

## INFLUENCIA DA RELAÇÃO VOLUMOSO: CONCENTRADO DA DIETA NO METABOLISMO RUMINAL EM BOVINOS DE CORTE

*Effect of forage: concentrate diet on ruminal metabolism in beef cattle*

Yury Tatiana Granja-Salcedo<sup>1\*</sup>; Carlos Stefenson Ribeiro-Junior<sup>2</sup> y Roberta Carilho-Canesin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de La Amazonia, Mg y cPh.D en Producción y Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de La Universidad Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal (São Paulo), Brasil. Miembro del GIPSA: Grupo de investigación en producción y salud animal y del Grupo de Investigación para el Desarrollo Rural Sostenible en el Trópico (DRST).

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo de la Universidad Federal de Minas Gerais, Msc y PhD en Producción y Nutrición Animal Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de La Universidad Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal (São Paulo), Brasil.

<sup>3</sup>Zootecnista, Ph.D de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de La Universidad Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal (São Paulo), Brasil. Docente del Instituto de Zootecnia, Centro de Pesquisas em Pecuária de Corte, Sertãozinho, Brazil.



Recibido 15 de enero de 2016.  
Aceptado 20 de abril de 2016.

**Autor para Correspondencia\*:**  
yurygranja@hotmail.com

**Como citar:**  
GRANJA-SALCEDO, Yuri; RIBEIRO-JUNIOR, Carlos Stefenson y CARILHO-CANESIN, Roberta. Influencia da relação volumoso: concentrado da dieta no metabolismo ruminal em bovinos de corte. *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 8(1). Pp. 19–24. Enero–Junio de 2016.

### Introdução

A pecuária é uma das atividades mais importantes no agronegócio nacional com potencial para a geração de empregos, renda e alimento para a população. A pecuária de corte intensiva pode contribuir de maneira significativa na promoção do desenvolvimento do setor de produção de carne bovina, uma vez que favorece a utilização racional dos fatores de produção, do potencial e da diversidade genética animal e vegetal (Alencar e Pott, 2003).

As dietas no sistema de bovinos confinados incluem basicamente alimentos volumosos e concentrados, sendo que o principal volumoso utilizado é a silagem, principalmente de milho. O balanceamento e a relação volumoso:concentrado (V:C) da dieta para bovinos de corte depende da qualidade do volumoso e da ração concentrada, como também da necessidade de ganho de peso diário para os animais (Cardoso, 2000).

### Resumo

A pecuária é uma das atividades mais importantes no agronegócio nacional com potencial para a geração de empregos, renda e alimento para a população. As dietas no sistema de bovinos confinados incluem basicamente alimentos volumosos e concentrados. O balanceamento e a relação volumoso: concentrado da dieta para bovinos de corte depende da qualidade do volumoso e da ração concentrada, como também da necessidade de ganho de peso diário para os animais. Nesta revisão, objetiva-se expor como a relação volumoso: concentrado da dieta pode influenciar a ingestão de nutrientes, bem como a utilização dos alimentos e o perfil da microbiota do rúmen, variáveis fundamentais para formular e manipular as dietas utilizadas, visando a máxima eficiência da mesma. São expostos e detalhados o efeito da relação volumoso: concentrado no consumo e digestibilidade das dietas e as Mudanças no metabolismo e microbiologia ruminal em função da relação volumoso: concentrado da dieta.

**Palavras chave:** consumo, digestibilidade, microrganismos ruminais e proteína microbiana.

### Abstract

Livestock is one of the most important activities in agribusiness with the potential to generate employment, income and food for the population. The diets in feedlot system basically include bulky and concentrated food. The balancing and roughage: concentrate diet for beef cattle depends on the quality of roughage and concentrated feed, as well as the need for daily weight gain for animals. In this review, the objective is to expose how the forage: concentrate ratio of the diet can influence nutrient intake, and the use of food and the profile of rumen microflora, key variables to formulate and manipulate the diets used, for maximum efficiency of the same. Are set out and detailed the effect of forage: concentrate ratio on intake and digestibility of diets and changes in metabolism and ruminal microbiology depending on roughage: concentrate diet.

**Key words:** intake, digestibility, rumen microorganisms and microbial protein.

As mudanças na relação V:C nas dietas podem afetar as características do metabolismo ruminal tais como o pH e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (Schwartzkopf, *et al.* 2003). Tem sido documentados efeitos das mudanças do pH e da concentração de AGCC no rúmen sobre a atividade dos microrganismos ruminais (Goat, *et al.* 1998; Palmonari, *et al.* 2010). Dietas baixas em fibra e que tendem a ter altas taxas de digestão e produção de AGCC geram um pH ruminal baixo (<6,0), que exerce efeitos negativos nos microrganismos celulolíticos do rúmen, podendo inclusive diminuir a população de bactérias amilolíticas (Martin *et al.*, 2002; Nagaraja y Titgemeyer, 2007). Assim, dietas com alta proporção de concentrado além de influenciar a população de microrganismos ruminais, podem também diminuir a digestibilidade da dieta (Owens, *et al.* 1998) e o consumo de alimento (Stock, *et al.* 1995).

Nesta revisão, objetiva-se expor como a relação volumoso: concentrado da dieta pode influenciar a ingestão de nutrientes, bem como a utilização dos alimentos e o perfil da microbiota do rúmen, variáveis fundamentais para formular e manipular as dietas utilizadas, visando a máxima eficiência da mesma.

## Metodologia

Desde a teoria fundamentada como uma maneira de fazer o análise que permite o desenvolvimento da teoria científica a partir de dados que são capturados e analisados de forma sistemática, a presente pesquisa objetiva-se a construção de referentes conceituais relacionados com o efeito da dieta sobre a saúde e a produção dos ruminantes, partindo de fontes e informações científicas recolhidas em contexto.

## Resultados e discussão

### *Efeito da relação volumoso: concentrado no consumo e digestibilidade das dietas*

A alimentação, fator prioritário do sistema de confinamento de bovinos, é geralmente composta por dietas que compreendem a utilização de alimentos volumosos associados a alimentos concentrados. O balanceamento e a proporção de volumoso e concentrado (V:C) das dietas para bovinos de corte depende da qualidade do volumoso e da ração concentrada, como também da necessidade de ganho de peso diário para os animais (Cardoso, 2000).

A relação V:C da dieta pode influenciar o consumo dos nutrientes. O consumo de alimentos é função do animal, do alimento, das condições de alimentação, bem como dos fatores do meio ambiente que envolve temperatura e duração do dia (Mertens, 1994). Assim, a saciedade pode ser um fator fisiológico limitante do consumo para dietas com alto teor de concentrados e elevada densidade energética. Por outro lado, os fatores físicos predominam no controle do consumo de dietas com alta proporção de volumoso, podendo limitar o consumo pelo volume ocupado pela dieta e pela capacidade anatômica do rúmen-retículo, restringindo a ingestão de energia e proteína, fatores nutricionais que mais limitam o crescimento microbiano (Clark, et al. 1992).

Diversos estudos tem avaliado o efeito da relação V:C sobre o consumo dos nutrientes. Bürger, et al. (2000a), Ítavo, et al. (2002) e Agle, et al. (2010) ao testarem diferentes relações V:C para bovinos, utilizando feno de capim como fonte de volumoso, não encontraram mudanças nos consumos de matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) das dietas.

Já Putrino, et al. (2007) ao trabalharem com novilhos Nelore alimentados com as relações V:C de 20:80, 40:60,

60:40 e 20:80, utilizando a silagem de milho como fonte de volumoso, observaram um comportamento quadrático, com consumo de MS máximo (%PV) estimado com a relação V:C de 60:40.

Estudos realizados por Carvalho, et al. (1997a), Tibo, et al. (2000a), Araujo, et al. (1998), Lechartier e Peyraud (2010) mostraram que com o aumento nas proporções de concentrado das dietas, ocorre uma redução linear no consumo da fibra em detergente neutro (FDN). Por outro lado, Lechartier e Peyraud (2010) observaram aumento no consumo de MS, MO e proteína bruta (PB) em bovinos, quando a relação V:C diminuiu de 50:50 para 35:65. Dias et al. (2000a) observaram um comportamento linear crescente no consumo de PB (kg/d e % PV) em bovinos alimentados com as relações 25:75; 37,5: 62,5; 50:50; 62,5:37,5 e 75:25.

Segundo Valadares, et al. (1987), carboidratos não-estruturais possuem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%, o que reflete na menor digestão da MS nas dietas com maiores teores de carboidratos estruturais. Vários estudos reportaram o efeito linear positivo dos coeficientes de digestibilidade aparente total da MS e MO com o aumento dos níveis de concentrado na dieta (Atwell, et al. 1991; Berchielli, et al. 1996; Bürger, et al. 2000a). Por outro lado, Putrino et al. (2007) observaram que a diminuição na relação V:C na dieta resultou em aumentos lineares nas digestibilidade total dos nutrientes, com exceção da digestibilidade aparente da FDN, que não sofreu influência do aumento de concentrado. Contudo, Atwell, et al. (1991), Araujo, et al. (1998) e Ítavo, et al. (2002) reportaram o decréscimo linear da digestibilidade aparente da FDN com a diminuição da relação V:C na dieta de bovinos de corte.

Recentes estudos em novilhos Nelore no Brazil demonstraram que quando a silagem de milho ou feno de Tifton são utilizados como fonte de volumoso, a inclusão de até 80% de inclusão de concentrado na dieta não afeta o consumo de MS da mesma (Ribeiro, et al. 2015; Granja, et al. 2016).

### *Mudanças no metabolismo e microbiologia ruminal em função da relação volumoso: concentrado da dieta*

O ruminante é dotado de um sistema digestivo característico que permite a digestão de alimentos fibrosos, transformando-os em produtos nutritivos úteis, possibilitando a conversão de celulose e outros polissacarídeos presentes na parede celular de vegetais em energia para a produção de carne, leite, lã e/ou trabalho motor (Sampaio, et al. 2000).

As bactérias ruminais são vitais para a saúde e a produtividade do ruminante (Russell, 2002; Welkie, et al. 2010). A microflora ruminal é altamente sensível às

alterações na idade, dieta e saúde do animal hospedeiro (Kocherginskaya, *et al.* 2001; Li, *et al.* 2009). Embora muitas espécies de microrganismos estejam presentes no rúmen durante todo o tempo, a taxa de crescimento e a ação digestiva de cada espécie podem variar com as condições ruminais. Mudanças que ocorrem no tipo de microrganismos após a alimentação, podem ser extremas quando a relação V:C é alterada, por causa de uma grande variedade de substratos e tamanhos de partículas, e pelas mudanças no pH ruminal (Valadares e Pina, 2011).

Ao aumentar a disponibilidade de carboidratos fermentáveis, o crescimento microbiano pode ser estimulado (Santos e Mendonça, 2011). No entanto, a proliferação de bactérias celulolíticas está diretamente correlacionada com a quantidade de fibra na dieta, e a substituição da fibra por carboidratos rapidamente fermentáveis pode influenciar estes microrganismos e alterar a dinâmica do ecossistema ruminal (Tajima, *et al.* 2001; Klieve, *et al.* 2003). Diversos estudos em ruminantes tem demonstrado que em condições ruminais ácidas (<6,0) podem reduzir a atividade das bactérias *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *Ruminococcus flavefaciens*, fundamentais na degradação da fibra, e aumentar a atividade das bactérias amilolíticas (Russell, 2002; Klieve, *et al.* 2003; Nagaraja e Titgemeyer, 2007).

Em ruminantes, a quantidade e composição da dieta são variáveis externas que podem alterar as características de fermentação ruminal tais como o pH e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (Schwartzkopf, *et al.* 2003). A diminuição do pH ruminal ocorre, principalmente, após a ingestão de alimentos, especialmente amido, devido à sua rápida taxa de degradação, em dietas com alta proporção de concentrados, e esta diminuição do pH ruminal pode ser muito rápido e manter-se durante longos períodos de tempo (Ørskov, 1986). Franzolin, *et al.* (2010) mencionaram que essas condições ruminais podem mudar o padrão de fermentação ruminal, já que pH inferior a 5,5 é nocivo para a sobrevivência dos protozoários ciliados e pode ocasionar o crescimento de bactérias produtoras de lactato, desencadeantes de acidose ruminal. Dietas com alta proporção de grãos podem reduzir ou eliminar completamente as populações de protozoários ciliados, e essa redução ou eliminação pode ser atribuída à queda do pH ruminal e a rápida taxa de passagem (Nagajara, Towne e Beharka, 1992).

Estudos recentes feitos por Granja-Salcedo, *et al.* (2013a) e Granja-Salcedo, *et al.* (2013b) demonstraram que em gado Nelore dietas com menor relação volumoso:concentrado, geram um pH ruminal baixo, e inibem o crescimento das bactérias celulolíticas *Ruminococcus albus* e *Ruminococcus flavefaciens*, aumentam a concentração de ácido propiônico e a proporção de *Selenomonas ruminantium* no rúmen, melhoram a digestibilidade da

proteína bruta da dieta e permitem maior síntese de proteína microbiana sem afetar a população total de protozoários do rúmen.

Os AGCC produzidos, juntamente com pequenas quantidades de outros compostos orgânicos (metano, dióxido de carbono, lactato e álcool) durante o processo de fermentação ruminal, são responsáveis pela a maior fonte de energia para ruminantes (65 a 75% da energia metabolizável ingerida) (Bergman, 1990). Os ácidos acético, propiônico e butírico são os AGCC predominantes e são produzidos principalmente na degradação da celulose, hemicelulose, pectina, amidos e açúcares provenientes da dieta. A proporção de AGCC é influenciada pela dieta e população microbiana do rúmen, e comumente, a relação molar de acetato, propionato e butirato, varia de 75:15:10 a 40:40:20 (Valdares e Pina, 2011).

Segundo Pereira e Armentano (2000), quando o conteúdo de fibra diminui em relação ao concentrado em dietas para vacas leiteiras, a proporção acetato:propionato produzidos no rúmen também diminui. Backes, Sanchez e Gonçalves (2001) também demonstraram que quando os níveis de celulose e hemicelulose aumentam em relação aos níveis de carboidratos solúveis e amido nos alimentos, a relação acetato:propionato produzida no rúmen tende a aumentar. Recentemente, Granja-Salcedo, *et al.* (2013b) reportaram que a concentração total de AGCC, ácido acético, iso-butírico, iso-valérico e valérico não foi influenciada pelas mudanças na relação V:C na dieta de novilhos Nelore, porém a relação com maior inclusão de concentrado (V20:C80) aumentou a concentração média de ácido propiônico ruminal.

A disponibilidade ruminal de energia e nitrogênio são os fatores nutricionais que mais limitam o crescimento microbiano (Clark, *et al.*, 1992). A energia para a síntese de proteína microbiana é oriunda principalmente dos carboidratos dietéticos cuja fonte pode afetar o crescimento microbiano. Se os carboidratos não-estruturais estiverem em alta proporção na ração e o pH for mantido, os microrganismos fermentadores deste substrato vão crescer rapidamente, resultando em aumento da produção microbiana. Por outro lado, se houver acúmulo de ácido láctico, ocorrerá diminuição do pH e alteração na ecologia microbiana e no consumo de matéria seca (Sniffen e Robinson, 1987).

Gonçalves, *et al.* (2001) avaliaram o efeito da relação V:C sobre a variação do pH ruminal em cabras leiteiras e observaram um decréscimo linear do pH concomitante com o aumento do nível de concentrado na dieta. Bürger, *et al.* (2000b) observaram o mesmo comportamento em bovinos confinados mestiços alimentados com feno de capim como fonte de volumoso e relações V:C de 70:30, 55:45, 40:60, 25:75 e 10:90. Resultados similares foram

encontrados por Ladeira, *et al.* (1999), que testaram as relações V:C de 75:25; 62,5:37,5; 50:50; 37,5:62,5 e 25:75 em novilhos confinados, utilizando fenos de capim braquiária e coast-cross, em proporções iguais como fonte de volumoso.

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no rúmen é indispensável para o crescimento microbiano, desde que associada a fontes de energia (Coelho Da Silva e Leão, 1979). Sua determinação permite o conhecimento do desbalanceamento na digestão da proteína, pois, quando há altas concentrações de amônia, pode ocorrer excesso de proteína dietética degradada no rúmen e/ou baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen. Segundo Stern e Hoover (1979), 40 a 100% do nitrogênio microbiano podem ser derivados do N amoniacal. Morrison e Mackie (1996) relataram que mais de 80% das bactérias ruminais podem crescer tendo amônia como única fonte de nitrogênio.

A concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> necessária para manter máxima taxa de crescimento microbiano varia de acordo com a fermentação da dieta. Há variação nos dados relatados na literatura sobre os valores das concentrações de N-NH<sub>3</sub> ruminal requeridos para atender o crescimento máximo dos microrganismos ruminais: 5 mg/dL (Satter; Roffler, 1975); 23,5 mg/dL (Mehrez, *et al.* 1977); 9 mg/dL e 29 mg/dL (Hume, *et al.* 1970 e Miller, 1973, citados, respectivamente por Stern e Hoover, 1979); 6,3 a 27,5 mg/dL (Ortega, *et al.* 1979); e 3,3 a 8,5 mg/dL (Kang-Merzharich; Broderick, 1981). Van Soest (1994) citou como nível ótimo 10 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL. Entretanto, este valor não deve ser considerado como um número fixo, uma vez que a capacidade de síntese de proteína e captação de amônia pelas bactérias depende da taxa de fermentação dos carboidratos.

Estudos com diferentes relações V:C na dieta relatam maiores concentrações de N-NH<sub>3</sub> no rúmen, quando bovinos foram alimentados com dietas com maiores relações V:C (Carvalho, 1997b; Soita, *et al.* 2003; Agle, *et al.* 2010). Entretanto, Ladeira, *et al.* (1999) e Lechartier e Peyraud (2010) reportaram aumento linear das concentrações máximas de amônia ruminal quando os animais receberam dietas com menor relação V:C. Ribeiro, *et al.* (2012) observaram que o aumento de concentrado e a diminuição do volumoso na dieta promoveram aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal em bovinos Nelore alimentados com cana-de-açúcar, com concentrações médias de N-NH<sub>3</sub> de 18,7; 20,4; 24,3 e 29,2 mg N-NH<sub>3</sub>/100 mL na relações volumoso:concentrado de 70:30, 60:40, 40:60 e 20:80, respectivamente.

A eficiência da utilização de N-NH<sub>3</sub> pelos microrganismos para a síntese microbiana depende, entre outros fatores, da disponibilidade de energia no rúmen (Santos e Mendonça,

2011). De acordo com o NRC (1996), 50 a 100% da proteína metabolizável exigida pelo bovino de corte pode ser atendida pela proteína de origem microbiana. Segundo Kozloski (2011), o suprimento de proteína para o duodeno consiste da proteína microbiana sintetizada no rúmen, proteína dietética não-degradada e proteína endógena.

Em estudos sobre eficiência de síntese microbiana, Hagemester, Lüpping e Kaufmann, (1981) relataram os valores de 18,0; 22,0; e 16,8 g/100 g de matéria orgânica digerível no rúmen (MODR), para os níveis de 0 a 20%, 30 a 70% e 70 a 100% de concentrado, respectivamente. Esses autores verificaram que a alteração da relação V:C na dieta poderia influir no crescimento microbiano, em razão da variação na disponibilidade de energia. Entretanto, Dias, *et al.* (2000), não observaram efeito da variação na relação V:C na dieta sobre a eficiência microbiana, em novilhos alimentados com relações V:C 20:80, 40:60, 60:40 e 80:20. Porém, Tibo, *et al.* (2000b) encontraram efeito linear do nível de concentrado sobre a eficiência microbiana, novilhos confinados alimentados com dietas com as relações V:C de 75:25; 62,5:37,5; 50:50; 37,5:62,5 e 25:75 ao utilizarem feno de capim como fonte de volumoso.

Recentes estudos de Ribeiro, *et al.* (2015) e Granja-Salcedo, *et al.* (2016) mostraram que em novilhos Nelore quando silagem de milho ou feno de Tifton são utilizados como fonte de volumoso, a inclusão de até 80% de concentrado na dieta não influencia a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen.

## Conclusões

A relação volumoso: concentrado da dieta é um fator importante para o desempenho e a saúde animal. A resposta animal, tanto no consumo, quanto nos parâmetros de fermentação da dieta com as mudanças na relação volumoso: concentrado dependeram e variaram com diversos fatores inerentes a dieta, como a raça e idade dos animais, a fonte de volumoso utilizadas e suas características nutricionais, a composição do concentrado.

## Literatura citada

- AGLE, M., et al. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, New York, v.93, n.9, 2010. Pp. 4211-4222,
- ALENCAR, M. M. e POTT, E. B. Introdução. In:            Criação de bovinos de corte na Região Sudeste. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. [Em linha] 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/index.htm>. Acesso em: Maio, 2012.
- ATWELL, D. G., et al. Intake, digestibility and in situ

- kinetics of treated wheat straw and alfalfa mixtures fed to Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, New York, v.74, n.10, 1991. Pp. 3524-3534.
- BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M. e OLIVEIRA, H. P. Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado no consumo, digestibilidade aparente e partição da digestão de dieta de bovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 48, n.5, 1993. Pp.607- 617.
- BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiology Review*, Philadelphia, v.10, n.2, 1990. Pp. 567-589.
- BÜRGER, P. J., et al. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial em bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.1, 2000<sup>a</sup>. Pp. 206-214.
- CARDOSO, G. E. Os alimentos. In: \_\_\_\_\_ Confinamento de bovinos. Campo Grande: Embrapa Gado De Corte. [ E m l i n h a ] 2 0 0 0 . D i s p o n í v e l e m : <[http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cursosuplementacao/confinamento/#4\\_OS](http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cursosuplementacao/confinamento/#4_OS)> Acesso em: 12 maio. 2012
- CARVALHO, A. U.; VALADARES FILHO, S. C. e COELHO DA SILVA, J. F. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 2. Coeficientes de digestibilidades aparentes parciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.26, n.5, 1997a. Pp.996-1006.
- CARVALHO, A. U., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F. Níveis de concentrados em dietas de zebuínos. 4. Concentrações ruminais de amônia e pH, taxa de passagem de digesta ruminal e degradação in situ dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.26, n.5, 1997 b. Pp.1016-1024.
- CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H. e CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, New York, v.75, n.8, 1992. Pp. 2304-2323.
- COELHO DA SILVA, J. F., LEÃO, M. I. Fundamentos da nutrição de ruminantes. 1.ed. Piracicaba: Livrocere. 1979. 380p.
- DIAS, H. L. C., et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 limousin x nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.2, 2000. Pp.545-554.
- FRANZOLIN, R. e DEHORITY, B. A. The role of pH on the survival of rumen protozoa in steers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.39, n.10, 2010. Pp. 2262-2267.
- GOAD, D. W.; GOAD, C. L. e NAGARAJA, T. G. Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.76, n.1,1998. Pp. 234-241.
- GONÇALVES, A. L., et al. Padrão nictemeral do ph ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso: concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.6, 2001. Pp. 1886-1892.
- GRANJA-SALCEDO, Y. T., et al. Effect of different levels of concentrate on ruminal microorganisms and rumen fermentation in Nellore steers. *Archives of Animal Nutrition*, Berlin, v. 70, NO. 1, 17-32.
- GRANJA-SALCEDO, Y. T., et al. Ruminal microorganisms of diets of steers fed with different relationships forage: concentrate on diet. In: 50th Annual Meeting of Brazilian Society of Animal Science, Campinas. 2013a.
- GRANJA-SALCEDO, Y. T., et al. Ruminal fermentation parameters from Nellore fed with different relationships CF: NFC in the diet. In: 50th Annual Meeting of Brazilian Society of Animal Science, Campinas. 2013b.
- HAGEMEISTER, H.; LÜPPING, W. e KAUFMANN, W. Microbial synthesis and digestion in the high-yielding dairy cow. In: HARESIGN, W. (Ed.) Recent advances in animal nutrition. London: Butterworths. 1981. Pp.31-48.
- ÍTAVO, L. C. V., et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.3, 2002 (suplemento). Pp.1543-1552.
- KANG-MERZNARICH, J. H. e BRODERICK, G. A. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.51, n.2, 1981. Pp.422-431.
- KLIEVE, A. V., et al. Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. *Journal of Applied Microbiology*, Oxford, v.95, n. 3, 2003. Pp.621-630.
- KOCHERGINSKAYA, S. A.; AMINOV, R. I. e WHITE, B. A. Analysis of the rumen bacterial diversity under two different diet conditions using denaturing gradient gel electrophoresis, random sequencing, and statistical ecology approaches. *Anaerobe*, London, v.7, n.3, 2001. Pp.119-134.
- KOZLOSKI, V. G. Bioquímica dos ruminantes. 3 ed. UFSM, Santa Maria, RS. 2011.
- LADEIRA, M. M., et al. Eficiência Microbiana, Concentração de Amônia e pH Ruminal e Perdas Nitrogenadas Endógenas, em Novilhos Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.2, 1999. Pp.404-411.
- LECHARTIER, C. e PEYRAUD, J. L. The effects of forage proportion and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed neutral detergent fiber and starch contents. *Journal of Dairy Science*, New York, v. 93, n.2, 2010. Pp.666-681.
- Li, M., et al. Effects of sampling location and time, and host

- animal on assessment of bacterial diversity and fermentation parameters in the bovine rumen. *Journal of Applied Microbiology*, Oxford, v.107, n.6, 2009. Pp.1924–1934.
- MARTIN, C.; FONTY, G. e MICHALET-DOREAU, B. Factors affecting the fibrolytic activity of the digestive microbial ecosystems in ruminants, p. 1–17. In S. A. Martin (ed.), *Gastrointestinal microbiology in animals*. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India. 2002.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. e MCDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *The British Journal Nutrition*, Cambridge, v.38, n.3, 1977. Pp.437-443..
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: *Forage quality, evaluation and utilization*. FAHEY JR. (Ed.). Madison: American Society of Agronomy, 1994. Pp. 450-493.
- NAGARAJA, T. G. e TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*, New York, v.90, 2007(Suppl 1) Pp.E17-38.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, Savoy, v. 63, n.5, 1986. Pp. 1624-1633.
- ORTEGA, M. E. STERN, M. D. e SATTER, L. D. The effect of rumen ammonia concentration on dry matter disappearance in situ. *Journal of Dairy Science*, New York, v. 62, p. 76 (Suppl. 1), 1979.
- OWENS, F. N., et al. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.76, n.1, 1998. Pp. 275–286.
- PALMONARI, A., et al. pH dynamics and bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, New York, v.93, n.1, 2010. Pp.279–287.
- PEREIRA, M. N. e ARMENTANO, L. E. Partial replacement of forage with non-forage fiber sources in lactating cow diets. II. Digestion and rumen function. *Journal of Dairy Science*, New York, v.83, n.12, 2000. Pp. 2876-2887.
- PUTRINO, S. M., et al. Digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes de concentrado em novilhos Brangus e Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.59, n.2, 2007. p.406-413.
- RIBEIRO, C. S., et al. Feeding increasing concentrate to Tifton 85 hay ratios modulated rumen fermentation and microbiota in Nelore feedlot steers. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 153, 2015. Pp.1116–1127.
- RIBEIRO, C. S., et al. Síntese de proteína microbiana e parâmetros ruminais de novilhos Nelore recebendo diferentes relações volumoso:concentrado na dieta. In: *Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Brasília. 2012.
- RUSSELL, J. B. *Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition*. In: Ithaca: Cornell University, Ithaca, NY. 2002.
- SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F. e BRITO, R. M. Produção de amônia na fermentação in vitro de rações com levedura, uréia ou farelo de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, n. 2, 2000. Pp. 598-602.
- SANTOS, F. A. P. e MENDOÇA, P. A. Metabolismo de proteínas In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V. e OLIVEIRA, S. G. (Ed). *Nutrição de Ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. Pp. 255-286.
- SATTER, L.D. e ROFFLER, R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, New York, v. 58, n.8, 1975. Pp.1219-1237.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.81 (E. Suppl. 2):E149–E158., 2003.
- SNIFFEN, C.J. e ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *Journal of Dairy Science*, New York, v.70, n.20, 1987. Pp. 425-441.
- SOITA, H.W: CHRISTENSEN, D. A. e MCKINNON, J. J. Effects of barley silage particle size and concentrate level on rumen kinetic parameters and fermentation patterns in steers. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v.83, n.3, 2003. Pp. 533-539.
- STOCK, R.A., et al. Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.73, n.1, 1995. Pp. 39-44.
- TAJIMA, K., et al. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. *Applied Environmental Microbiology*, Washington D.C, v.67, n.6, 2001. Pp.2766–2774.
- TIBO, G. C., et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore: 1- Consumo e digestibilidades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.5, 2000<sup>a</sup>. Pp. 921-929.
- TIBO, G. C., et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.3, 2000<sup>b</sup>. Pp.921-929.
- VALADARES FILHO, S. C., et al. Estudo comparativo da digestão da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos alimentados com diferentes rações. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Brasília D.C, v. 16, n. 2, 1987. Pp. 120-130.
- VALDARES FILHO, S.C. e PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V. e OLIVEIRA, S. G. (Ed). *Nutrição de Ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. Pp. 161-189.