de corpo vazio (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), ELG_{Ca} = exigências líquidas de Ca para ganho.

Tabela 11.9 - Resumo das equações utilizadas para o cálculo das exigências dietéticas de microminerais (Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Se e Zn) para bovinos de corte (Adaptada do Capítulo 9)

Mineral	Exigências líquidas para manutenção	Coeficiente de retenção	Exigências líquidas para ganho (ELG) ¹
	$\mu\text{g/kg}$ peso corporal		mg/dia
Cu	95,6	73,5	$ELG_{Cu} = GPCVZ \times (1,25 \times PCVZ^{0,33})$
Co	13,5	86,8	$ELG_{Co} = GPCVZ \times (0,045 \times PCVZ^{-0,023})$
Cr	22,9	78,4	$ELG_{Cr} = GPCVZ \times (0,23 \times PCVZ^{0,61})$
Fe	2.942	73,4	$ELG_{Fe} = GPCVZ \times (14,0 \times PCVZ^{0,24})$
Mn	184,9	43,9	$ELG_{Mn} = GPCVZ \times (0,07 \times PCVZ^{0,80})$
Mo	3,27	49,7	$ELG_{Mo} = GPCVZ \times (0,0035 \times PCVZ^{0,41})$
Se	3,72	48,7	$ELG_{Se} = GPCVZ \times (1,07 \times PCVZ^{-0,07})$
Zn	334,4	66,8	$ELG_{Zn} = GPCVZ \times (1,16 \times PCVZ^{0,86})$

¹GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Dessa forma, considerando uma vaca de corte lactante de 450 kg de PC na 10^a semana de lactação com ganho médio diário de 0,2 kg/dia, tem-se:

- $CMS = 27,259 - 13,861 \times \exp^{-0,836 \times 10} - 0,317 \times 10 + 0,606 \times 0,20 = 24,21 \text{ g/kg PC}$
- $CMS = (24,21 \text{ g/kg PC} \times 450 \text{ kg})/1000 = 10,89 \text{ kg/dia}$
- $PL = 8,819 - 0,069 \times SL - 8,819 \times e^{-3,211 \times SL} = 8,819 - 0,069 \times 10 - 8,819 \times \exp^{-3,211 \times 10} = 8,13 \text{ kg/dia}$
- $PCJ = 0,88 \times PC^{1,0175} = 0,88 \times 450^{1,0175} = 441 \text{ kg}$
- $PCVZ = 0,8507 \times PCJ^{1,0002} = 0,8507 \times 441^{1,0002} = 375,3 \text{ kg}$
- $GPCVZ = 0,936 \times GMD = 0,936 \times 0,2 = 0,187 \text{ kg/dia}$

- **Exigências de energia** (Tabela 11.10):

- $EL_m = 97,8 \times PCVZ^{0,75} = 97,8 \times 375,3^{0,75} = 8344 \text{ kcal/dia} = 8,34 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_m = 135,0 \times PCVZ^{0,75} = 135,0 \times 375,3^{0,75} = 11511 \text{ kcal/dia} = 11,5 \text{ Mcal/dia}$
- $EL_g = 1,0076 \times PCVZ^{0,2389} \times GPCVZ = 1,0076 \times 375,3^{0,2389} \times 0,187 = 0,78 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_g = EL_g/kg = 0,78/0,44 = 1,77 \text{ Mcal/dia}$
- $EL_l = 0,75 \text{ Mcal/kg de leite} = 0,75 \times 8,13 = 6,10 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_l = EL_l/k_l = 6,10/0,72 = 8,47 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_t = EM_m + EM_g + EM_l = 11,5 + 1,77 + 8,47 = 21,74 \text{ Mcal/dia}$
- $ED = (((EM_t/CMS) + 0,3032)/0,9455) \times CMS = (((21,74/10,89) + 0,3032)/0,9455) \times 10,89 = 26,48 \text{ Mcal/dia}$
- $NDT = ED/4,4 = 26,48/4,4 = 6,02 \text{ kg/dia}$

- **Exigências de proteína** (Tabela 11.10):

- $PM_m = 3,9 \times PCJ^{0,75} = 3,9 \times 441^{0,75} = 375,1 \text{ g/dia}$
- $PL_g = 0,3764 \times PCVZ^{-0,1839} \times GPCVZ = 0,3764 \times 375,3^{-0,1839} \times 0,187 = 0,0237 \text{ kg/dia} = 23,70 \text{ g/dia}$
- $PM_g = PL_g/k = 23,70/0,474 = 50,0 \text{ g/dia}$
- $PM_l = 52,3 \text{ g/kg leite} = 52,3 \times 8,13 = 425,2 \text{ g/dia}$
- $PM_t = PM_m + PM_g + PM_l = 375,1 + 50,0 + 425,2 = 850,3 \text{ g/dia}$
- $PB_{mic} = -53,07 + 304,89 \times CPB + 90,79 \times CNDT - 3,13 \times CNDT^2 = -53,07 + 304,89 \times 1,213 + 90,79 \times 6,02 - 3,13 \times (6,02)^2 = 750 \text{ g/dia}$
- $PDR = PB_{mic} = 750 \text{ g/dia}$
- $PNDR = (PM_t - (PB_{mic} \times 0,64))/0,80 = (850,3 - (750 \times 0,64))/0,80 = 462,9 \text{ g/dia}$
- $PB = PDR + PNDR = 750 + 462,9 = 1213 \text{ g/dia}$

Para se obter a concentração requerida de NDT e PB (% MS da dieta), as exigências de NDT (6,00 kg/dia) e PB (1212,7 g/dia) devem ser divididas pelo CMS do animal.

- $NDT (\% \text{ MS da dieta}) = NDT/CMS = 6,02/10,89 = 55,28\%$
- $PB (\% \text{ MS da dieta}) = PB/CMS = 1,213/10,89 = 11,13\%$

- **Exigências de minerais** (Tabela 11.10):

• **Cálcio:**

- Exigências líquidas para manutenção = $11,7 \times 450/1000 = 5,27 \text{ g/dia}$
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (147 \times PCVZ^{-0,50}) = 0,187 \times (147 \times 375,3^{-0,50}) = 1,42 \text{ g/dia}$
- Exigências líquidas para lactação = $1,1 \text{ g/kg leite} = 1,1 \times 8,13 = 8,94 \text{ g/dia}$
- Exigências dietéticas = $(\text{Exigências líquidas para manutenção} + \text{ganho} + \text{lactação})/\text{coeficiente de retenção} = (5,27 + 1,42 + 8,94)/0,568 = 27,52 \text{ g/dia}$

• **Fósforo:**

- Exigências líquidas para manutenção = $13,5 \times 450/1000 = 6,08 \text{ g/dia}$
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (54,4 \times PCVZ^{-0,4484}) = 0,187 \times (54,4 \times 375,3^{-0,4484}) = 0,71 \text{ g/dia}$
- Exigências líquidas para lactação = $0,77 \text{ g/kg leite} = 0,77 \times 8,13 = 6,26 \text{ g/dia}$

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(6,08 + 0,71 + 6,26)/0,678 = 19,25$ g/dia

Relação Ca:P = $27,52/19,25 = 1,43$

• **Magnésio:**

- Exigências líquidas para manutenção = $5,9 \times 450/1000 = 2,66$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (1,4 \times PCVZ^{-0,3227}) = 0,187 \times (1,4 \times 375,3^{-0,3227}) = 0,039$ g/dia

- Exigências líquidas para lactação = $0,07$ g/kg leite = $0,07 \times 8,13 = 0,57$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(2,66 + 0,039 + 0,57)/0,355 = 9,21$ g/dia

• **Sódio:**

- Exigências líquidas para manutenção = $6,3 \times 450/1000 = 2,84$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (1,4 \times PCVZ^{-0,0575}) = 0,187 \times (1,4 \times 375,3^{-0,0575}) = 0,186$ g/dia

- Exigências líquidas para lactação = $0,2$ g/kg leite = $0,2 \times 8,13 = 1,63$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(2,84 + 0,186 + 1,63)/0,371 = 12,55$ g/dia

• **Potássio:**

- Exigências líquidas para manutenção = $23,5 \times 450/1000 = 10,58$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (3,1 \times PCVZ^{-0,2142}) = 0,187 \times (3,1 \times 375,3^{-0,2142}) = 0,163$ g/dia

- Exigências líquidas para lactação = $0,7$ g/kg leite = $0,7 \times 8,13 = 5,69$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(10,58 + 0,163 + 5,69)/0,484 = 33,95$ g/dia

• **Enxofre:**

- Exigências líquidas para manutenção = $10,4 \times 450/1000 = 4,68$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (0,03 \times PCVZ^{0,89}) = 0,187 \times (0,03 \times 375,3^{0,89}) = 1,10$ g/dia

- Exigências líquidas para lactação = $0,3$ g/kg leite = $0,3 \times 8,13 = 2,44$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(4,68 + 1,10 + 2,44)/0,773 = 10,63$ g/dia

• **Cobalto:**

- Exigências líquidas para manutenção = $13,5 \times 450/1000 = 6,08$ mg/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (0,045 \times PCVZ^{-0,023}) = 0,187 \times (0,045 \times 375,3^{-0,023}) = 0,007$ mg/dia

- Exigências líquidas para lactação = $2,3$ mg/kg leite = $2,3 \times 8,13 = 18,70$ mg/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(6,08 + 0,007 + 18,70)/0,868 = 28,56$ mg/dia

• Cobre:

- Exigências líquidas para manutenção = $95,6 \times 450/1000 = 43,02$ mg/dia
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (1,25 \times PCVZ^{0,33}) = 0,187 \times (1,25 \times 375,3^{0,33}) = 1,65$ g/dia
- Exigências líquidas para lactação = $1,99$ mg/kg leite = $1,99 \times 8,13 = 16,18$ g/dia
- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(43,02 + 1,65 + 16,18)/0,735 = 82,79$ mg/dia

• Cromo:

- Exigências líquidas para manutenção = $22,9 \times 450/1000 = 10,31$ mg/dia
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (0,23 \times PCVZ^{0,61}) = 0,187 \times (0,23 \times 375,3^{0,61}) = 1,60$ mg/dia
- Exigências líquidas para lactação = $3,2$ mg/kg leite = $3,2 \times 8,13 = 26,0$ g/dia
- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(10,31 + 1,60 + 26,0)/0,784 = 48,35$ g/dia

• Ferro:

- Exigências líquidas para manutenção = $2942 \times 450/1000 = 1324$ mg/dia
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (14,0 \times PCVZ^{0,24}) = 0,187 \times (14,0 \times 375,3^{0,24}) = 10,86$ mg/dia
- Exigências líquidas para lactação = $29,9$ mg/kg leite = $29,9 \times 8,13 = 243,1$ mg/dia
- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(1324 + 10,86 + 243,1)/0,734 = 2150$ mg/dia

• Manganês:

- Exigências líquidas para manutenção = $184,9 \times 450/1000 = 83,21$ mg/dia
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (0,07 \times PCVZ^{0,80}) = 0,187 \times (0,07 \times 375,3^{0,80}) = 1,50$ mg/dia
- Exigências líquidas para lactação = $1,41$ mg/kg leite = $1,41 \times 8,13 = 11,46$ mg/dia
- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(83,21 + 1,50 + 11,46)/0,439 = 219,1$ mg/dia

• Zinco:

- Exigências líquidas para manutenção = $334,4 \times 450/1000 = 150,5$ mg/dia
- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (1,16 \times PCVZ^{0,86}) = 0,187 \times (1,16 \times 375,3^{0,86}) = 35,50$ mg/dia
- Exigências líquidas para lactação = $35,4$ mg/kg leite = $35,4 \times 8,13 = 287,8$ mg/dia
- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho + lactação)/coeficiente de retenção = $(150,5 + 35,50 + 287,8)/0,668 = 709$ mg/dia

Tabela 11.10 - Exigências de energia e proteína e exigências dietéticas de macro e microminerais para vacas de corte lactantes

Exigências	Peso Corporal (kg)								
	400			450			500		
GMD (kg/dia)	0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30
CMS (kg/dia)	9,66	9,68	9,71	10,87	10,89	10,92	12,07	12,10	12,13
Energia (Mcal/dia)									
ELm	7,62			8,34			9,04		
EMm	10,5			11,5			12,5		
ELg	0,38	0,76	1,13	0,39	0,78	1,17	0,40	0,80	1,20
EMg	0,86	1,72	2,58	0,88	1,77	2,65	0,91	1,81	2,72
EL _l	6,10			6,10			6,10		
EM _l	8,47			8,47			8,47		
EMt	19,8	20,7	21,6	20,9	21,7	22,6	21,9	22,8	23,7
NDT (kg/dia)	5,48	5,68	5,89	5,81	6,02	6,24	6,13	6,35	6,57
Proteína bruta (g/dia)									
PMm	343			375			407		
PLg	12,1	24,2	36,3	11,8	23,7	35,5	11,6	23,2	34,8
PMg	25,5	51,1	76,6	25,0	50,0	75,0	24,5	49,0	73,5
PM _l	425			425			425		
PMt	794	819	845	825	850	875	856	881	905
PDR	695	718	740	727	750	772	759	781	802
PNDR	436	450	464	450	463	477	463	476	490
PB	1131	1168	1204	1177	1213	1248	1222	1257	1292
Macrominerais (g/dia)									
Ca	25,3	26,6	28,0	26,3	27,5	28,8	27,2	28,4	29,6
P	17,8	18,3	18,9	18,7	19,2	19,8	19,7	20,2	20,7
Mg	8,31	8,36	8,42	9,14	9,19	9,25	9,97	10,0	10,1
Na	11,4	11,7	11,9	12,3	12,5	12,8	13,1	13,4	13,6
K	31,4	31,5	31,7	33,8	33,9	34,1	36,2	36,4	36,5
S	9,18	9,81	10,5	9,92	10,6	11,3	10,7	11,4	12,2
Microminerais (mg/dia)									
Co	27,8	27,8	27,8	28,5	28,5	28,6	29,3	29,3	29,3
Cu	75,1	76,2	77,3	81,7	82,8	83,9	88,2	89,4	90,5
Cr	45,8	46,8	47,7	47,3	48,4	49,4	48,9	50,0	51,1
Fe	1942	1949	1956	2142	2150	2157	2343	2350	2358
Mn	196	198	199	217	219	221	239	240	242
Zn	655	679	703	683	709	736	710	739	769

*Considerando uma vaca na 10ª semana de lactação e produção de leite de 8,13kg/dia.

Para exemplificar as exigências nutricionais de bezerros de corte lactentes, considerou-se um bezerro com 150 kg de PCJ (PC = PCJ), filho da vaca utilizada no exemplo anterior, com GMD de 0,80 kg/dia e consumindo uma dieta constituída por 55% de leite e 45% de foragem + concentrado com base na matéria seca

- $CMS_{leite} = PL \times \% MS_{leite} = 8,13 \times 0,145 = 1,18 \text{ kg/dia}$
- $CMS_{vc} = 0,353 - 0,532 \times 1,18 + 0,01065 \times 150 + 0,3497 \times 0,80 = 1,60 \text{ kg/dia}$
- $CMS_{total} = CMS_{sólido} + CMS_{leite} = 1,60 + 1,18 = 2,78 \text{ kg/dia}$
- $PCVZ = 0,962 \times PCJ = 0,962 \times 150 = 144 \text{ kg}$
- $GPCVZ = 0,958 \times GMD = 0,958 \times 0,80 = 0,77 \text{ kg/dia}$

- **Exigências de energia** (Tabela 11.11):

- $EL_m = 70,3 \times PCVZ^{0,75} = 70,3 \times 144^{0,75} = 2,93 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_m = 118,6 \times PCVZ^{0,75} = 118,6 \times 144^{0,75} = 4,94 \text{ Mcal/dia}$
- $EL_g = 0,0932 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9157} = 0,0932 \times 144^{0,75} \times 0,77^{0,9157} = 3,04 \text{ Mcal/dia}$
- $kg = 55 \times 0,69 + 45 \times 0,57 = 0,64$
- $EM_g = EL_g/kg = 3,04/0,64 = 4,75 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_t = EM_m + EM_g = 4,94 + 4,75 = 9,69 \text{ Mcal/dia}$
- $ED = EM_t/0,96 = 9,69/0,96 = 10,1 \text{ Mcal/dia}$
- $NDT = ED/4,4 = 10,1/4,4 = 2,29 \text{ kg/dia}$

- **Exigências de proteína** (Tabela 11.11):

- $PM_m = 3,9 \times PCJ^{0,75} = 3,9 \times 150^{0,75} = 167 \text{ g/dia}$
- $PL_g = 0,1397 \times PCVZ^{0,0351} \times GPCVZ = 0,1397 \times 144^{0,0351} \times 0,77 = 0,1275 \text{ kg/dia} = 127,5 \text{ g/dia}$
- $k = 84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{eq} = 84,665 - 0,1179 \times 144 = 67,7\%$
- $PM_g = PL_g/k = 127,5/0,677 = 188,4 \text{ g/dia}$
- $PM_t = PM_m + PM_g = 167 + 188,4 = 356,4 \text{ g/dia}$
- $CPB_{leite} = PL \times 0,0369 = 8,13 \times 0,0369 = 0,30 \text{ kg}$
- $CNDT_{leite} = PL \times 0,20 = 8,13 \times 0,20 = 1,626 \text{ kg}$
- $PB_{mic} = -53,07 + 304,9 \times (CPB - CPB_{leite}) + 90,8 \times (CNDT - CNDT_{leite}) - 3,13 \times (CNDT - CNDT_{leite})^2 = -53,07 + 304,9 \times (0,46 - 0,30) + 90,8 \times (2,29 - 1,63) - 3,13 \times (2,29 - 1,63)^2 = 73,8 \text{ g/dia}$
- $PDR = PB_{mic} = 73,8 \text{ g/dia}$
- $PNDR = (PM_t - (PB_{mic} \times 0,64))/0,80 = (356,4 - (73,8 \times 0,64))/0,80 = 385 \text{ g/dia}$
- $PB = PDR + PNDR = 73,8 + 385 = 459 \text{ g/dia}$

Do mesmo modo que para as vacas, para se obter a concentração requerida de NDT e PB (% MS da dieta), as exigências de NDT (2,29 kg/dia) e PB (459 g/dia) deve ser dividida pelo CMS do animal.

- $NDT (\% MS \text{ da dieta}) = NDT/CMS = 2,29/2,78 = 82,4\%$
- $PB (\% MS \text{ da dieta}) = PB/CMS = 0,459/2,78 = 16,5\%$

- Exigências de minerais (Tabela 11.11):**• Cálcio:**

- Exigências líquidas para manutenção: $11,7 \times 150/1000 = 1,755$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (54,8 \times PCVZ^{-0,3981}) = 0,77 \times (54,8 \times 144^{-0,3981}) = 5,835$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho)/coeficiente de retenção = $(1,755 + 5,835)/0,568 = 13,36$ g/dia

• Fósforo:

- Exigências líquidas para manutenção: $13,5 \times 150/1000 = 2,025$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (8,6 \times PCVZ^{-0,0371}) = 0,77 \times (8,6 \times 144^{-0,0371}) = 5,507$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho)/coeficiente de retenção = $(2,025 + 5,507)/0,678 = 11,11$ g/dia

Relação Ca:P = $13,36/11,1 = 1,20$

• Magnésio:

- Exigências líquidas para manutenção: $5,9 \times 150/1000 = 0,885$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (0,4 \times PCVZ^{-0,0173}) = 0,77 \times (0,4 \times 144^{-0,0173}) = 0,282$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho)/coeficiente de retenção = $(0,885 + 0,282)/0,355 = 3,29$ g/dia

• Sódio:

- Exigências líquidas para manutenção: $6,3 \times 150/1000 = 0,945$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (1,2 \times PCVZ^{-0,0209}) = 0,77 \times (1,2 \times 144^{-0,0209}) = 0,833$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho)/coeficiente de retenção = $(0,945 + 0,833)/0,371 = 4,79$ g/dia

• Potássio:

- Exigências líquidas para manutenção: $23,5 \times 150/1000 = 3,525$ g/dia

- Exigências líquidas para ganho = $GPCVZ \times (1,5 \times PCVZ^{-0,0636}) = 0,77 \times (1,5 \times 144^{-0,0636}) = 0,842$ g/dia

- Exigências dietéticas = (Exigências líquidas para manutenção + ganho)/coeficiente de retenção = $(3,525 + 0,842)/0,484 = 9,02$ g/dia

Ressalta-se que não existem trabalhos que visaram avaliar as exigências dietéticas de S e microminerais para essa categoria animal sendo sugerido o uso das mesmas recomendações do capítulo 9

Tabela 11.11 - Exigências de energia, proteína e dietética dos macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para bezerros de corte lactentes

Exigências	Peso Corporal (kg)											
	100			150			200			250		
GMD (kg/dia)	0,60	0,80	1,00	0,60	0,80	1,00	0,60	0,80	1,00	0,60	0,80	1,00
CMS (kg/dia)	2,18	2,25	2,32	2,71	2,78	2,85	3,24	3,31	3,38	3,78	3,85	3,92
Energia (Mcal/dia)												
ELm	2,16			2,93			3,63			4,29		
EMm	3,64			4,94			6,13			7,24		
ELg	1,72	2,24	2,75	2,34	3,04	3,73	2,90	3,77	4,63	3,43	4,46	5,47
EMg	2,61	3,40	4,17	3,65	4,75	5,83	4,60	5,99	7,35	5,55	7,22	8,86
EMt	6,26	7,04	7,81	8,59	9,69	10,8	10,7	12,1	13,5	12,8	14,5	16,1
NDT (kg/dia)	1,48	1,67	1,85	2,03	2,29	2,55	2,54	2,87	3,19	3,03	3,42	3,81
Proteína bruta (g/dia)												
PMm	123			167			207			245		
PLg	94,3	126	157	95,6	127	159	96,6	129	161	97,3	130	162
PMg	129	171	214	141	188	236	156	208	260	173	230	288
PMt	252	295	338	308	356	403	363	415	467	418	476	533
PDR	0,00	5,00	27,0	30,7	73,8	116	117	167	216	200	257	311
PNDR	315	364	400	361	385	411	360	385	411	362	389	418
PB	315	369	427	392	459	527	478	552	627	563	646	729
Macrominerais (g/dia)												
Ca	11,1	14,1	17,1	10,8	13,36	15,9	11,0	13,2	15,5	11,4	13,5	15,6
P	8,15	10,2	12,2	9,05	11,11	13,1	9,98	12,0	14,0	10,9	12,9	14,9
Mg	2,26	2,46	2,66	3,09	3,29	3,48	3,92	4,11	4,31	4,74	4,94	5,14
Na	3,39	3,95	4,51	4,22	4,79	5,34	5,06	5,62	6,17	5,90	6,46	7,01
K	6,19	6,63	7,08	8,58	9,02	9,45	11,0	11,4	11,8	13,4	13,8	14,2

¹ PC = PCJ; Para converter ELg em EMg, foram utilizados os seguintes kg em função do peso corporal dos animais: 100 kg – 0,66; 150 kg – 0,64; 200 kg – 0,63; e 250 kg – 0,618; ²Considerando a produção de leite nas seguintes semanas: 10^a – 8,13 kg/dia (100 kg PC); 19^a – 7,51 kg/dia (150 kg PC); 28^a – 6,89 kg/dia (200 kg PC); e 37^a – 6,27 kg/dia (250 kg PC).

SUPLEMENTAÇÃO DE BEZERROS NO PERÍODO DE AMAMENTAÇÃO

A partir das informações geradas nos estudos de Fonseca (2009) e Costa e Silva et al, (2015a), ou seja, considerando-se a curva de lactação de vacas Nelore, a composição média do leite e de acordo com as exigências nutricionais obtidas para os bezerros na fase pré-desmama, torna-se possível estimar o momento em que o leite não é mais suficiente para suprir os nutrientes demandados para o crescimento do bezerro. Considerando a energia e a proteína como os nutrientes mais limitantes, evidencia-se que, a partir da 12^a semana de vida, ou seja, por volta dos 84 dias

de idade, o leite não fornece toda a energia necessária para que o bezerro tenha um GMD próximo de 1000 g/dia. Por outro lado, a proteína torna-se o limitante apenas a partir da 20^a semana, ou seja, em torno de 140 dias de vida do bezerro, o que seria em torno de 70 a 100 dias antes da desmama. Portanto, para que bezerros Nelore consigam manter um ganho de peso da ordem de 900 g/dia até a desmama, é necessário a utilização de suplementos múltiplos via *creep feeding*, a partir do terceiro mês de vida, ou então, utilizar vacas de maior potencial para produção de leite (Tabela 11.12).

Tabela 11.12 - Produção de leite de vacas Nelore, disponibilidade de energia metabolizável (EM) e proteína metabolizável (PM) via leite, exigências totais de EM e PM de bezerros Nelore lactentes e a necessidade de leite para atender as exigências de EM dos bezerros, de acordo com a semana de lactação e o peso dos animais

SL ¹	PC ²	PL ³	EM leite ⁴	PM leite ⁵	EMt ⁶	PMt ⁷	NL ⁸
1	35,6	8,39	6,38	197	2,82	58,5	3,70
2	41,2	8,67	6,59	204	3,14	65,3	4,13
3	46,8	8,61	6,54	202	3,46	71,8	4,55
4	52,4	8,54	6,49	201	3,76	78,1	4,95
5	58,0	8,47	6,44	199	4,06	84,3	5,34
6	63,6	8,40	6,39	197	4,35	90,3	5,73
7	69,2	8,34	6,34	196	4,64	96,2	6,10
8	74,8	8,27	6,28	194	4,91	102	6,47
9	80,4	8,20	6,23	193	5,19	108	6,83
10	86,0	8,13	6,18	191	5,46	113	7,18
11	91,6	8,06	6,13	189	5,72	119	7,53
12	97,2	7,99	6,07	188	5,98	124	7,87
13	103	7,92	6,02	186	6,24	129	8,21
14	108	7,85	5,97	184	6,49	135	8,54
15	114	7,78	5,92	183	6,74	140	8,87
20	142	7,44	5,65	175	7,95	165	10,5

¹SL = semana de lactação; ²PB = peso do bezerro, kg: considerou-se o peso ao nascimento de 30 kg e GMD de 0,8 kg/dia; ³PL = produção de leite; ⁴EM via leite: quantidade de energia metabolizável disponibilizada ao bezerro via leite (Mcal/dia); ⁵PM via leite: quantidade de proteína metabolizável disponibilizada ao bezerro via leite (g/dia); ⁶EMt = exigências totais (manutenção + ganho) de energia metabolizável do bezerro; ⁷PMt: exigências totais (manutenção + ganho) de proteína metabolizável do bezerro; ⁸NL: necessidade de leite (kg/dia) para atender as exigências totais de EM do bezerro. Adaptada da última versão do BR-CORTE (2010).

Contudo, mesmo que o aumento na produção de leite devido à maior capacidade genética das vacas permita aumentar o ganho de peso à desmama dos bezerros, não se pode negligenciar que, o nível nutricional na maior parte dos sistemas baseados em pastagens é limitante para dar suporte a níveis elevados de produção de leite (Paulino et al., 2012). Adicionalmente, entre o 3º e 4º mês de idade, ocorrem mudanças consideráveis no trato digestório do bezerro, época em que esse animal se transforma efetivamente em animal ruminante (Porto et al., 2009), o que o torna cada vez mais dependente do pasto. Entretanto, na maioria dos sistemas brasileiros de produção, esses processos acontecem durante o período de transição águas-seca, período em que ocorre a diminuição na qualidade e quantidade de forragem disponível para o pastejo. Consequentemente, a diferença entre as exigências nutricionais do bezerro e a

quantidade de nutrientes supridos pelo leite e pelo pasto tende a aumentar, colocando o bezerro em situação desfavorável no tocante ao equilíbrio nutricional. Assim, para os sistemas intensivos de produção de bovinos, que exigem maior aporte nutricional, visualiza-se a suplementação dos animais lactentes sob sistema de *creep feeding*. O *creep feeding* refere-se ao fornecimento do alimento adicional para animais em fase de aleitamento, em local cujo acesso é restrito aos bezerros (Paulino et al., 2012).

Estudos sobre o *creep feeding* em condições tropicais têm consistentemente demonstrado aumento no PC dos bezerros à desmama (Tabela 11.13), evidenciando a importância do *creep feeding* para antecipar a idade ao abate e o início da atividade reprodutiva de animais criados em condições de pastejo (Paulino et al., 2010). Contudo, o ganho de peso adicional com a utilização do *creep feeding*, é variável. Fatores como a

quantidade e a qualidade do pasto, a produção de leite das vacas, o potencial de crescimento dos bezerros, raça, o sexo, a idade dos bezerros ao desmame, e mesmo o tipo de

suplemento e o tempo de utilização do *creep feeding* influenciam o desempenho dos animais.

Tabela 11.13 - Resumo dos dados de estudos sobre creep feeding

Estudo ¹	Período experimental (d)	Sexo do Bezerro	Consumo de suplemento (g) ²	Teor de PB no suplemento (g/kg)	GMD ³	
					MM	SUP
De Paula et al. (2012)	112	Macho	583	300	662	728
Valente et al. (2013)	112	Macho	530	150-550	608	804
Barros et al. (2014)	112	Fêmea	500	250	687	769
Lopes et al. (2014)	140	Macho	900	80-410	727	880
Cardenas et al. (2015)	140	Fêmea	500	80-400	619	677
Barros et al. (2015)	140	Macho	850	250	731	843
Marquez et al. (2014)	150	Fêmea	450	250	628	677
Lopes (2015)	140	Macho	1200	250	720	873
Almeida (2016) ⁴	140	Fêmea	800	250	642	732
Martins (2016) ⁴	140	Macho	1600	250	500	900

¹ Dados processados; para acessar dados individuais consultar as referências.

² Consumo médio de suplemento dos animais suplementados.

³ GMD = ganho médio diário (g), MM = bezerros receberam apenas mistura mineral; ou SUP = bezerros receberam suplementos múltiplos em sistema de *creep feeding*.

⁴ Dados não publicados.

Desta forma, obedecido o limite imposto pela genética, quanto menor for a capacidade do pasto e/ou leite em suprir a demanda nutricional dos bezerros, maior será a resposta relativa com a utilização do *creep feeding*, refletindo positivamente na eficiência e na rentabilidade dessa técnica.

No entanto, é difícil recomendar o melhor nível de suplementação (% PC) e o melhor teor de PB no concentrado uma vez que essa combinação é inversamente proporcional, ou seja, quando objetiva-se fornecer menores quantidades de suplemento, deve-se fornecer um teor maior de PB, sendo a recíproca verdadeira. Portanto, a quantidade de suplemento e o teor de PB no suplemento vão depender diretamente do objetivo do produtor e do ganho almejado.

REFERÊNCIAS

Agricultural and Food Research Council – AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 159p. 1993.

Almeida, D. M. *Efeitos dos níveis de suplementação sobre o desempenho e características metabólicas e nutricionais das matrizes, bezerras lactentes e novilhas em pastejo*. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2016.

Anthony, W. B.; Parks, P. F.; Mayton, E. L.; Brown, L. V.; Sterling, J. G.; Patterson, T. B. A new technique for securing milk production data for beef cows nursing calves in nutrition studies. *Journal of Animal Science*, 18:1541-1541, 1959.

ANUALPEC - Anuário da Pecuária Brasileira. Instituto iFNP: São Paulo. 280p. 2015.

Barros, L. V.; Paulino, M. F.; Chizzotti, M. L.; Rennó, L. N.; Cardenas, J. E. G.; Valente, E. E. L.; Lopes, S. A.; Cabral, C. H. A.; Paula, N. F.; Silva, F. G. Supplementation of female calves in creep feeding system and productive and nutritional parameters of beef cows on tropical pasture, *Semina: Ciências Agrárias*, 35:2723-2738, 2014.

- Barros, L. V.; Paulino, M. F.; Marquez, D. E. C.; Cabral, C. H. A.; Silva, F. G.; Caldeira, D. S. A.; Lopes, S. A.; Moura, F. H. Supplementation of suckling beef calves on a creep-feeding system and nutritional evaluation of lactating beef dams. *Semina: Ciências Agrárias*, 36: 3431-3444.
- Beef Cattle Nutrient Requirement Model – BCNRM. *Nutrient requirements of beef cattle*. 8th edition. Washington, DC: The National Academies Press, 475p, 2016.
- Bottje, W. G.; Carstens, G. E. Association of mitochondrial function and feed efficiency in poultry and livestock species. *Journal of Animal Science*, 87:48-63, 2009.
- BR-CORTE. Valadares Filho, S. C.; Paulino, P. V. R.; Magalhães, K. A. *Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos – BR-CORTE*. 1. ed. – Viçosa: UFV, DZO. 142p. 2006.
- BR-CORTE. Valadares Filho, S. C.; Marcondes, M. I.; Chizzotti, M. L.; Paulino, P. V. R. *Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle – BR-CORTE*, 2 ed. – Viçosa: UFV, DZO. 193 p. 2010.
- Brosh, A.; Henkin, Z.; Ungar, E. D.; Dolev, A.; Shabtay, A.; Orlov, A.; Yehuda, Y.; Aharoni, Y. Energy cost of activities and locomotion of grazing cows: a repeated study in larger plots. *Journal of Animal Science*, 88:315-323, 2010.
- Buskirk, D. D., R. P. Lemenager, L. A. Horstman. 1992. Estimation of net energy requirements (Nem and NE delta) of lactating beef cows. *Journal of Animal Science*, 70:3867-3876.
- Calegare, L. N. P. *Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus × Nelore*. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. 2004.
- Calegare, L.; Alencar, M. M.; Packer, I. U.; Lanna, D. P. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nelore and Continental and British *Bos taurus* × Nelore crosses. *Journal of Animal Science*, 85:2413-2422. 2007.
- Cardenas, J. E. G. *Suplementação de bezerras de corte lactentes com diferentes níveis de proteína e características nutricionais e produtivas de vacas de corte*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 2012.
- Cardenas, J. E. G.; Paulino, M. F.; Lopes, S. A.; Silva, A. G.; Barros, L. V.; Valente, E. E. L. Desempeño productivo, consumo y digestibilidad de terneras lactantes criadas en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína bruta. *Archivos de Zootecnia*, 64: 167-174. 2015.
- Carstens, G. E.; Jhonson, D. E.; Jhonson, K. A.; Hotovoy, S. K.; Szymanski, T. J. Genetic variation in energy expenditures of monozygous twin beef cattle at 9 and 20 months of age. In: *Energy Metabolism of Farm Animals*, Proc. 11th Symposium. EAAP Publ. 43:72. 1988.
- Cobby, J. M.; Le Du, Y. L. P. On fitting curves to lactation data. *Animal Production*, 26:127-133, 1978.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – CSIRO. *Nutrients requirements for Domestic Ruminants*. Victoria: 270p. 2007.
- Costa e Silva, L. F. Mineral requirements for Nelore cattle and equations to predict milk yield and dry matter intake for lactating Nelore cows and suckling Nelore calves. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 125 p, 2015.
- Costa e Silva, L. F.; Engle, T. E.; Valadares Filho, S. C.; Rotta, P. P.; Villadiego, F. A. C.; Silva, F. A. S.; Martins, E. C.; Silva, L. H. R.; Paulino, M. F. Nelore cows and their calves during the lactation period. Performance, intake, milk composition, and total apparent nutrient digestibility. *Tropical Animal Health and Production*, 47:735-741, 2015a.
- Costa e Silva, L. F.; Engle, T. E.; Valadares Filho, S. C.; Rotta, P. P.; Valadares, R. F. D.; Silva, B. C.; Pacheco, M. V. C. Intake, apparent digestibility, and nutrient requirements for growing Nelore heifers and steers fed two levels of calcium and phosphorus. *Livestock Science*, 181: 17-24, 2015b.
- De Paula, N. F. *Crescimento de bovinos de corte no sistema pasto/suplemento submetidos a diferentes planos nutricionais*. Viçosa, MG: UFV. 129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2012.
- Ferrell, C. L.; Jenkins, T. G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. *Journal of Animal Science*, 61:725-741, 1985.

- Flatt, W. P.; Moe, P. W.; Munson, A. W.; Cooper, T. Energy utilization by high producing dairy cows. II. Summary of energy balance experiments with lactating Holstein cows. Page 235 in *Energy Metabolism of Farm Animals*, EAAP Publ. 12, Warsaw, Poland. 1967.
- Fonseca, M. A. *Exigências Nutricionais de Vacas e Bezerros Nelore, do nascimento à desmama*. Viçosa, MG: UFV, 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2009.
- Fonseca, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Henriques, L. T.; Paulino, P. V. R.; Detmann, E.; Fonseca, E. A.; Benedeti, P. D. B.; Silva, L. D. Exigências nutricionais de bezerros Nelore lactentes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41:1212-1221, 2012a.
- Fonseca, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Henriques, L. T.; Paulino, P. V. R.; Detmann, E.; Benedeti, P. D. B.; Silva, L. D.; Amaral, P. M. Exigências nutricionais de vacas Nelore primíparas lactantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41:1222-1230, 2012b.
- Freetly, H. C.; Nienaber, J. A.; Brandl, T. B. Partitioning of energy during lactation of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, 84:2157-2162, 2006.
- Gifford, W. Records performance tests for beef cattle in breeding herds. Milk production, milk production of dams and growth of calves. *Arkansas Agricultural Experiment Bulletin* 531. 1953.
- Henriques, L. T.; Valadares Filho, S. C.; Fonseca, M. A.; Paulino, P. V. R.; Detmann, E.; Valadares, R. F. D. Avaliação de modelos não-lineares e da relação do consumo voluntário de vacas primíparas e de bezerros com a curva de lactação de vacas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40:1287-1295. 2011.
- Institut National de la Recherche Agronomique – INRA. *Alimentation des bovines, ovins, et caprins*. JARRIGE. R. (Ed.) Paris: INRA. 1989.
- Jenkins, T. G.; Ferrell, C. L. A note on lactation curves of crossbred cows. *Animal Production*, 39:479-482, 1984.
- Kelly, A. K.; Mcgee, M.; Crews Jr, D. H.; Fahey, A. G.; Wylie, A. R.; Kenny, D. A. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. *Journal of Animal Science*, 88:109-123, 2010.
- Knapp, B.; Black, W. H. Factors influencing the rate of gain in beef calves during the suckled period. *Journal of Agricultural Research*, 63:249-249, 1941.
- Lima, J. A. C. *Suplementação de bezerros de corte lactentes em pastejo com diferentes fontes energéticas*. Viçosa, MG: UFV. 16p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2015.
- Lofgreen, G. P.; Garret, W. N. A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*, 27:793-806, 1968.
- Lopes S. A. *Estratégias de suplementação para vacas de corte gestantes no período seca e suplementação de bezerros de corte lactentes com diferentes níveis de proteína*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 2012.
- Lopes, S. A.; Paulino, M. F.; Detmann, E.; Valadares Filho, S. C.; Valente, E. E. L.; Barros, L. V.; Cardenas, J. E. G.; Almeida, D. M.; Martins, L. S.; Silva, A. G. Supplementation of suckling beef calves with different levels of crude protein on tropical pasture. *Tropical Animal Health and Production*, 46: 379-384, 2014.
- Lopes S. A. *Estratégias para otimização da performance de bovinos em pastagem tropical*. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 2015.
- Marcondes, M. I.; Valadares Filho, S. C.; Paulino, P. V. R.; Valadares, R. F. D.; Paulino, M. F.; Nascimento, F. B.; Fonseca, M. A. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1587-1596, 2009.
- Márquez, D. E. C. *Parâmetros nutricionais e produtivos de bezerras suplementadas e vacas de corte lactentes em pastejo*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 2013.
- Marquez, D. C.; Paulino, M. F.; Marcondes, M. I.; Rennó, L. N.; Barros, L. V.; Martins, L. S.; Ortega, R. M.; Silva, A. G.; Almeida, D. M.; Sotello, D. P.; Moura, F. H. Parâmetros nutricionais e produtivos de bezerras suplementadas a pasto com diferentes fontes de alimentos protéicos. *Semina: Ciências Agrárias*, 35:2709-2722, 2014.

- Martins, L. S. *Efeitos da suplementação sobre desempenho e características nutricionais e metabólicas de vacas e bezerros de corte a pasto*. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2016.
- Maynard, L. A.; Loosli, J. K.; Hintz, H. F.; Warner, R. K. *Animal Nutrition*. McGraw-Hill Book Co., New York, USA, 602 p, 1979.
- National Research Council – NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 248p. 1996.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 381p. 2001.
- Paulino, M. F.; Detmann, E.; Valadares Filho, S. C.; Silva, A. G.; Cabral, C. H. A.; Valente, E. E. L.; Barros, L. V.; De Paula, N. F.; Lopes, S. A.; Couto, V. R. M. Bovinocultura programada. In: VII Simpósio de Produção de Gado de Corte, Viçosa. *Anais...Viçosa: DZO-UFV*, 267-297, 2010.
- Paulino, M. F.; Detmann, E.; Silva, A. G.; Almeida, D. M.; Valente, E. E. L.; Maciel, I. F. S.; Nascimento, J. L. M.; Bittencourt, J. A.; Martins, L. S.; Barros, L. V.; De Paula, N. F.; Mendes, R. K. V.; Lopes, S. A.; Carvalho, V. V. Bovinocultura de alto desempenho com sustentabilidade. In: VIII Simpósio de Produção de Gado de Corte, Viçosa. *Anais...Viçosa: DZO-UFV*, 183-196. 2012.
- Petrie, L.; Acres, S. D.; McCartney, D. H. The Yield of colostrum and colostral gammaglobulins in beef cows and the absorption of colostral gammaglobulins by beef calves. *Canadian Veterinary Journal*, 25:273–279, 1984.
- Porto, M. O.; Paulino, M. F.; Valadares Filho, S. C.; Detmann, E.; Sales, M. F. L.; Couto, V. R. M. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros Nelore em creep feeding: desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes. *Revista brasileira de Zootecnia*, 38:1329-1339, 2009.
- Schroeder, G. F.; Titgemeyer, E. C. Interaction between protein and energy supply on protein utilization in growing cattle: a review. *Livestock Science*, 114:1-10, 2008.
- Valente, E. E. L.; Paulino, M. F.; Barros, L. V.; Almeida, D. M.; Martins, L. S.; Cabral, C. H. A. Effect of calves' supplementation on performance, nutritional and behavioral characteristics of their dams. *Tropical Animal Health and Production*, 45:487-495, 2013.
- Von Bertalanffy, L. Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*, 32:217. 1957.
- Webster, A. J. F. Energy metabolism and requirements. In: Curch, D.C. (Ed.). *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. 2 ed. Oregon: Book Stores, p. 210-229. 1979.
- Wilmink, J. B. M. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livestock Production Science*, 16:335-348, 1987.

