

Teores de concentrado e inclusão de probiótico para bovinos da raça Guzerá em confinamento¹

Levels of concentrate and inclusion of probiotics for cattle Guzera in feedlot

ROSA, Bruna Laurindo²; ALVES, João Batista³; BERGAMASCHINE, Antonio Fernando³; MOTA, Diego Azevedo⁴; CASTRO, Cecília Silva de⁵; MARSANGO, Fabio José⁶; VALÉRIO FILHO, Walter Veriano⁷

¹Parte do projeto de iniciação científica da primeira autora

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Zootecnia, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Departamento de Biologia e Zootecnia, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

⁴Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Sociais, Departamento de Educação e Zootecnia, Parintins, Amazonas, Brasil.

⁵Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Botucatu, São Paulo, Brasil.

⁶Zootecnista, Canarana, Mato Grosso, Brasil.

⁷Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Departamento de Matemática, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

*Endereço para correspondência: brunaarosa@hotmail.com

RESUMO

Foram avaliados o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho de bovinos Guzerá terminados em confinamento quanto à utilização do produto comercial *Proenzime*[®] - produzido pela Empresa Brasileira de Aumento de Produtividade Pecuária - EMBRAUPEC (Paranavaí, PR, Brasil) -, com probiótico (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Bifidobacterium longum*), enzimas digestivas (amilase, celulase, protease, lipase e pectinase) e minerais (zinco) na alimentação e diferentes teores de concentrado. Foram utilizados 36 machos castrados, com idade média de 30 ± 2 meses e peso vivo de 391,0 ± 15,85kg, os quais permaneceram confinados por 102 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (3x2), cujas relações volumoso:concentrado na dieta foram 60:40; 70:30 e 80:20, com base na matéria seca, e presença ou ausência de *Proenzime*[®], na dose de 6 g/animal/dia (recomendação do fabricante). Os parâmetros analisados foram ganho de peso vivo total, consumo de matéria seca por porcentagem de peso vivo e de peso metabólico, rendimento de carcaça e conversão alimentar. O fornecimento do

produto na ração concentrada não apresentou melhorias em nenhum dos parâmetros avaliados. Quanto aos teores de concentrado, exceto para o rendimento de carcaça e conversão alimentar, os demais parâmetros deram resposta significativa ao seu acréscimo. Os resultados indicaram que o desempenho obtido foi devido ao aumento de concentrado na dieta e não à presença do *Proenzime*[®]. Na avaliação dos coeficientes de digestibilidade determinados pelos métodos *in vitro* e *in situ*, encontraram-se resultados muito semelhantes.

Palavras-chave: enzimas digestivas, ganho de peso, *Lactobacillus acidophilus*, *Proenzime*[®]

SUMMARY

We evaluated the intake, digestibility of nutrients and performance of Guzerá cattle finished in feedlot as the use of commercial product *Proenzime*[®] - produced by the Brazilian Increasing Livestock Productivity - EMBRAUPEC (Paranavaí, PR, Brazil) - containing probiotic (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Bifidobacterium longum*), digestive

enzymes (amylase, cellulase, protease, lipase and pectinase) and minerals (zinc) in food and different levels of concentrate. It were used 36 castrated males, mean age 30 ± 2 months and live weight of 391.0 ± 15.85 kg, confined for 102 days. The design was completely randomized, with treatments distributed in a factorial (3x2), whose forage concentrate diet were 60:40, 70:30 and 80:20, based on dry matter and presence or not of *Proenzyme*® at a dose of 6g/animal/day (recommended by the manufacturer). The parameters analyzed were weight gain total, dry matter intake by percentage of body weight and metabolic weight, carcass dressing and feed conversion. The supply of the product in the concentrate did not show improvement in all evaluated parameters. As the levels of concentrate, except for carcass dressing and feed conversion, the other parameters responded significantly to its increase. The results indicated that the performance was obtained due to the increase of concentrate in the diet and not to presence of the *Proenzyme*®. In the evaluation of the coefficients of digestibility determined by *in vitro* and *in situ* methods, we found very similar results.

Keywords: digestive enzymes, *Lactobacillus acidophilus*, *Proenzyme*®, weight gain

INTRODUÇÃO

O uso de aditivos com células vivas de microrganismos e/ou seus metabólitos tem aumentado em resposta à demanda para o uso de substâncias “naturais”, promotoras do crescimento que melhoram a eficiência da produção em ruminantes (MORAIS et al., 2006). De acordo com Fuller (1989), os mecanismos propostos para o aumento no desempenho animal estão relacionados com a produção de compostos antimicrobianos, competição com organismos indesejáveis pela colonização do substrato, produção de nutrientes (aminoácidos, vitaminas) entre outros fatores estimuladores do crescimento no animal hospedeiro.

Nos últimos anos, estudos sobre o uso de probióticos nas dietas têm tido vasta importância, devido ao consumidor apresentar restrição à compra de produtos

de origem animal que utilizem antibióticos na ração. Alguns desses suplementos são a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e os lactobacilos (*Lactobacillus acidophilus*) apontados como prováveis responsáveis pela melhoria no desempenho animal, por proporcionarem estabilização do pH ruminal, maior digestão de frações fibrosas da dieta, maior consumo e aumento na síntese microbiana (SANTOS et al., 2006). Na média, os dados publicados indicam que os aditivos microbianos apresentam efeito positivo sobre a produção de leite e ganho de peso em uma magnitude semelhante aos ionóforos (7 ou 8% de aumento) (WALLACE & NEWBOLD, 1993).

Além disso, várias enzimas digestivas têm sido estudadas como aditivos para aumentar o desempenho animal. De acordo Newbold (1997), as enzimas fibrolíticas poderiam potencializar a degradação dos polissacarídeos estruturais juntamente com as enzimas produzidas pelos microrganismos do rúmen, de forma a estimular a taxa de degradação da fibra. Görgülü et al. (2003) afirmaram que a literatura tem mostrado efeitos positivos em várias espécies de acordo com a cultura do probiótico e algumas condições dos animais, manejo, alimentos e regime de alimentação.

Diante dessas observações, objetivou-se avaliar a utilização de aditivo alimentar (*Proenzyme*®) com probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Bifidobacterium longum*), enzimas digestivas (amilase, celulase, protease, lipase e pectinase) e minerais (zinco), associado ou não com diferentes teores de concentrado (20, 30 ou 40% na dieta) na alimentação de novilhos Guzerá terminados em confinamento, sobre o desempenho e digestibilidade dos nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Biologia e Zootecnia, localizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE – Unesp/Ilha Solteira, SP. Foram utilizados 36 machos castrados da raça Guzerá com idade média de 30 ± 2 meses e peso corporal de $391,0 \pm 15,85$ kg. Os animais foram confinados em baias individuais de $12,5\text{m}^2$, com comedouro e bebedouro de alvenaria, concretadas e parcialmente cobertas.

O período de adaptação teve duração de 12 dias, e, durante esse período, os animais foram acostumados às

instalações, ao manejo e à dieta experimental. Esses foram distribuídos nos tratamentos através de sorteio inteiramente casualizado, devido ao fato de os animais serem homogêneos em idade e peso.

A dieta formulada foi de aproximadamente 13% PB, para ganhos máximos de peso, de acordo com a porcentagem do concentrado na dieta, e as exigências nutricionais foram estimadas pelo sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System (FOX et al., 1992). A Tabela 1 apresenta a descrição e composição da dieta que foi fornecida para os animais do experimento.

Tabela 1. Ingredientes e composição bromatológica da silagem de sorgo e ração concentrada (%MS)

Ingredientes	Ingredientes da ração concentrada (%)	
Milho	85,0	
Farelo de Algodão	13,0	
Uréia	0,70	
Sal Mineral ¹	1,30	
Dieta experimental	Composição bromatológica da dieta (%MS)	
	Silagem de sorgo	Ração concentrada
Matéria seca (MS)	31,66	92,76
Matéria mineral (MM)	10,21	4,29
Extrato etéreo (EE)	2,95	5,56
Proteína bruta (PB)	4,44	16,28
Matéria orgânica (MO)	89,79	95,71
Carboidratos totais (CT)	82,39	73,87
Fibra em detergente neutro (FDN)	54,70	23,51
Fibra em detergente ácido (FDA)	37,14	6,71
Nutrientes digestíveis totais (NDT)	51,85	84,36

Composição por kg do produto: Fósforo = 40g; Cálcio = 146g; Sódio = 56g; Enxofre = 40g; Magnésio = 20g; Cobre = 350g; Zinco = 1.300mg; Manganês = 900mg; Ferro = 1.050mg; Cobalto = 10mg; Iodo = 24mg; Selênio = 10mg; Flúor = 400mg.

O experimento foi dividido em três períodos de 28 dias, num total de 84 dias de confinamento. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado,

com seis repetições e com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (3x2), três relações volumoso:concentrado (60:40; 70:30 e 80:20) com base na

matéria seca, e presença ou ausência do aditivo alimentar. Os tratamentos testados foram: 1 – 60:40 com aditivo; 2 – 60:40 sem aditivo; 3 – 70:30 com aditivo; 4 – 70:30 sem aditivo; 5 – 80:20 com aditivo e 6 – 80:20 sem aditivo. O aditivo alimentar utilizado foi o *Proenzime*[®] - produzido pela Empresa Brasileira de Aumento de Produtividade Pecuária - EMBRAUPEC (Paranavaí, PR, Brasil) -, com probiótico [*Lactobacillus acidophilus* (2.200.000.000 UFC/kg), *Streptococcus faecium* (2.200.000.000 UFC/kg), *Bifidobacterium thremophilum* (2.200.000.000 UFC/kg), *Bifidobacterium longum* (2.200.000.000 UFC/kg)], enzimas digestivas [amilase (912790 UFC/kg), celulase (49340 UFC/kg), protease (121350 UFC/kg), lipase (37005 UFC/kg) e pectinase (24670 UFC/kg)] e minerais (zinco, 7500mg/kg). A quantidade utilizada nos tratamentos foi de 6,0g por animal/dia (recomendação do fabricante), acrescentada ao concentrado no momento da mistura (para facilitar o manejo alimentar dos animais), com utilização de um misturador vertical para o preparo do concentrado.

A alimentação na forma de ração completa foi fornecida duas vezes ao dia às 8 e às 15 horas, e as sobras foram retiradas e pesadas diariamente antes da alimentação da manhã. A quantidade fornecida foi *ad libitum* e corrigida sempre que a sobra foi inferior ou superior a 10% do oferecido.

Semanalmente, foram coletadas em sacos plásticos novos e limpos amostras da silagem, do concentrado e das sobras. Essas foram homogêneas, pesadas e submetidas ao resfriamento para posteriores análises. As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo

técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002).

As pesagens dos animais foram realizadas ao início e ao final de cada período experimental, precedidas por jejum de sólidos por 15h, em balança eletrônica com capacidade para 3000kg. Os parâmetros de desempenho avaliados foram o ganho de peso total (GPT, kg), ganho diário de peso (GDP, kg/dia), consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (CMS, % PV) e por unidade de peso metabólico (PV^{0,75}), conversão alimentar (CA) e o rendimento de carcaça quente (RC), obtido pela diferença do peso de abate e peso de carcaça.

Entre o 31° e 35° dias experimentais, foram efetuadas coletas de fezes parciais dos animais, diretamente no piso, duas vezes ao dia, antes da primeira e da segunda alimentação, para estimativa da produção fecal, com fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador da digestibilidade *in vivo* da dieta.

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno, obtida após 144 horas de incubação ruminal dos alimentos, das sobras e fezes, mediante sacos de náilon, conforme metodologia descrita por Cochran et al. (1986). Foram incubados em dois animais mestiços fistulados no rúmen, adaptados às dietas e após período de incubação. Os sacos foram retirados dos animais e imediatamente lavados em água corrente até a mesma se apresentar totalmente límpida. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, cujo resíduo foi considerado FDNi. Foram calculados os carboidratos totais (CT) das sobras e das fezes, conforme metodologia descrita por

Sniffen et al. (1992) em que: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, enquanto os nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos foi calculado segundo equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDNcpD + CNFD$, em que: PBD, EED, FDNcp e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de cinzas e proteína) e carboidratos não fibrosos digestíveis. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por meio da diferença entre CT e FDNcp (SNIFFEN et al., 1992).

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente total pelo método *in vitro*, foi utilizado um animal fistulado, como doador de líquido ruminal, o qual recebeu uma alimentação à base de silagem de sorgo e ração concentrada, na proporção 70:30, respectivamente. A coleta de líquido ruminal foi realizada antes da alimentação da manhã e levada ao

laboratório para incubação. A digestibilidade no trato gastrointestinal total foi estimada pela FDNi como indicador interno, por meio da técnica de digestão *in vitro* por 144 horas. A porcentagem de FDNi foi calculada com a incubação de 0,5g de amostras da ração, da silagem, das sobras e das fezes, de cada animal dos tratamentos, com utilização de saliva artificial e líquido ruminal na proporção 4:1, em único estágio de digestão, segundo o método de Tilley & Terry (1963). Após a incubação, os tubos foram colocados a 5°C, para interromper parcialmente a digestão. Foram adicionados 50 mL de solução de detergente neutro e realizada a extração, conforme o método de Goering & Van Soest (1970). Na determinação da digestibilidade *in vitro* foi utilizada análise em duplicatas, para maior segurança dos resultados.

As fórmulas utilizadas para a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes foram:

$$Dg\ MS = 100 - \left\{ 100 \times \frac{(\% FDNi\ alimento)}{(\% FDNi\ fezes)} \right\}$$
$$Dg\ nutriente = 100 - \left\{ 100 \times \frac{(\% FDNi\ alimento) \times (\% nutriente\ fezes)}{(\% FDNi\ fezes) \times (\% nutriente\ alimento)} \right\}$$

O programa estatístico utilizado para análise dos dados foi o SISVAR, mediante ANOVA e diferenças de médias pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, a análise de variância mostrou que não houve efeito de interação entre aditivo x teor de

concentrado na dieta. Resultados obtidos em alguns trabalhos comprovaram que a aplicação de enzimas exógenas poderia ser mais efetiva na forragem seca (30% de umidade) do que naquela com alto teor de umidade, como uma silagem (70% de umidade) (BEAUCHEMIN et al., 1997). As variações nos resultados aconteceram, nesse acaso, única e exclusivamente, com o aumento do nível de concentrado à dieta, indicador

de que as variáveis tiveram ações independentes.

A inclusão do produto comercial *Proenzime*[®] com probiótico (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Bifidobacterium thremophilum*, *Bifidobacterium longum*) e enzimas digestivas (amilase, celulase, protease, lipase e pectinase) não mostrou significância ($P>0,05$) entre os tratamentos com *Proenzime*[®] e sem aditivo (controle) (Tabela 2). Segundo Morgavi et al. (2000), os efeitos positivos do uso de aditivos alimentares nem sempre são relatados nos estudos *in vivo*, pois vários fatores influenciam os resultados, tais como o tipo de enzima,

composição do alimento, método de aplicação e as determinações dos produtos de digestão.

Para esse estudo, acredita-se que os efeitos positivos do uso de aditivos não ocorreram devido, principalmente, quando produto comercial foi acrescentado ao concentrado no momento da mistura do mesmo para facilitar o manejo alimentar dos animais. Por ser uma quantidade relativamente pequena por animal (6g/dia), o correto seria o fornecimento individual do *Proenzime*[®], mas esse procedimento inviabilizaria o processo de produção.

Tabela 2. Médias dos parâmetros avaliados e coeficiente de variação dos tratamentos controle e com *Proenzime*[®]

Tratamentos	Parâmetros avaliados		CV ²
	Controle ¹	Com <i>Proenzime</i> [®]	
Ganho de peso total (kg)	88,94	90,17	11,99
Ganho diário de peso (kg/dia)	0,99	1,00	11,90
Consumo de matéria seca (% PC)	2,35	2,34	9,94
Peso vivo ^{0,75} (kg)	10,81	10,67	9,43
Conversão alimentar ³	10,72	10,46	16,43
Rendimento de carcaça (%)	51,74	51,28	2,79

¹Controle = sem aditivo; ²CV = coeficiente de variação; ³kg de MS ingerida/kg de ganho de peso.

Em trabalho com dietas à base de cana-de-açúcar suplementadas com fontes de nitrogênio não protéico e/ou adição de probióticos na alimentação de novilhas leiteiras, Miranda et al. (1999) verificaram que a suplementação das dietas com levedura ou microbiota ruminal melhorou o desempenho e o desenvolvimento dos animais, o que difere dos resultados obtidos neste trabalho.

Foram realizadas análises de regressão, e os parâmetros: ganho de peso vivo total, consumo de matéria seca por porcentagem de peso vivo e por unidade

de peso metabólico aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o teor de concentrado, com equações de regressão ajustadas para os consumos de nutrientes (Tabela 3). Para os parâmetros rendimento de carcaça quente e conversão alimentar não houve diferença ($P>0,05$).

O aumento dos teores de concentrado proporcionou melhorias no ganho de peso, no consumo de matéria seca e conversão alimentar. A redução no consumo de matéria seca (% do PV) com o decréscimo de concentrado na dieta pode ser atribuída ao efeito de enchimento, ocasionado pelo aumento do

consumo de fibra das dietas com maiores quantidades de silagem.

O ganho de peso dos animais foi em consequência dos diferentes teores de concentrado das dietas e teve efeito linear crescente ($P < 0,05$), o que corrobora muitos trabalhos encontrados na literatura. A resposta animal à

adição de concentrado parece ser variável, de modo que o ponto ótimo de concentrado na ração tem como fatores determinantes o sexo, a raça e a idade do animal, além da qualidade do volumoso e do concentrado (ARAÚJO et al., 1998).

Tabela 3. Média e equações de regressão das variáveis estudadas, em função do teor de concentrado na dieta

Variáveis ¹	Teor de concentrado (%)			r ² (%)	Y = a + bC ²
	20	30	40		
GPT (kg)	69,83	94,75	104,08	93,54	38,1806 + 1,7125C
GDP (kg/dia)	0,78	1,05	1,16	93,75	0,4250 + 0,0190C
CMS (% PC)	2,15	2,30	2,59	96,66	1,6940 + 0,0219C
PV ^{0.75} (kg)	9,79	10,54	11,89	97,32	7,6055 + 0,1044C
CA ³	12,05	9,76	9,96	67,59	13,7272 - 0,1045C
RC (%)	51,87	51,20	51,46	36,42	52,1229 - 0,0204C

¹Variáveis avaliadas pela ANOVA e regressão linear, com nível de 5% de probabilidade; ²Porcentagem de concentrado na dieta; ³kg de MS ingerida/kg de ganho de peso.

GPT = ganho de peso total, GDP = ganho diário de peso, CMS = consumo de matéria seca, PV = peso vivo, CA = conversão alimentar e RC = rendimento de carcaça.

O rendimento de carcaça dos animais não respondeu ao aumento nos teores de concentrado, o que corrobora o trabalho de Steen & Kilpatrick (2000), que também não registraram efeito de teores de concentrado sobre o rendimento de carcaça dos animais avaliados. Uma possível explicação seria de que a média do peso final de abate para os tratamentos 60:40, 70:30 e 80:20 (486,17; 475,58 e 479,92kg, respectivamente) não apresentou discrepância entre os mesmos, cuja diferença de peso final do maior para o menor teor de concentrado foi de apenas 6,25kg/animal.

Entretanto, no trabalho de Pereira et al. (2006) o rendimento de carcaça dos animais avaliados respondeu linearmente ($P < 0,01$) ao aumento dos teores de concentrado, cujos valores foram de 20, 35, 50 e 65% acrescentado à dieta.

Quanto à conversão alimentar no presente estudo, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) devido ao fato de não ter sido apresentado o efeito linear decrescente esperado com o teor de 40% de concentrado. Pesquisas relatam esse efeito com o incremento de concentrado à dieta, visto que a densidade energética da dieta é aumentada com o incremento de concentrado, o que resulta em maior ingestão de energia (RESENDE et al., 2001).

A presença do aditivo alimentar, com probiótico e enzimas fibrolíticas, na alimentação de bovinos influenciaram os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes ($P < 0,05$). Os coeficientes de degradabilidade *in situ* tiveram efeito significativo para os tratamentos sem a presença do aditivo ($P < 0,05$), exceto para as variáveis MS e CT (Tabela 4).

Tabela 4. Médias da digestibilidade dos nutrientes pelo método *in situ* dos tratamentos controle e com *Proenzime*[®]

Digestibilidades (%)	Tratamentos		CV ²
	Controle ¹	Com <i>Proenzime</i> [®]	
Matéria seca	75,83	75,75	0,69
Proteína bruta	62,81 ^a	61,93 ^b	1,24
Extrato etéreo	83,55 ^a	77,46 ^b	0,39
Matéria orgânica	78,09 ^a	74,31 ^b	0,56
Carboidratos totais	79,28	79,32	0,29

^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância

¹Controle = sem aditivo; ²CV = coeficiente de variação.

Para os coeficientes de digestibilidade *in vitro*, houve aumento significativo (P<0,05) na presença do aditivo para os parâmetros analisados (Tabela 5), exceto para a variável EE.

As diferenças nos coeficientes de digestibilidades dos tratamentos com ou sem aditivo podem ter sido ocasionadas pela ação dos microrganismos e das enzimas fibrolíticas na digestão e manutenção do equilíbrio microbiano intestinal dos animais. O uso de aditivos

alimentares na alimentação animal apresenta resultados positivos quando estão sujeitos a fatores estressantes como climáticos e/ou alimentares. De acordo com Fuller (1992) e Jin et al. (1997), os mecanismos de ações mais prováveis dos probióticos são a exclusão competitiva, o antagonismo direto, o estímulo ao sistema imune e o efeito nutricional, mediante as melhorias na digestão e absorção de nutrientes.

Tabela 5. Médias da digestibilidade dos nutrientes pelo método *in vitro* dos tratamentos controle e com *Proenzime*[®]

Digestibilidades (%)	Tratamentos		CV ²
	Controle ¹	Com <i>Proenzime</i> [®]	
Matéria seca	78,72 ^b	79,18 ^a	0,47
Proteína bruta	67,54 ^b	67,88 ^a	0,63
Extrato etéreo	85,42 ^a	84,11 ^b	0,66
Matéria orgânica	80,96 ^b	81,38 ^a	0,32
Carboidratos totais	81,82 ^b	82,38 ^a	0,30

^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância

¹Controle = sem aditivo; ²CV = coeficiente de variação.

A digestibilidade da dieta pode ser alterada por diferentes fatores, dentre eles, a relação volumoso:concentrado que influencia a digestão a nível ruminal.

Os resultados de coeficientes de digestibilidades dos diferentes parâmetros analisados, pelos métodos *in situ* e *in vitro*, apresentaram efeito linear decrescente com o incremento do teor de

concentrado na dieta (Tabela 6 e 7). Pereira et al. (2006) também encontraram efeito linear decrescente para os coeficientes de digestibilidade aparente da PB e do EE, com o aumento dos teores de concentrado na dieta, o que não era esperado, pois houve aumento linear do consumo de CT com o incremento dos

níveis de concentrado, que são mais digestíveis.

A digestibilidade é determinada pelo tempo de permanência da digesta no rúmen, que decresce quando o consumo de ração concentrada aumenta na dieta (LOW, 1990).

Tabela 6. Médias e equações de regressão das variáveis estudadas, em função do teor de concentrado na dieta, para o método *in situ*

Variáveis (%) ¹	Teor de concentrado (%)			r ² (%)	Y = a + bC ²
	20	30	40		
Matéria seca	79,79	76,85	70,73	96,03	89,3685 – 0,4525C
Proteína bruta	65,45	64,21	57,45	86,29	74,3714 – 0,4000C
Extrato etéreo	85,05	83,53	72,94	84,24	98,6743 – 0,6056C
Matéria orgânica	81,68	73,58	73,33	77,30	88,7344 – 0,4178C
Carboidratos totais	82,66	80,53	74,71	93,33	91,2261 – 0,3975C

¹Variáveis avaliadas pela ANOVA e regressão linear, com nível de 5% de probabilidade; ² Porcentagem de concentrado na dieta

Tabela 7. Médias e equações de regressão das variáveis estudadas, em função do teor de concentrado na dieta, para o método *in vitro*

Variáveis (%) ¹	Teor de concentrado (%)			r ² (%)	Y = a + bC ²
	20	30	40		
Matéria seca	84,81	80,31	71,72	96,85	98,5929 – 0,6548C
Proteína bruta	74,19	69,58	59,37	95,46	89,9339 – 0,7407C
Extrato etéreo	88,67	86,19	79,43	93,32	98,6317 – 0,4622C
Matéria orgânica	86,20	82,74	74,56	94,82	98,6264 – 0,5819C
Carboidratos totais	86,88	83,67	75,75	94,37	98,7983 – 0,5565C

¹Variáveis avaliadas pela ANOVA e regressão linear, com nível de 5% de probabilidade; ² Porcentagem de concentrado na dieta.

Casali et al. (2008), em trabalho com tempos de incubação diferentes para o método *in situ* (0; 12; 24; 48; 72; 96; 120; 144; 168; 192; 216; 240 e 312 horas) para estimar as frações indigestíveis da matéria seca (MSi), da fibra em detergente neutro (FDNi) e da fibra em detergente ácido (FDAi) em alimentos e fezes bovinas, concluíram que em protocolos de estimação *in situ*

dos teores de MSi e FDNi devem ser utilizados tempos de incubação de 240 horas para obtenção de estimativas mais exatas das frações indigestíveis e, para avaliação da fração FDAi, sugeriram tempos de 264 horas.

Blümmel & Orskov (1993) ressaltam que a extensão e a taxa de degradação de nutrientes dos alimentos baseiam-se no desaparecimento da MS, o que

demonstra, assim, que todas as perdas ocorrem pela fermentação, o que nem sempre acontece.

Alguns pesquisadores (ÍTAVO et al., 2002; SILVA et al., 2005) relataram aumentos lineares nos coeficientes de digestibilidade de MS e MO com o incremento dos níveis de concentrado nas dietas, diferentemente dos resultados aqui encontrados.

Os coeficientes de digestibilidades determinados pelos métodos *in situ* e *in vitro*, para os diferentes nutrientes, mostram que o sistema *in vitro* apresentou valores significativamente ($P < 0,05$) superiores em relação a alguns parâmetros avaliados (MS, PB e CT). De acordo com Campos et al. (2000), essa diferença de digestibilidade se deve ao fato de que, no método *in vitro*, a parte solúvel e insolúvel do alimento está incluída na digestibilidade da MS, enquanto que, no *in situ*, a parte solúvel foi lavada inicialmente e, portanto, não foi avaliada no processo de digestão.

A inclusão do aditivo com enzimas fibrolíticas e probiótico não proporcionou melhorias no desempenho animal, tais como ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça. O efeito observado foi na melhoria da digestibilidade dos nutrientes, pelo método *in vitro*.

O aumento dos níveis de concentrado na dieta proporcionou melhorias no ganho de peso, no consumo de matéria seca e conversão alimentar, mas reduziu a digestibilidade dos nutrientes das dietas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa de iniciação científica concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, O.F.; CASTRO, A.C.G.; SIGNORETTI, R.D.; TURCO, S.H.N.; HENRIQUES, L.T. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.345-354, 1998. [[Links](#)].

BEAUCHEMIN, K.A.; JONES, S.D.M.; RODE, L.M.; SEWALT, V.J.H. Effects of fibrolytic enzyme in corn or barley diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, n.4, p.645-653, 1997. [[Links](#)].

BLÜMMEL, M.; ORSKOV, E.R. Comparison of *in vitro* gas production and nylon-bag degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.40, n.2-3, p.109-119, 1993. [[Links](#)].

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008. [[Links](#)].

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986. [[Links](#)].

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSELL, J.B.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992. [[Links](#)].

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Microbiology**, v.66, n.5, p.365-378, 1989. [[Links](#)].

FULLER R. Problems and prospects. In: FULLER, R. **Probiotics: the scientific basis**. London: Chapman & Hall, 1992. p.377-386. [[Links](#)].

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures and some application**. Washington: USDA, 1970. 20p. (Agriculture Handbook, 379). [[Links](#)].

GÖRGÜLÜ, M.; SIUTA, A.; ÖNGEL, E.; YURTSEVEN, S.; RU TU KUTLU, H. Effect of probiotic on growing performance and health of calves. **Pakistan Journal of Biological Science**, v.6, n.7, p.651-654, 2003. [[Links](#)].

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I.; CECOM, P.R.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, P.V.R. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002. Supl. [[Links](#)].

JIN, L.Z.; HO, Y.W.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, N. Probiotics in poultry: modes of action. **World's Poultry Science Journal**, v.53, n.4, p.351-363, 1997. [[Links](#)].

LOW, A.G. Nutritional regulation of gastric secretion, digestion and emptying. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.1, p. 229-252, 1990. [[Links](#)].

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECOM, P.R.; PEREIRA, E.S.; PAULINO, M.F.; CAMPOS, J.M.S.; MIRANDA, J.R. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.605-613, 1999. [[Links](#)].

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.539-570. [[Links](#)].

MORGAVI, D.P.; WUEFREL, R.; NSEREKO, V.L.; BEAUCHIMIN, K.A.; RODE, L.M.. Effect of enzyme feed additives and method of application on *in vitro* feed digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.291, 2000. Suppl 1. [[Links](#)].

NEWBOLD, J. Proposed mechanisms for enzymes as modifiers of ruminal fermentation. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 16, 1997, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville, 1997. p.3-17. [[Links](#)].

PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, A.P.; MARTINS, F.H.; VIANA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.282-291, 2006. [[Links](#)].

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V.; PEREIRA, J.C.; MÂNCIO, A.B. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.261-269, 2001. [[Links](#)].

SANTOS, F.A.P.; CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C.; PIRES, A.V.; BITTAR, C.M.M. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1568-1575, 2006. [[Links](#)].

SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, F.H.M. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005. [[Links](#)].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, AC. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p. [[Links](#)].

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992. [[Links](#)].

STEEN, R.W.; KILPATRICK, D.J. The effects of the ratio of grass silage to concentrates in the diet restricted dry matter intake on the performance and carcass composition of beef cattle. **Livestock Production Science**, v.62, n.2, p.181-192. 2000. [[Links](#)].

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stages technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-110, 1963. [[Links](#)].

WALLACE, R.J.; NEWBOLD, C.J. Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives. In: LYONS, T.P. (Ed.). **Biotechnology in the Feed Industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1993. 173p. [[Links](#)].

Data de recebimento: 14/01/2008
Data de aprovação: 29/04/2010