

Modelos não lineares para descrever o consumo, deposição de nutrientes no corpo e crescimento de cabritos Saanen x Alpina

Guevara, C.E.^{1@}; Rodrigues, M.T.², Vieira, R.A.M.³, da Silva, M.C.¹, Lima, M.C.¹ e Hernandez Herrera, D.¹

¹Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sincelajo. Sucre.

²Universidade Federal de Viçosa. UFV. Brasil.

³Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. UENF. Brasil.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo de nutrientes em cabritos alimentados com leite de cabra variando em concentração de gordura (24,2; 34,4; 44,3; 65,6; e 82,1 g kg⁻¹ MS) para estudar seu efeito no desempenho e na conversão alimentar, durante o aleitamento e pós-aleitamento, em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com 12 repetições por dieta líquida inicialmente. O período experimental iniciou o dia sétimo de vida, com 60 cabritos da raça Saanen e Alpina confinados em gaiolas de metabolismo individual, recebendo 1,5 L/Leite/dia divididos em duas refeições 08h00 e 15h00 até os 15 dias de vida; do dia 16 até o dia 52 de vida foi oferecido 2L/Leite em duas refeições, a partir do dia 53 e até o dia 67 de vida os animais começaram a receber 1L/Leite na parte da tarde; sendo que, a partir do dia 37 até o dia 195 de vida foi fornecido capim-Tifton-85 (*Cynodon dactylon*) *ad libitum* e 10 g/kg PV de ração concentrada para cada animal. Foi realizado um abate referência aos sete dias de vida e quatro abates ao longo do experimento: 37, 67, 142 e 195 dias de vida. Todos os procedimentos estatísticos foram programados no SAS (9.0) através do PROC NLIN adotando 0,05% de probabilidade para o erro Tipo I. Houve diferença ($P<0,001$) no consumo de matéria seca, de proteína, de gordura e carboidratos não fibrosos na fase de aleitamento. Houve efeito ($P<0,001$) para a deposição de gordura bruta, proteína bruta e matéria mineral no corpo do animal, durante a fase de aleitamento. No entanto, após a substituição pela dieta sólida, verifica-se, no médio prazo, a redução dessa diferença.

Non-linear models to describe consumption, nutrient deposition in the body and growth of Saanen x Alpina kids

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate nutrient intake in goats' milk-fed goats varying in fat concentration (24.2, 34.4, 44.3, 65.6 and 82.1 g.kg⁻¹ MS) to study its effect on feed performance and feed conversion, during lactation and post-suckling, in a completely randomized design in a factorial scheme with 12 replicates per liquid diet initially. The experimental period began on the seventh day of life, with 60 Saanen and Alpina goats confined in individual metabolism cages, receiving 1.5 L / Milk / day divided into two meals at 08:00 and 15:00 until 15 days of life; From day 16 to day 52 of life was offered 2L / Milk in two meals, from day 53 and until day 67 of life the animals began to receive 1L / Milk in the afternoon; And from day 37 to day 195 of life Tifton-85 (*Cynodon dactylon*) *ad libitum* grass and 10 g/kg PV of concentrated feed were supplied for each animal. A slaughter reference was made to the seven days of life and four slaughters during the experiment: 37, 67, 142 and 195 days of life. All statistical procedures were programmed in the SAS (9.0) through PROC NLIN adopting 0.05% probability for the Type I error. There was a difference ($P<0.001$) in the consumption of dry matter, protein, fat and non-fibrous carbohydrates in the lactation phase. There was an effect ($P<0.001$) for the deposition of crude fat, crude protein and mineral matter in the animal body during the lactation phase. However, after the substitution by the solid diet, the reduction in this difference is verified in the medium term.

PALAVRAS CHAVES ADICIONAIS

Alimentação.
Desempenho.
Gordura.
Ruminante.

ADDITIONAL KEYWORDS

Feeding.
Performance.
Fat.
Ruminant.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 11.11.2016
Aceptado/Accepted: 11.05.2017
On-line: 15.01.2018
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
carmenguevarasaez@gmail.com

INTRODUÇÃO

A quantidade do leite ingerida nas primeiras semanas de vida é de fundamental importância, pois esta influencia o crescimento do cabrito, embora essa contribuição do leite decresça gradualmente à medida que o cabrito se desenvolve, e a partir disto o crescimento passa a ser regulado pelos consumos de alimentos sólidos e leite. Por ser a fase mais importante de uma

criação especializada, pois dela depende a capacidade de expressão máxima do potencial genético, devem-se suprir adequadamente as necessidades nutricionais com alimentos líquidos de elevado valor nutricional (AFRC 1993; NRC 2001). Entre as exigências para o crescimento, a de energia é a mais ampla e que primariamente domina o fluxo alimentar assim esta é a mais relevante, em quantidade, para o metabolismo animal. Desse modo, o não suprimento das exigências

de energia pode alterar negativamente o desempenho animal em todos os estádios fisiológicos (Fregulha et al. 2012a). Na tentativa, de obter maior desempenho dos animais e menor custo de produção, têm sido utilizadas algumas estratégias na alimentação, entre elas, a inclusão de fontes de gordura na alimentação de ruminantes com o objetivo de aumentar a concentração energética da dieta, melhorar a utilização de nutrientes e a eficiência de conversão de alimentos para a produção de carne e/ou leite; também, porque a inclusão de óleo em rações para ruminantes apresenta efeitos desejáveis, como a inibição da produção de metano, aumento na eficiência da síntese microbiana e aumento de ácido linoleico conjugado (CLA) no leite e na carne, que tem sido considerado um importante agente anticarcinogênico (Guevara 2012, p. 4). No entanto, modificação na dieta líquida (leite integral ou colostro) de pré-ruminantes, principalmente em função da inclusão de diferentes níveis de gordura, pode ocasionar transtornos metabólicos, porém, alterações estruturais no aparelho digestivo podem acarretar respostas fisiológicas diferenciadas que refletirão no desempenho animal (Campos e Silva 1986). Mancio et al. (2005, p. 1308) e Londoño et al. (1999, p. 1370) relataram que o colostro enriquecido com óleo de soja em substituição ao leite de cabra resultou em alta incidência de diarreia nos cabritos, e perda de pêlo nas três primeiras semanas de vida dos animais, respectivamente. Além disso, os animais apresentaram valores médios para massa corporal 13% inferiores a aqueles que foram alimentados com leite integral de cabra. Nesta tentativa, de aumentar e melhorar a eficiência dos processos metabólicos dos caprinos também, tem sido utilizado os promotores de crescimento, entre os produtos utilizados, destaca-se o Zeranol, um anabolizante sintetizado a partir da zeralenona – um composto estrogênico extraído do fungo de milho *Giberrella zeae* que proporciona maior porcentagem de proteína e diminuição dos teores de gordura da carcaça (Mancio et al. 2005, p. 1306). Desta maneira, os alimentos consumidos pelos animais nas fases de pré-ruminante e ruminante, em virtude de sua qualidade e quantidade ingerida, representam importante fator no desempenho animal (Pyatt et al. 2005, p. 2918), além de ser o item de maior impacto no custo final de produção. Como visto anteriormente as tentativas de inclusão de óleos em dietas lácteas tem provocado na fase de aleitamento transtornos metabólicos, o que tem tornado essa fonte pouco viável, no entanto, há carência de estudos que relacionem a composição da gordura a ser adicionada com a composição natural da gordura do leite integral de cabra, sem causar

modificações nos componentes e se nas proporções dos nutrientes com o objetivo de elevar o conteúdo energético da dieta líquida, obter melhores resultados quanto à digestibilidade, menor incidências de diarreias e consequentemente maior desenvolvimento dos animais durante a fase de crescimento (Guevara et al. 2014, p. 336). Em atenção às considerações anteriores, os objetivos do presente trabalho foram avaliar dietas com diferentes teores de inclusão de gordura do leite de cabra oriundo do desnate do leite integral de cabra, na alimentação de cabritos durante a fase de aleitamento e estudar seu efeito no desempenho, na conversão alimentar e na composição corporal, nos períodos de aleitamento e pos-aleitamento.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais – Brasil. Foram utilizados 60 cabritos (machos) recém-nascidos da raça Saanen e Alpina, os quais foram devidamente identificados, pesados e alimentados com colostro tratado até os três primeiros dias de vida. Do terceiro ao sétimo dia, os animais receberam leite de cabra integral. A partir do sétimo dia de vida, iniciou-se o período experimental, onde cada cabrito foi confinado em gaiolas de metabolismo individual.

Foram avaliadas cinco dietas líquidas a base de leite de cabra com teores crescentes de gordura (dieta 1= 24,2; dieta 2= 34,4; dieta 3= 44,3; dieta 4= 65,6 e dieta 5= 82,1 g kg⁻¹ MS). Dieta 1 foi considerada como controle negativo por conter uma porcentagem de gordura mais baixo que o encontrado no leite integral (34,4 g kg⁻¹ = Dieta 2). As demais dietas foram calculadas para exceder os teores de gordura no leite de cabra (**Tabela I**). A gordura utilizada para a obtenção dos teores finais da dieta consistia de um creme de leite que continha em média 700 g kg⁻¹ MS.

O experimento foi dividido em fases, do 7º ao 37º dias de vida, considerou-se a primeira fase onde os animais só recebiam leite como alimento líquido exclusivo. Estes foram aleitados em mamadeiras individuais, com controle da ingestão, as 08h00 e 15h00 horas, a uma temperatura de 37°C (**Tabela II**). A segunda fase iniciou-se aos 38 dias de idade e finalizou com a desmama aos 68 dias de vida. Durante este período experimental foi oferecido aos animais além da dieta líquida estabelecida, feno de capim-Tifton-85 (*Cyno-*

Tabela I. Composição das dietas oferecidas (Composition of the diets offered).

Itens (g/kg MS)	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Níveis de inclusão gordura	24,2	34,4	44,3	65,6	82,1
Extrato seco total	107,6	122	130,1	150,8	168,4
Proteína Bruta	29,2	24,1	23,8	17,3	17,5
Gordura Bruta	24,2	34,4	44,3	65,6	82,1
Lactose	47,4	57,6	56,9	64,6	65,8
Matéria mineral	6,8	5,8	5,2	3,3	3

Tabela II. Fornecimento da dieta líquida aos animais do experimento (Supply of liquid diet to experimental animals).

Idade (dias)	Tipo de aleitamento	Litros/animal/dia		Total (L)
		Manhã	Tarde	
0 – 3	Colostro	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	-
4 – 6	Leite integral de cabra	0,5	0,5	1
7 – 15	Leite de cabra + gordura	0,75	0,75	1,5
16 – 52	Leite de cabra + gordura	1	1	2
53 – 68	Leite de cabra + gordura	0	1	1

don dactylon) *ad libitum* e ração concentrada do tipo comercial, a base de fubá de milho (*Zea mays* L.) e farelo de soja (*Glycine max* L.) na proporção de 10 g kg⁻¹ de massa corporal dos animais (Tabela III). O volumoso e o concentrado foram oferecidos duas vezes ao dia, as 8h30 e 16h30, permitindo-se 10% de sobras. As sobras do volumoso e do concentrado foram previamente retiradas e pesadas pela manhã, como forma de medir o consumo diário por animal. A água foi fornecida *ad libitum* e renovada duas vezes ao dia. Nos últimos 15 dias deste período o consumo de leite foi diminuído (Tabela II), com o objetivo de preparar-lhes para a desmama e aumentar a dependência por forragem. A terceira fase iniciou logo após o desaleitamento e finalizou quando os animais atingiram a maturidade com aproximadamente 195 dias de idade. Nesta fase os animais receberam feno de capim-Tifton-85 (*Cynodon dactylon*) *ad libitum*, ração concentrada 10 g kg⁻¹/PV e água a vontade.

Os cabritos foram pesados logo após o nascimento e em intervalos de sete dias até o final do período experimental. As pesagens foram realizadas, pela manhã, antes do fornecimento da dieta, com o objetivo de avaliar o desempenho corporal dos animais durante o aleitamento e pos-aleitamento. Durante as três fases do experimento, semanalmente, foram coletadas amostras dos alimentos oferecidos (leite, feno e concentrado) e das sobras, para ser analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2009, p. 30). Para as determinações da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) pelo método sequencial, utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest (1994, p. 476). Na determinação da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) foi empregada metodologia proposta por Licitra et al. (1996, p. 355). Os teores de carboidratos totais CT = 100 - (%PB + %EE + %CZ) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992, p. 3566) e os teores de carboidratos não-fibrosos CNF (%) = 100 - (%PB + %EE + %Cinzas + %FDNcp) foram obtidos como sugerido por Weiss (1999).

Para determinação da composição corporal foram realizados abates ao longo do período experimental,

Tabela III. Composição bromatológica do feno de capim-Tifton e do concentrado (Bromatological composition of Tifton grass hay and concentrate).

Item	FenodeCapim Tifton (g/kg)	Concentrado (g/kg)
Matéria Seca	895,4	880,1
Proteína Bruta	90,1	196,8
Gordura Bruta	10,2	13,4
Fibra em Detergente Neutro	771,1	141
Matéria Orgânica	955,9	960,5
Carboidratos Totais	855,5	750,4
Carboidratos não Fibrosos	84,4	609,4
Matéria Mineral	44	39,5
Lignina	77,2	23,5

utilizando as considerações expostas pelas normas oficiais RIISPOA (BRASIL, 1997). No início da primeira fase (sete dias de idade) cinco cabritos foram abatidos (grupo referência) e quatro abates ao longo do experimento: 37, 67, 142 e 195 dias de vida, onde se escolham aleatoriamente dois animais por tratamento respectivamente. Posteriormente ao procedimento de abate, seguiram-se a esfolagem e a retirada de pés, cabeça e rabo que, juntamente com o sangue, foram identificados e pesados separadamente. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, esvaziado, lavado e após o escorrimento da água, foi novamente pesado; todo isto, para calcular o peso corporal vazio final (PCVZf). As patas foram amostradas (dianteira e traseira direita), As carcaças obtidas foram divididas em duas meias carcaças, procedendo-se, em seguida, à tomada do peso da carcaça quente (PCQ). Foi utilizada a meia carcaça direita para determinação da composição química. Em seguida, a meia carcaça e órgãos foram moídos em moedor de carne industrial e homogeneizados. As referidas amostras, juntamente com as amostras de couro foram liofilizadas e obtida a matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, foram analisados o teor de matéria seca desengordurada (MSD), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), conforme a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2009, p. 30). A determinação do teor de água, gordura, proteína e matéria mineral do corpo vazio (CVZ) foram realizadas em função da proporcionalidade e do teor de água, gordura, proteína e matéria mineral dos componentes analisados separadamente (couro e órgãos + carcaça), totalizando 100% do PCVZ, e a relação média entre o peso do corpo vazio (PCVZ) e peso vivo (PV) determinado nos animais referência foi utilizada para as estimativas do peso do corpo vazio inicial (PCVZi) dos animais remanescente. Do mesmo modo, a composição média corporal dos animais do grupo referência (concentração de proteína, gordura e energia) foi utilizada como estimativa da composição corporal inicial dos 60 animais restantes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco dietas e 12 repetições, totalizando 60 unidades experimentais, em arranjo

fatorial, sendo estes a idade e a dieta. As variáveis consumo e desempenho foram analisados segundo o seguinte modelo estatístico: $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \alpha\tau_{ij} + e_{ijk}$, em que y_{ijk} corresponde à medição efetuada sobre o k -ésimo animal, abatido na j -ésima idade após ter recebido o i -ésima dieta; μ é uma constante inerente ao modelo; α_i corresponde ao efeito do i -ésima dieta; τ_j representa a j -ésima idade de abate; $\alpha\tau_{ij}$ equivale à interação entre esses efeitos; e e_{ijk} representa o erro aleatório. Os modelos lineares foram analisados por meio do programa SAS (9.0), empregando-se PROC MIXED ao nível de 0,05 de probabilidade para o erro Tipo I. Foi usado o critério bayesiano de informação (BIC) (Burnham e Anderson 2004) e verificado a hipótese de variâncias heterogêneas para todas as variáveis analisada.

Foram ajustados os modelos Brody, Gompertz e exponencial simples (Tabela IV) para estimar o consumo de nutrientes, crescimento do animal e os parâmetros da curva, em que Y é a variável estudada no tempo t ; A , o valor assintótico, sendo esse parâmetro interpretado como o valor final o valor médio a maturidade das variáveis estudadas, este valor representa o peso do animal a maturidade, independente de problemas flutuantes devido a efeitos da genética e ambientais; B , uma constante de integração, permite o cálculo da idade no ponto de inflexão. O valor de B é estabelecido pelos valores iniciais de Y e t . O k é interpretado como taxa de maturação, ou seja, indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto, valores elevados indicam animais com maturidade precoce e valores baixos indicam animais com maturidade tardia. O parâmetro m é que dá forma à curva e, conseqüentemente, determina em que proporção do valor assintótico (A) ocorre o ponto de inflexão da curva, na qual se inicia a fase de desaceleração até que chega ao tamanho adulto (Lupi et al. 2015, p 136)

Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Newton, programado no procedimento PROC NLIN do SAS (9.0). Os critérios utilizados para seleção do modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram: análises da inspeção gráfica do perfil exibido pelas curvas estimadas e observadas, e, percentual de convergência (C%) – considerando a existência ou não de convergência.

Depois de selecionado o modelo, calculou-se a taxa de crescimento, consumo e deposição de nutrientes no corpo, obtida a partir da primeira derivada do modelo ajustado, em relação ao tempo (dy / dt). A taxa de crescimento é, na realidade, o ganho de peso obtido por unidade de tempo e, como, nesse caso, o tempo está em dia, representa o ganho de peso médio diário, estimado ao longo da trajetória de crescimento, de igual forma para o consumo e deposição de nutrientes no corpo.

RESULTADOS

Conforme o critério BIC adotado para as estruturas das variâncias para dieta, idade e interação idade e dieta, a mais verossímil foram as de variâncias heterogêneas em função da idade dos animais em todas as variáveis estudadas. Observa-se que o PV, PCVZ, a deposição de GB, PB e MM no corpo vazio, e os consumos de MS, PB, GB, MM e CNF foram influenciados pelos efeitos da dieta e idade; somente o CFDN não foi influenciado pelos efeitos da dieta (Tabela V).

Foram desenvolvidas equações para explicar o consumo acumulado de nutrientes e o crescimento do animal, sendo o modelo de Gompertz usado para prever o consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e consumo de matéria mineral (CMM) (Tabela VI). O modelo de Brody usado para explicar o consumo de gordura bruta (CGB) e consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), e para estimar o consumo de proteína bruta (CPB) foi ajustado o modelo linear simples (Tabela VII). Para explicar o crescimento animal e a deposição de GB, PB e MM no corpo foram ajustados o modelo de Brody seguido do modelo exponencial simples (Tabela VIII e IX).

Foi utilizada uma variável dentro de cada modelo e gerada uma curva, para explicar o comportamento do consumo de matéria seca (Figura 1), consumo de gordura bruta (Figura 2) e consumo de proteína bruta (Figura 3). Constatou-se que o crescimento do animal durante a fase de aleitamento apresentou comportamento assintótico de primeira ordem seguido de uma retomada do crescimento exponencial na fase pós-desmama. Para explicar este fato, foram ajustadas curvas com o objetivo de ilustrar o comportamento do peso do

Tabela IV. Forma geral de modelos não lineares utilizados (General form of the nonlinear models used).

Modelo	Forma general
Brody	$y = A - Be^{-kt} + \varepsilon$
Gompertz	$y = y_0 \left[\frac{m_0}{k} (1 - e^{-kt}) \right] + \varepsilon$
Exponencial simples	$y = y_0^{kt} + \varepsilon$
Brody e Exponencial simples	$se\ 0 \leq t \leq t' \therefore y = A - Be^{-kt} + \varepsilon\ se\ t \geq t' \therefore y = y_0^{kt} + \varepsilon$

Tabela V. Valores de p das variáveis estudadas (P-values of the studied variables).

Variáveis	Dieta	Idade	Idade*Dieta
PV	0,033	<0,001	0,405
PCVZ	0,003	<0,001	0,099
GBCVZ	<0,001	<0,001	0,001
PBCVZ	<0,001	<0,001	0,006
MMCVZ	0,003	<0,001	0,349
CMS	<0,001	<0,001	<0,001
CPB	<0,001	<0,001	<0,001
CGB	<0,001	<0,001	<0,001
CMM	<0,001	<0,001	<0,001
CFDN	0,108	<0,001	<0,005
CCNF	<0,001	<0,001	<0,001

PV, peso vivo; PCVZ, peso do corpo vazio; GBCVZ, gordura bruta no corpo vazio; PBCVZ, proteína bruta no corpo vazio; MMCVZ, matéria mineral no corpo vazio; CMS consumo de matéria seca; CPB consumo de proteína bruta; CGB consumo de gordura bruta; CMM consumo de matéria mineral; CFDN consumo de fibra em detergente neutro; CCNF consumo de carboidratos não fibrosos.

corpo vazio (PCVZ) de cada tratamento em função da idade dos animais (**Figura 4**).

DISCUSSÃO

Houve diferença entre dietas líquidas para o consumo de matéria seca em função da idade (**Figura 1**), assim, a dieta com menor nível de gordura (24,2 g/kg) proporcionou menor consumo de matéria seca na primeira e segunda fase do experimento devido a que a dieta líquida oferecida foi um leite desnatado

com baixo teor de gordura, porém na fase três os animais pertencentes a este tratamento apresentaram um acréscimo no consumo de matéria seca como forma de suprir as deficiências nutricionais que não foram atendidas durante a fase de aleitamento, isto concorda com o observado por Mancio et al. (2005, p. 1309) em que animais que receberam menor oferta de leite por dia, tiveram maior consumo de volumoso e concentrado, demonstrando que o menor consumo durante a fase de aleitamento está associado no aumento da ingestão de alimentos sólidos.

No entanto, a dieta líquida com o teor mais elevado de gordura no leite (82,1 g kg⁻¹MS) apresentou em princípio o maior consumo de matéria seca até a desmama, pelo fato de estar consumindo um leite com maior teor de matéria seca (pois o creme que foi adicionado além de conter gordura, também continha proteínas, lactose e minerais) em relação as demais dietas líquidas, mas, após a desmama, estes animais começaram a diminuir o consumo de matéria seca, provavelmente pelo estresse causado pela mudança abrupta da dieta; isso pode ter ocorrido também, devido à regulação do consumo animal, reduzindo nos grupos onde havia maior nível de gordura, pois suas demandas energéticas já estavam supridas (Fregulha et al. 2012b). Por outro lado, Ramos et al. (2004, p 689) também observou, que animais recebendo maior quantidade de leite foram desaleitados aos 45 dias com baixo consumo de concentrado, maior estresse e tiveram ganho de peso inicial menor. Porém, a dieta com 44,3 g kg⁻¹ de gordura na MS do leite, semelhante ao teor do leite integral de cabra foi a que teve menor variância no CMS ao longo do período experimental, demonstrando assim que cabritos aleitados com leite de cabra integral apresentam menor variação no consumo e portanto no desempenho animal (Mancio et al. 2005, p. 1308)

A ingestão de gordura foi influenciada pelas diferentes dietas como já se esperava, observando-se

Tabela VI. Consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro e matéria mineral, em função da idade (t) dos animais, com regressões ajustadas pelo modelo de Gompertz (Consumption of dry matter, neutral detergent fiber and mineral matter, according to the age (t) of the animals, with regressions adjusted by the Gompertz model).

Dieta	Consumo (g/dia)		
	Matéria Seca	Fibra em Detergente Neutro	Matéria Mineral
1	$673,6 \exp \left[\frac{0,0757}{0,0143} (1 - e^{-0,0143 t}) \right]$	$0,0161 \exp \left[\frac{0,3565}{0,0236} (1 - e^{-0,0236 t}) \right]$	$203,8 \exp \left[\frac{0,0284}{0,0056} (1 - e^{-0,0056 t}) \right]$
2	$230,4 \exp \left[\frac{0,1127}{0,0183} (1 - e^{-0,0183 t}) \right]$	$0,0229 \exp \left[\frac{0,3724}{0,0254} (1 - e^{-0,0254 t}) \right]$	$142,7 \exp \left[\frac{0,0378}{0,0081} (1 - e^{-0,0081 t}) \right]$
3	$784,0 \exp \left[\frac{0,0763}{0,0148} (1 - e^{-0,0148 t}) \right]$	$0,1086 \exp \left[\frac{0,2918}{0,0220} (1 - e^{-0,0220 t}) \right]$	$202,6 \exp \left[\frac{0,0300}{0,0061} (1 - e^{-0,0061 t}) \right]$
4	$1161,4 \exp \left[\frac{0,0693}{0,0150} (1 - e^{-0,0150 t}) \right]$	$0,0249 \exp \left[\frac{0,3487}{0,0240} (1 - e^{-0,0240 t}) \right]$	$192,6 \exp \left[\frac{0,0277}{0,0053} (1 - e^{-0,0053 t}) \right]$
5	$302,3 \exp \left[\frac{0,1142}{0,0195} (1 - e^{-0,0195 t}) \right]$	$0,0280 \exp \left[\frac{0,3568}{0,0247} (1 - e^{-0,0247 t}) \right]$	$116,3 \exp \left[\frac{0,0400}{0,0084} (1 - e^{-0,0084 t}) \right]$

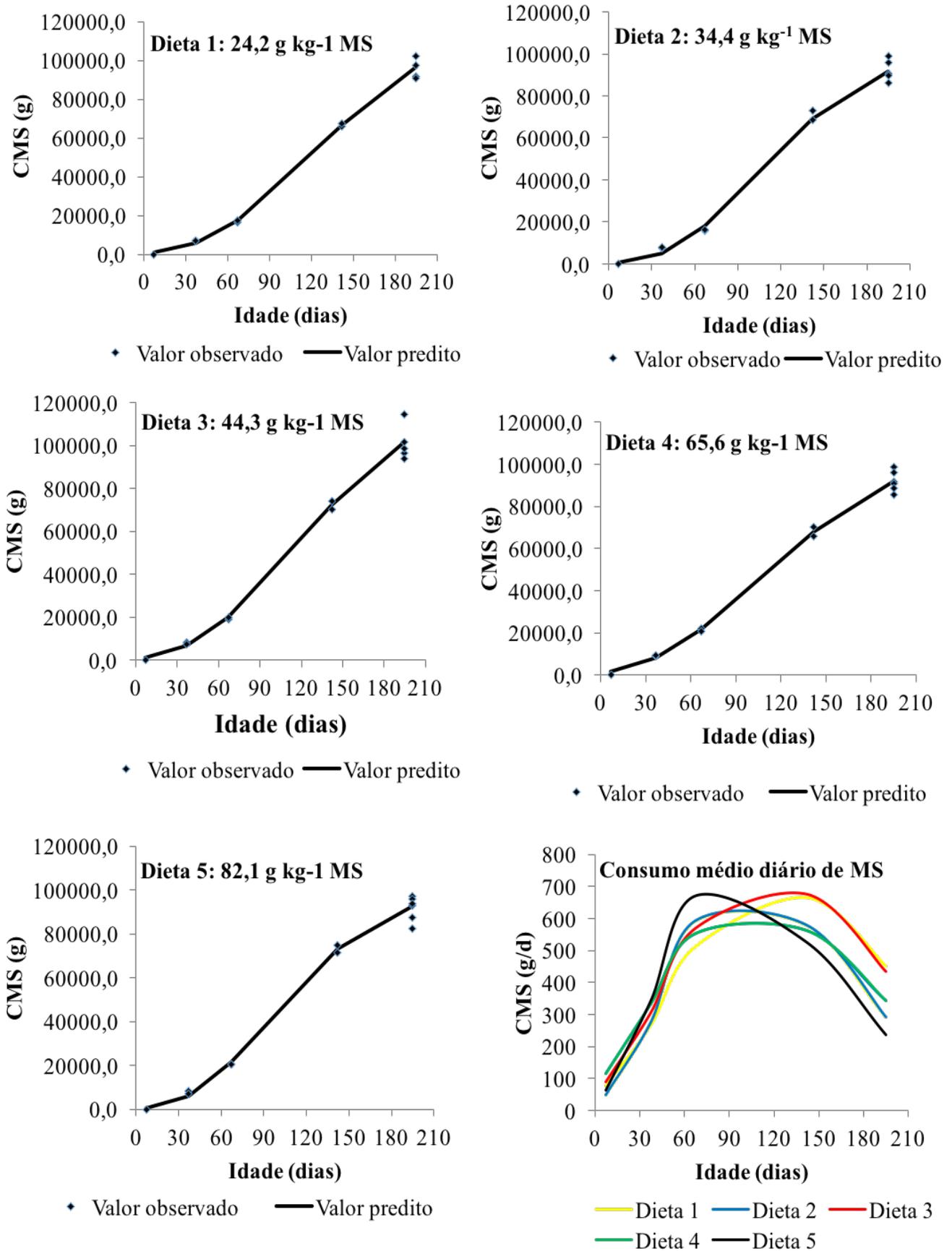


Figura 1. Valores observados e preditos do consumo acumulado de matéria seca (CMS) de animais alimentados com diferentes dietas e consumo médio diário de MS, em função da idade, ajustado pelo modelo de Gompertz. (Observed and predicted values of cumulative dry matter intake (CMS) of animals fed with different diets and mean daily DM intake, according to age, adjusted by the Gompertz model).

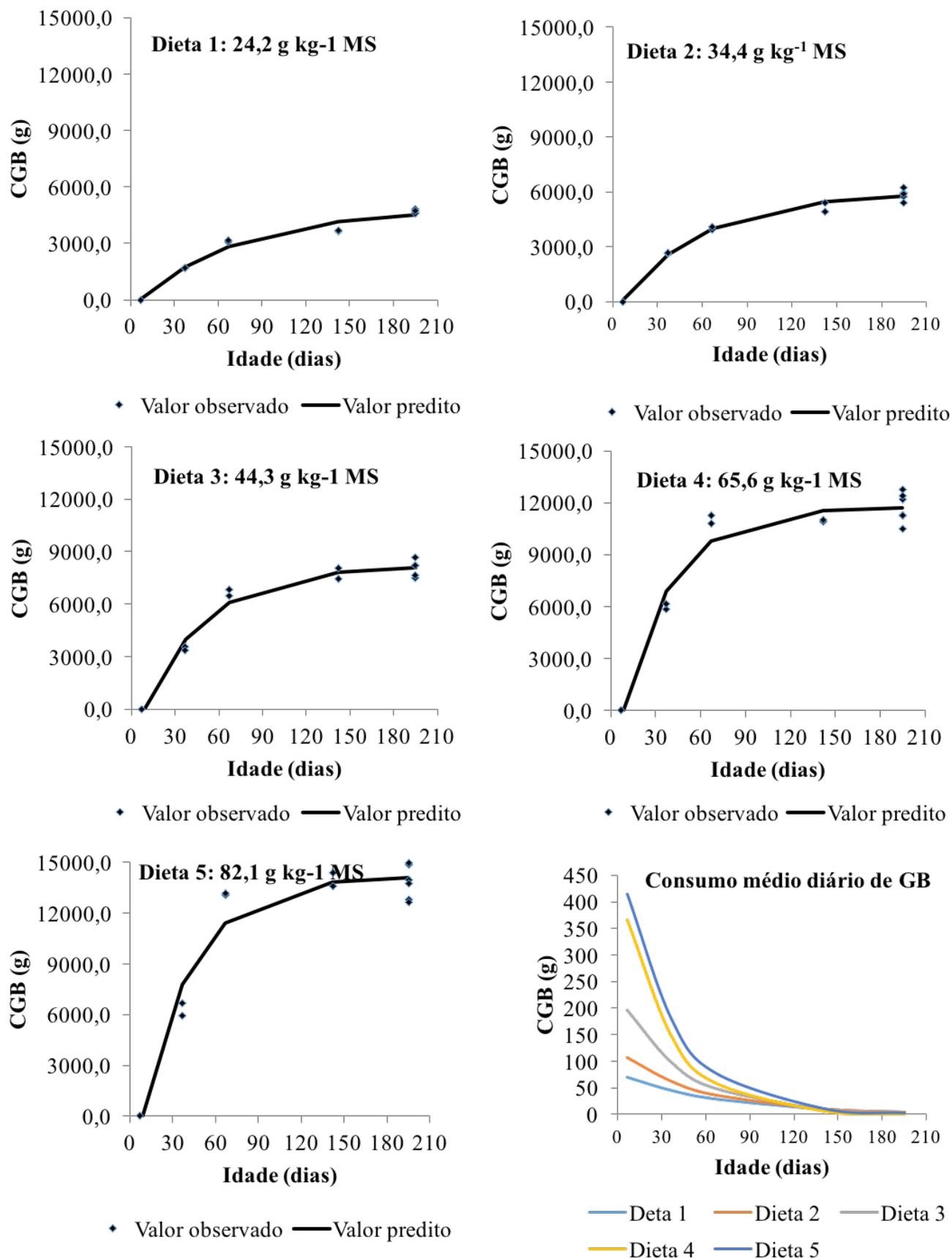


Figura 2. Valores observados e preditos do consumo acumulado de gordura bruta (CGB) dos animais alimentados com dietas e consumo médio diário de GB em função da idade, ajustado pelo modelo de Brody (Observed and predicted values of gross fat accumulated consumption (CGB) of animals fed with diets and mean daily intake of GB according to age, adjusted by the Brody model).

Tabela VII. Consumo de gordura bruta, carboidratos não fibrosos, com regressões ajustadas pelo modelo de Brody e consumo de proteína bruta ajustada pelo modelo Linear simples, em função da idade (t) dos animais (Gross fat consumption, non-fibrous carbohydrates, with regressions adjusted by the Brody model and crude protein consumption adjusted by the simple Linear model, according to the age (t) of the animals).

Dieta	Consumo (g/dia)		
	Gordura bruta	Carboidratos não fibrosos	Proteína bruta
1	$851,1 - 5320,6 e^{-0,0145 t}$	$46243,4 - 47513,0 e^{-0,0043 t}$	83,5 t
2	$5953,5 - 6675,2 e^{-0,0182 t}$	$36221,1 - 37868,9 e^{-0,0053 t}$	80,5 t
3	$8183,7 - 9908,1 e^{-0,0232 t}$	$36179,7 - 38362,7 e^{-0,0062 t}$	89,8 t
4	$11744,7 - 14937,6 e^{-0,0303 t}$	$29735,0 - 31945,7 e^{-0,0089 t}$	79,5 t
5	$14166,9 - 18001,5 e^{-0,0280 t}$	$25575,6 - 28495,9 e^{-0,0096 t}$	83,1 t

Tabela VIII. Peso vivo (PV) e peso de corpo vazio (PCVZ) com regressões ajustadas pelo modelo de Brody seguido do modelo exponencial simples, em função da idade (t) dos animais. (Live weight (PV) and empty body weight (PCVZ) with regressions adjusted by the Brody model followed by the simple exponential model, depending on the age (t) of the animals).

Dieta	Peso (kg)	
	Peso vivo	Peso de corpo vazio
1	$se (7 \leq t \leq 56,6) PV = 14,1 - 12,1 e^{-0,0303 t}$ $se (t \geq 56,6) PV = 8,7 e^{0,0056 t}$	$se (7 \leq t \leq 37) PCVZ = 9,6 - 10,8 e^{-0,0790 t}$ $se (t \geq 37) PCVZ = 7,5 e^{0,0050 t}$
2	$se (7 \leq t \leq 79,8) PV = 22,1 - 18,9 e^{-0,0103 t}$ $se (t \geq 79,8) PV = 8,4 e^{0,0062 t}$	$se (7 \leq t \leq 50,9) PCVZ = 11,6 - 9,0 e^{-0,0327 t}$ $se (t \geq 50,9) PCVZ = 7,4 e^{0,0057 t}$
3	$se (7 \leq t \leq 64,7) PV = 17,6 - 14,5 e^{-0,0198 t}$ $se (t \geq 64,7) PV = 9,4 e^{0,0057 t}$	$se (7 \leq t \leq 37) PCVZ = 10,7 - 9,6 e^{-0,0665 t}$ $se (t \geq 37) PCVZ = 8,0 e^{0,0056 t}$
4	$se (7 \leq t \leq 64,7) PV = 16,9 - 15,6 e^{-0,0258 t}$ $se (t \geq 64,7) PV = 9,8 e^{0,0054 t}$	$se (7 \leq t \leq 60,8) PCVZ = 13,9 - 13,3 e^{-0,0356 t}$ $se (t \geq 60,8) PCVZ = 9,4 e^{0,0044 t}$
5	$se (7 \leq t \leq 135,4) PV = 40,5 - 36,0 e^{-0,0046 t}$	$se (7 \leq t \leq 102,3) PCVZ = 21,6 - 17,2 e^{-0,0102 t}$

aumento no consumo de gordura na medida em que se elevava o teor energético da dieta (**Figura 2**), Sugere-se que o aumento no consumo deste nutriente refletiu o seu próprio aumento na dieta, pela adição de creme

de leite, isto concorda com o exposto por (Fregulha et al. 2012a). Sendo que esta ingestão de gordura foi diminuída a partir da segunda fase onde os animais passaram a receber dieta líquida somente pela tarde,

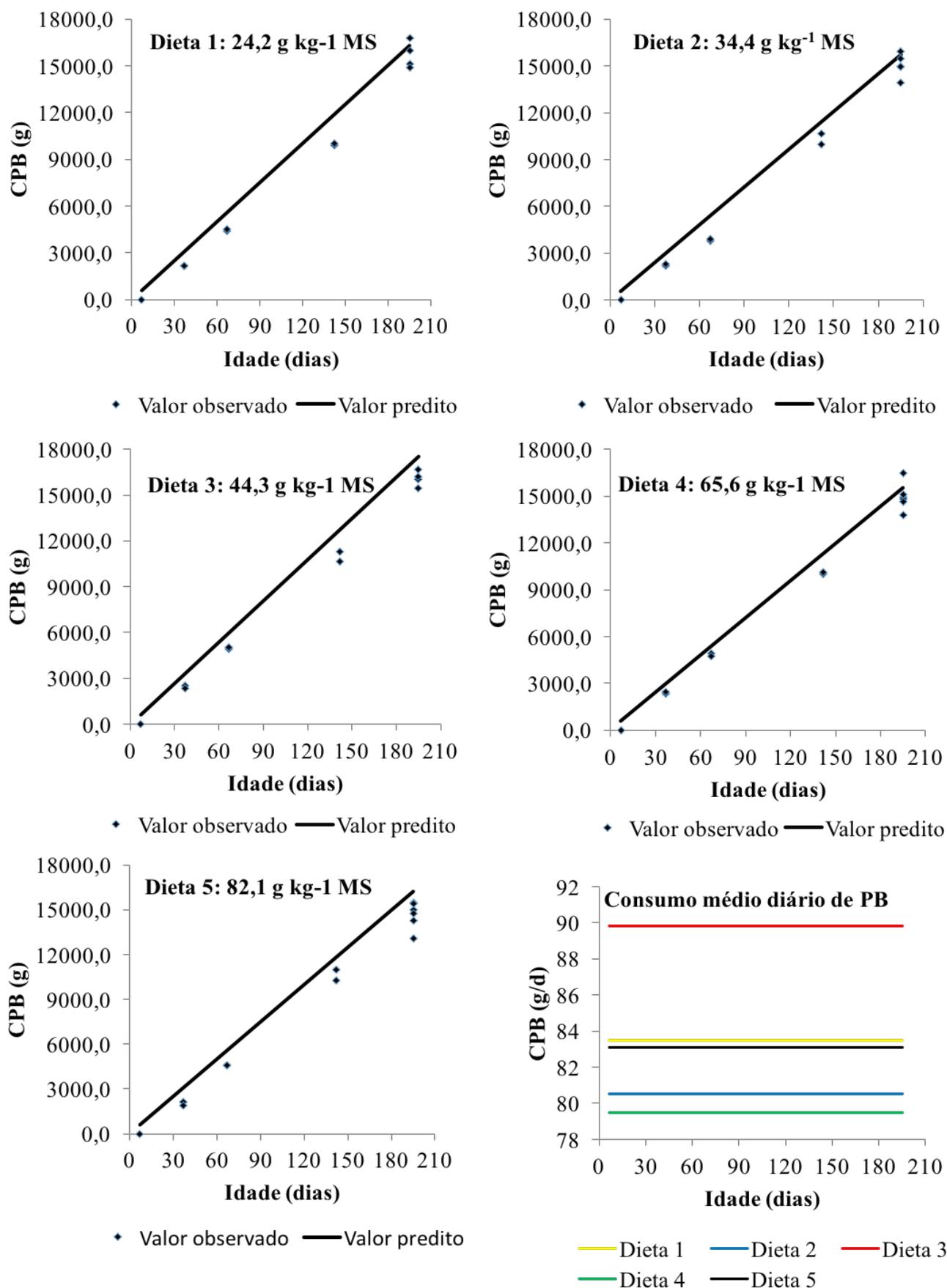


Figura 3. Valores observados e preditos do consumo acumulado de proteína bruta (CPB) dos animais alimentados com dietas e consumo médio diário de PB em função da idade, ajustado pelo modelo linear simples. (Observed and predicted values of crude protein accumulation (CPB) of animals fed diets and mean daily CP intake according to age, adjusted by the simple linear model).

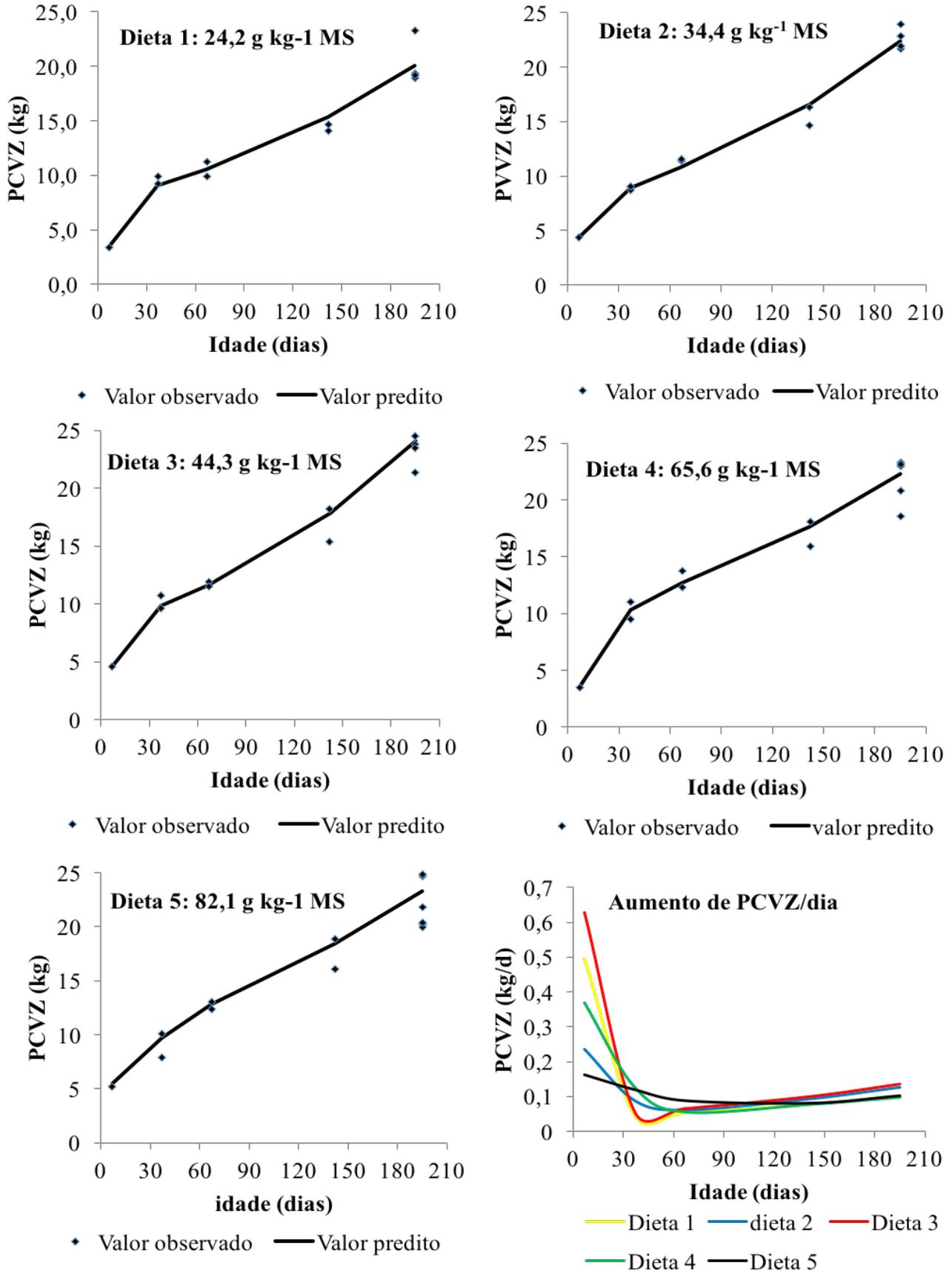


Figura 4. Valores observados e preditos do peso de corpo vazio acumulado (PCVZ) dos animais alimentados com dietas e PCVZ em kg/dia, em função da idade, ajustado pelo modelo de Brody e modelo exponencial simples (Observed and predicted values of cumulative empty body weight (PCVZ) of animals fed diets and PCVZ in kg / day, according to age, adjusted by the Brody model and simple exponential model).

Tabela IX. Deposição de gordura bruta (GB), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) no peso de corpo vazio, com regressões ajustadas pelo modelo de Brody seguido do modelo exponencial simples, em função da idade (t) dos animais (Deposition of crude fat (GB), crude protein (CP) and mineral matter (MM) in empty body weight, with regressions adjusted by the Brody model followed by the simple exponential model, according to age (t) of the animals).

Dieta	Deposição (g/dia)		
	Gordura bruta	Proteína bruta	Matéria mineral
1	$se(7 \leq t \leq 37) GB = 339,3 - 479,9 e^{-0,0809t}$ $se(t \geq 37) GB = 250,9 e^{0,0062t}$	$se(7 \leq t \leq 37) PB = 743,4 - 1029,7 e^{-0,0870t}$ $se(t \geq 37) PB = 581,5 e^{0,0051t}$	$se(7 \leq t \leq 37) MM = 169,0 - 223,8 e^{-0,0838t}$ $se(t \geq 37) MM = 130,5 e^{0,0053t}$
2	$se(7 \leq t \leq 37) GB = 439,0 - 663,4 e^{-0,0864t}$ $se(t \geq 37) GB = 333,7 e^{0,0057t}$	$se(7 \leq t \leq 37) PB = 780,2 - 818,6 e^{-0,0694t}$ $se(t \geq 37) PB = 573,1 e^{0,0061t}$	$se(7 \leq t \leq 69,4) MM = 277,3 - 248,2 e^{-0,0202t}$ $se(t \geq 69,4) MM = 145,5 e^{0,0057t}$
3	$se(7 \leq t \leq 37) GB = 700,3 - 1496,4 e^{-0,1237t}$ $se(t \geq 37) GB = 168 e^{0,0028t}$	$se(7 \leq t \leq 37) PB = 885,2 - 1105,7 e^{-0,0766t}$ $se(t \geq 37) PB = 655,2 e^{0,0061t}$	$se(7 \leq t \leq 68,3) MM = 288,6 - 280,1 e^{-0,0260t}$ $se(t \geq 68,3) MM = 170,0 e^{0,0051t}$
4	$*GB = 911,7 - 1307,6 e^{-0,0567t}$	$se(7 \leq t \leq 80,9) PB = 1398,6 - 1533,5 e^{-0,0212t}$ $se(t \geq 80,9) PB = 655,2 e^{0,0061t}$	$se(7 \leq t \leq 105) MM = 361,7 - 377,1 e^{-0,0215t}$ $se(t \geq 105) MM = 244,5 e^{0,0026t}$
5	$se(7 \leq t \leq 93,5) GB = 1136,5 - 1236,8 e^{-0,0262t}$ $se(t \geq 93,5) GB = 798,5 e^{0,0027t}$	$se(7 \leq t \leq 84,2) PB = 1503,9 - 1368,0 e^{-0,0182t}$ $se(t \geq 84,2) PB = 830,8 e^{0,0045t}$	$se(7 \leq t \leq 82,1) MM = 315,8 - 279,2 e^{-0,0164t}$ $se(t \geq 82,1) MM = 162,6 e^{0,0049t}$

*Na dieta com nível de inclusão de gordura 65,6 g/ kg MS, a deposição de gordura no corpo vazio foi ajustado somente pelo modelo de Brody

observa-se após a desmama a redução no consumo de gordura pela mudança da dieta.

O consumo de proteína bruta (**Figura 3**) também foi influenciado pelas dietas líquidas oferecidas, apresentando comportamento linear, ou seja, os animais ajustaram o consumo de Nitrogênio em relação ao consumo de matéria seca observado em cada tratamento. Isto, provavelmente para manter as atividades metabólicas basais, como a renovação celular, deposição e renovação das proteínas teciduais, justificada pela análise de retenção de N pelos animais, que seria a quantidade de N líquido disponível para ganho, observado por Pereira et al. (2010) quando aumentaram os níveis de inclusão de torta de girassol (0; 7; 14 e 21%), em vacas em lactação da raça Girolando. Além disso, o aumento do consumo de PB gera efeitos positivos sobre a digestibilidade aparente da PB, assim com o maior consumo de compostos nitrogenados pode ocorrer uma diminuição progressiva da contribuição do N endógeno nos compostos nitrogenados fecais, justificando a maior retenção de nitrogênio pelos animais (Guevara et al. 2014, p 339). Ainda, Fonseca et al. (2008, p. 196), também observaram um aumento na ingestão de PB e PDR apresentando resposta linear crescente aos níveis de proteína bruta da dieta.

Houve efeito significativo para o CCNF, observando-se aumento proporcional ao incremento do teor de gordura na dieta líquida durante a fase de aleitamento, no entanto, com a mudança da dieta o animal diminuiu o consumo deste devido a mecanismos regulatórios pelos elevados teores de gordura. No entanto, os animais pertencentes à dieta com 24,4 g kg⁻¹ de gordura na MS,

mantiveram o consumo de CNF, isto provavelmente pelo aumento no consumo de matéria seca após a desmama como mecanismo compensatório. Houve efeito no CFDN em função da idade, nota-se que os animais pertencentes ao grupo três e quatro (44,3 e 65,6 g kg⁻¹ de gordura na MS) apresentaram maior consumo acumulado em relação aos demais tratamentos, embora o consumo médio diário tenha diminuído um mês após a desmama.

Para explicar o crescimento dos animais de cada tratamento em função da idade (**Figura 4**) foram ajustados dois modelos, isto porque os animais apresentaram durante a fase de aleitamento um padrão de crescimento assintótico de primeira ordem, seguido de uma retomada do crescimento exponencial após a desmama. Isto pode ser explicado pelo fato dos animais serem desmamados e começarem a se adaptar as novas dietas oferecidas. De tal modo, que o crescimento acelerasse nos primeiros estádios da vida, sendo maior o aumento de peso nesta fase do que na fase adulta, observando-se uma curva de evolução sigmoide ascendente. Apesar disso, a taxa de crescimento vai-se alterando e apresenta uma mudança na curvatura, onde identificasse o ponto de maior taxa de crescimento; depois deste ponto de inflexão a taxa de crescimento baixa gradualmente, isto continua até que se estabiliza o crescimento, fato, que coincide matematicamente com a assíntota horizontal (Gomez et al. 2008, p 41).

Observa-se maior ganho em peso para os animais que receberam o teor 44,3 g kg⁻¹ de gordura (semelhante ao encontrado no leite integral de cabra), com ganho médio diário 191,5 g/dia e 150,3 g/d na primeira e segunda fase respectivamente, semelhante ao obser-

vado por Bueno et al. (1997, p. 63) que alimentando caprinos da raça Saanen com dietas contendo um valor energético elevado conseguiu ganhos médios diários em torno de 198 g/dia; e Bueno et al. (2002, p. 181) observaram ganhos médios de 93 g/dia em cabritos machos inteiros depois a desmama, inferior ao encontrado neste estúdio. Do mesmo modo, Mancio et al. (2005, p. 1308) observo melhor ganho médio diário (157 g/dia) para os cabritos alimentados com leite de cabra integral do que os aleitados com colostro de vaca fermentado com ou sem óleo de soja, e com aplicação ou não do promotor de crescimento Zeranol, porém, inferior ao encontrado neste estudo.

Entretanto, o grupo onde a inclusão foi de 82,1 g kg⁻¹ de gordura teve o menor ganho médio diário, provavelmente devido à gordura interferir no consumo e diminuir o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, que provavelmente fez com que os animais aproveitassem menos os nutrientes, além da adição de gordura provocar aumento na taxa de passagem ocasionando diarreia não infecciosa nos animais, concordando com Fregulha et al. (2012a). É Possível que o desempenho dos animais que receberam níveis crescentes de gordura fosse inferior devido ao fato do pré-ruminante possuir baixa capacidade de digerir gorduras, em razão da baixa capacidade de produzir bile e da reduzida atividade das lipases, principalmente nas primeiras três semanas de vida (Nunes 1998). Mancio et al. (2005, p. 1307) que aleitando cabritos em dietas com colostro enriquecido com óleo de soja em substituição ao leite de cabra resultou em alta incidência de diarreia nos animais. Contudo, após a substituição da dieta líquida pela dieta sólida, observou-se a redução destas diferenças entre os tratamentos, verificando-se que o aumento de gordura no leite não influencia o desempenho dos cabritos pós-desmama. Do mesmo modo, a deposição de gordura bruta, proteína bruta e matéria mineral no corpo vazio foram maiores naquelas dietas líquidas que receberam elevados teores de gordura oferecida durante a fase de aleitamento, mas, com a mudança da dieta no período pós-desmama, estas diferenças foram anuladas. Não justificando a adição da gordura na dieta láctea em animais (Guevara et al. 2014, p 340).

Em conclusão, com o aumento da gordura no leite o animal deposita no corpo vazio maior quantidade de gordura bruta, proteína bruta e matéria mineral, durante a fase de aleitamento. Mas, após a substituição da dieta líquida pela dieta sólida, verifica-se, no meio prazo, a redução dessas diferenças, até mesmo a anulação das diferenças no desempenho dos animais no período pós-desmama. A inclusão de gordura no leite de cabra durante a fase de aleitamento não influencia o desempenho dos cabritos pós desmama. O padrão de crescimento dos animais sofre inflexão com a mudança da dieta líquida para dieta sólida o que demanda a combinação de um modelo de crescimento assintótico de primeira ordem durante a fase de aleitamento seguido de crescimento exponencial que vai da desmama até a maturidade.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa – setor de Ovinocultura pelo apoio e financiamento do projeto, Marcelo Teixeira Rodrigues (Orientador), Márcia Maria Candido da Silva (Coorientadora), Ricardo Mendonça Vieira (análises estatísticas), Augusto César de Queiroz (participante da banca), Magna Coroa Lima (ajuda durante o período experimental)

BIBLIOGRAFIA

- Agricultural and Food Research Council – AFRC 1993, 'Energy and Protein Requirement of Ruminant'. Wallingford, UK: CAB International.
- Bueno, M, Santos, L, Cunha, E e Sanchez, D 1997, 'Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos', *Revista Nacional da Carne*, vol. 54, no. 273, pp. 61-67.
- Bueno, M, Ferrari, Jr, Bianchini, D, e Rodriguez, C 2002, 'Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids', *Small Ruminant Research*, vol. 46, no. 2-3 pp.179-185.
- Burnham, K, e Anderson, D 1994, 'Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection', *Sociological Methods Research*, vol. 33, pp. 261-304.
- Campos, O, e Silva, A 1986, 'Fontes alternativas de proteína no sucedâneo do leite para bezerras: Revisão de literatura', *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 21, no. 10, pp. 1089-1099.
- Fonseca, C, Valadares, R, Valadares, F, Leão, M e Marcondes, M 2008, 'Digestão dos nutrientes e balanço de compostos nitrogenados em cabras alimentadas com quatro níveis de proteína', *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 60, no. 1, pp. 192-200.
- Fregulha, L, Guevara, C, Lima, M, Regadas, J, Candido, M, Rodrigues, M e Florentino, G 2012a, 'Inclusão da gordura do leite de cabra na alimentação de cabritos em aleitamento' In: *Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Brasília – DF, 23 a 26 de Julho.
- Fregulha, L, Guevara, C, Lima, M, Regadas, J, Oliveira, T, Paes, F e Rodrigues, M 2012b, 'Digestibilidade dos nutrientes em cabritos recebendo dieta líquida com diferentes teores de gordura', In: *Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Brasília – DF, 23 a 26 de Julho.
- Gomez, D, Muñoz, M e Betancur, L 2008, 'Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal', *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, vol. 21, no. 1, pp. 39-58.
- Guevara, C 2012, 'Desempenho de cabritos alimentados com dietas contendo diferentes teores de gordura', Tesis de Maestria, Universidade Federal de Viçosa.
- Guevara, C, Rodrigues, M e Vieira, R 2014, 'Desempenho de cabritos recibiendo dietas líquidas con diferentes niveles de grasa durante la etapa de amamantamiento', *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, vol. 6, no. 2, pp. 335-341.
- Licitra, G, Hernandez, T, e Van Soest, P. 1996, 'Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 57, pp. 347-358.
- Londoño, F, Bento, A, Leal, E e Roberto, P 1999, 'Utilização de seis fontes alimentares para cabritos em crescimento. 1. Avaliação de alopecia e diarreia', *Revista Brasileira da Zootecnia*, vol. 28, no. 6, pp. 1370-1374.
- Lupi, T, Nogales, S, León, J e Delgado, J 2015, 'Modelación de curvas de crecimiento comercial en ovino seguroño', *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, vol. 6, pp. 132-143.
- Mancio, A, Buschinelli de Goes, R, Leal de Barros, E, Menin, E, Cecon, P, e Silvestre da Silva, A 2005, 'Desempenho produtivo de cabritos alimentados com diferentes dietas líquidas, associadas com promotor de crescimento', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 34, no. 4, pp. 1305-1313.
- National Research Council – NRC 2001, 'Ruminant requirements of dairy cattle'. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Nunes, I 1998, *Nutrição animal básica*, 2nd edn, Belo Horizonte: FEP-MVZ, pp. 131-141
- Pereira, E, Pimentel, P, Regadas, J, Ferreira, M, Maia, I e Sousa, J 2010, 'Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em vacas em lactação alimentadas com rações a base de torta de girassol', In: *Anais da 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 27 a 30 de Julho.
- Pyatt, N, Berger, L, Faulkner, D, Walker, P, & Rodriguez-Zas, S 2005, 'Factors affecting carcass value and profitability in early-weaned Simmental steers: I. Five-years average pricing', *Journal of Animal Science*, vol. 83, no. 12, pp. 2918-2925.

- Ramos, J, Germano, R e Medeiros, A 2004, 'Desempenho Produtivo de Cabritos Submetidos a Diferentes Períodos de Aleitamento', *Revista Brasileira da Zootecnia*, vol. 33, no. 3, pp. 684-690.
- RIISPOA, 1997 Divisão de Normas Técnicas regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Ministério da Agricultura, Título VII, Capítulo II Pecuária e Abastecimento, Brasília DF.
- Silva, D e Queiroz, A 2009, *Análise dos Alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3rd edn., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Sniffen, C, O'Connor, D, Van Soest, P, Fox, D e Russell, J 1992, 'A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability', *Journal of Animal Science*, vol. 70, no. 11, pp. 3562-3577.
- Van Soest, P 1994, *Nutritional ecology of the ruminant*, Ithaca: Cornell University Press.
- Weiss, W 1999, 'Energy prediction equations for ruminant feeds', in *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, Ithaca. Proceedings, Ithaca: Cornell University, pp 61.