



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

de Fátima Paziani, Solidete; Nussio, Luiz Gustavo; Santana Loures, Daniele Rebouças; Schmidt,
Patrick; Zopollatto, Maity; Ribeiro, José Leonardo
Comportamento ingestivo e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com silagem de
capim

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 31, núm. 4, 2009, pp. 373-380
Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126498004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Comportamento ingestivo e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com silagem de capim

Solidete de Fátima Paziani^{1*}, Luiz Gustavo Nussio², Daniele Rebouças Santana Loures³, Patrick Schmidt⁴, Maity Zopollatto² e José Leonardo Ribeiro⁵

¹Pólo Centro Norte, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Rod. Washington Luiz, km 372, SP310, 15830-000, Pindorama, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", Piracicaba, São Paulo, Brasil. ³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ⁴Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ⁵Guabi-Nutrição Animal, Campinas, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: solidete@apta.sp.gov.br

RESUMO. Avaliou-se o efeito do teor de matéria seca, uso de inoculante bacteriano e a redução do tamanho de partículas da silagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum*), sobre os parâmetros digestivos. Utilizaram-se sete novilhos da raça Nelore, em delineamento experimental Quadrado Latino 7 x 7. Os tratamentos foram: T1: Umidade original, partícula menor, sem inoculante bacteriano; T2: Umidade original, partícula menor, com inoculante bacteriano; T3: Emurhecido, partícula maior, com inoculante bacteriano; T4: Emurhecido, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T5: Umidade original, partícula maior, com inoculante bacteriano; T6: Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T7: Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano, com milheto. Os tratamentos não influenciaram as taxas de passagem de sólidos (2,4% hora⁻¹) e de líquidos (3,2% hora⁻¹), o consumo de matéria seca (1,1% do PV) e nem o comportamento ingestivo. Observaram-se os seguintes tempos (minutos dia⁻¹) e taxas (min kg MS⁻¹) de ingestão de MS (293 e 68); de ruminação (432 e 102) e de mastigação (725 e 170), respectivamente. Os valores médios de digestibilidade da MS (61,4%), FDA (59,7%), PB (43,9%) e FDN (60,3%) não diferiram entre os tratamentos. Os procedimentos adotados na ensilagem não resultaram em alterações significativas nos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: bovinos, digestibilidade, ingestão, inoculante.

ABSTRACT. Intake behavior and nutrient digestion of beef cattle fed with grass silage. The main objective was to study the effect of dry matter content, the addition of bacterial inoculant and particle size reduction on Tanzania grass (*Panicum maximum*) silage on digestive parameters. Seven ruminally cannulated Nelore beef steers were randomly assigned to a 7 x 7 Latin Square design. Treatments were described as follows: T1: wet forage + small particle; T2: T1 + inoculant; T4: wilting + large particle; T3: T4 + inoculant; T6: wet forage + large particle; T5: T6 + inoculant; T7: T6 + ground pearl millet grain. The ruminal passage rate of solid (2.35% h⁻¹) and liquid (3.17% h⁻¹) phases were similar across treatments. The animal intake behavior was not significantly changed by treatments, averaging 293 (minutes d⁻¹) and 68 (minutes DM kg⁻¹) for time and rate of eating, respectively. For rumination and chewing, the mean values observed were 432 (minutes d⁻¹), 102 (minutes DM kg⁻¹) and 725 (minutes d⁻¹), 170 (minutes DM kg⁻¹), respectively. No significant differences were observed for the DM (61.40%), ADF (59.69%), CP (43.93%) and NDF (60.34%) digestibilities. The mean DM intake (1.1% BW) was not different among treatments. It was concluded that the strategies adopted during the ensiling of Tanzania grass did not result in significant changes on the parameters.

Key words: beef cattle, digestibility, intake, inoculant.

Introdução

A ingestão de matéria seca é afetada por vários fatores, como o enchimento físico do trato digestivo, a aceitabilidade, a composição do alimento, entre outras. A digestibilidade dos alimentos definirá sua taxa de passagem pelo trato digestivo e taxas de ingestão e de ruminação. Também existe uma

relação negativa entre ingestão de matéria seca e alto teor de umidade, que na silagem pode ser tanto pelo próprio teor de umidade quanto pelo efeito depressivo dos produtos da fermentação. Forragem com teor de matéria seca superior a 35% evita não só fermentações indesejáveis e perdas da silagem (efluente ou deterioração), como também

proporcionam maior consumo pelos animais (PILAR et al., 1994; COELHO, 2002; LOURES et al., 2005a).

O emurchecimento, embora possa melhorar a fermentação da silagem, produz efeitos variados quanto à ingestão e desempenho animal, pelas condições de tempo em que é realizado (DAWSON et al., 1999). Exposição prolongada e condição de tempo desfavorável à desidratação reduzem a qualidade da forragem (WRIGHT et al., 2000). Como alternativa ao emurchecimento, o teor de matéria seca pode ser elevado com o uso de aditivos absorventes, como a polpa cítrica e/ou os grãos de cereais moídos, oferecendo certas vantagens ao emurchecimento, como evitar operação extra no recolhimento e risco de perda por precipitação, melhorar a fermentação e evitar a contaminação com solo no recolhimento. Outro procedimento amplamente adotado na ensilagem é o uso de inoculantes bacterianos, apesar dos resultados inconsistentes observados na literatura, tanto na ingestão de matéria seca quanto no desempenho animal (HAIGH, 1998; DAWSON et al., 1999). Embora, em alguns casos, o inoculante não tenha efeito em relação à melhora da estabilidade aeróbia no cocho, pode melhorar a digestibilidade da matéria seca (MUCK; KUNG JUNIOR, 1997).

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito do teor de matéria seca, tamanho de partícula e uso de inoculante bacteriano sobre os parâmetros de comportamento ingestivo, cinética ruminal, consumo, degradação e digestão de nutrientes em bovinos de corte.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Departamento de Zootecnia, Setor Ruminantes, USP/Esalq, em Piracicaba, Estado de São Paulo. Os tratamentos adotados foram: T1 - Umidade original, partícula menor, sem inoculante bacteriano; T2 - Umidade original, partícula menor, com inoculante bacteriano; T3 - Emurchecido, partícula maior, com inoculante bacteriano; T4 - Emurchecido, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T5 - Umidade original, partícula maior, com inoculante bacteriano; T6 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T7 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano, com milho grão finamente moído. A forragem emurchecida foi desidratada por 6h ao sol, período suficiente para elevar o teor de matéria seca a aproximadamente 30%. O tratamento com milho grão moído recebeu 16 kg de milho moído para cada 100 kg de forragem fresca, chegando próximo

de 30% MS. O inoculante bacteriano utilizado ECOSYL® Silage Inoculant (cepa de *Lactobacillus plantarum*), na forma de pó desidratado, foi diluído em água destilada, visando o fornecimento 100 bilhões de UFC t^{-1} de forragem. O tamanho de partículas foi imposto explorando-se as amplitudes máxima e mínima de distância entre as contrafacas do rotor picador, apesar do método utilizado para estratificação da forragem (LAMMERS et al., 1996) não detectar esta diferença. A forragem *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia foi colhida por volta de 65 dias de rebrota e acondicionada em silos tipo poço.

O período experimental foi dividido em sete períodos de 14 dias, sendo sete dias para adaptação e sete dias para coleta de amostras. Foram utilizados sete bovinos machos castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de 415 kg, com cânula ruminal, alojados em baias individuais tipo *tie-stall*, com comedouro e bebedouro automático, piso emborrachado e canaleta com caixa coletora de fezes. As rações experimentais foram formuladas (% da MS), segundo o NRC (1996), para conter 53% de NDT e 9% de PB, visando à manutenção de peso ou ganhos de peso marginais, compostas por 86,71% de silagem e 13,29% de concentrado. Para o tratamento T7 apenas foi fornecido sal e ureia, considerando o milho adicionado no momento da ensilagem e mesmo sem o fornecimento de milho na ração, a quantidade de cereal presente excedeu aquela determinada pela formulação. A ração foi fornecida duas vezes ao dia, sendo 60% fornecida às 8h e 40% às 18h, permitindo 5 a 10% de sobras, e ração e sobras foram quantificadas e amostradas diariamente para posterior cálculo de consumo de matéria seca.

Nos sete dias de coleta, foram coletadas diariamente três amostras de silagem, compostas e congeladas. Em uma amostra com umidade original foi obtido o extrato aquoso (KUNG JUNIOR et al., 1984), registrado o valor de pH e determinado o teor de carboidratos solúveis (DUBOIS et al., 1956). Na segunda amostra, avaliou-se o tamanho de partículas (LAMMERS et al., 1996). Na terceira amostra composta, foi estimada a composição químico-bromatológica juntamente com amostras de forragem e milho pelo método de espectroscopia de reflectância de infravermelho proximal (NIRSystems®) (SHENK; WESTERHAUS, 1991; BERZAGHI et al., 1997). Nas amostras selecionadas pelo procedimento Select, foram realizadas análises convencionais (BERZAGHI et al., 1997) do teor CZ (AOAC, 1980), do teor de PB em autoanalisador de nitrogênio, marca LECO® (WILES et al., 1998), teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), pelo método proposto pela ANKOM Fiber

Analyser, teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), segundo método de Van Soest et al. (1991) e análises de nitrogênio na FDA (N-FDA), segundo Krishnamoorthy et al. (1982).

No primeiro dia do período de avaliação, por 24h, foi feita a observação dos animais, iniciada após o fornecimento da ração (8h), anotando-se a cada 5 min., a atividade realizada pelo animal: ingestão de alimento, ingestão de água, ruminação ou ócio (MAEKAWA et al., 2002). Para a realização dos cálculos, multiplicou-se o número de observações que cada animal apresentou em cada atividade por 5 min., assumindo que nos próximos 5 min. pós-observação o animal permaneceu na mesma atividade. O tempo de mastigação total foi determinado somando-se o tempo de ingestão de alimento com o tempo de ruminação (MAEKAWA et al., 2002; KONONOFF et al., 2003).

A taxa de passagem (FIRKINS et al., 1986) foi determinada com o uso de Co-EDTA e fibra marcada com cromo mordante (UDÉN et al., 1980), como marcadores de fases líquida e sólida, respectivamente, quantificados nas fezes. No quarto dia do período, antes da alimentação matutina, 3 g de Co-EDTA foram diluídos em 1.000 mL de água e infundidos no rúmen através de mangueira plástica. E 100 g de fibra marcada com cromo mordante foram introduzidos no rúmen via cânula ruminal. Amostras de fezes foram coletadas diretamente do reto dos animais nos tempos 0, 6, 12, 18, 14, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72, 78, 84 e 90h após o fornecimento dos marcadores, pesadas, secas (SILVA, 1981), e então moídas para análise da técnica analítica no CENA/USP (NASCIMENTO FILHO, 1999). Os valores de digestibilidade dos nutrientes foram estimados pela diferença entre as concentrações de nutrientes na ração consumida e nas fezes (RYMER, 2000). Nos últimos quatro dias do período de avaliação, as fezes foram coletadas duas vezes ao dia (8 e 20h), pesadas, homogêneas e amostradas (5% do total excretado) formando uma amostra composta.

Adotou-se o delineamento experimental de Quadrado Latino 7 x 7, com sete tratamentos e sete períodos. Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 1996). Para comparação das médias na avaliação do consumo, digestibilidade, composição das silagens e das dietas, comportamento ingestivo, taxa de passagem, tempo médio de retenção ruminal, degradação ruminal e digestão intestinal foi utilizado o procedimento PROC GLM do SAS.

Resultados e discussão

Na Tabela 1, são apresentadas as composições das silagens utilizadas. Os procedimentos adotados na ensilagem para elevar o teor de MS (T3, T4 e T7) foram eficientes, gerando silagens com teor médio de 30,3% de MS, diferindo ($p < 0,05$) das silagens com teor de umidade original (21,8%). Não houve efeito ($p > 0,05$) de tamanho de partícula, emurchecimento e uso de inoculante bacteriano ($p > 0,05$) sobre teor de PB, CZ, FDN, FDA, LIG, CEL e HEMI. No entanto, houve efeito da adição de milho no tratamento T7, com diluição das frações fibrosas e CZ ($p < 0,05$) e elevação do teor de PB ($p < 0,05$), pela contribuição do maior teor protéico do milho na mistura final (10,48).

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação das dietas.

Table 1. Chemical composition of dry matter of ingredients used in the formulation of diets.

Variáveis ⁴ Variables ⁴	Milheto Pearl millet	Silagens ^{1,3} Silages ^{1,3}							Média CV ² Mean	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
MS, %	88,4	22,0 ^b	21,9 ^b	30,8 ^a	30,1 ^a	21,7 ^b	21,5 ^b	30,0 ^a	25,4	7,6
DM, %										
PB, % MS	14,8	5,8 ^b	6,1 ^b	6,1 ^b	5,7 ^b	5,7 ^b	5,2 ^b	10,5 ^a	6,4	16,8
CP, % DM										
CZ, % MS	2,4	12,8 ^a	12,3 ^a	12,2 ^a	12,5 ^a	12,6 ^a	12,3 ^a	7,9 ^b	11,8	5,8
Ash, % DM										
FDN, % MS	15,9	73,5 ^a	74,5 ^a	73,5 ^a	73,2 ^a	74,0 ^a	74,1 ^a	42,5 ^b	69,3	4,4
NDF, % DM										
FDA, % MS	6,8	51,2 ^a	52,0 ^a	50,5 ^a	51,5 ^a	52,2 ^a	51,4 ^a	30,1 ^b	48,4	5,1
ADF, % DM										
LIG, % MS	2,1	6,9 ^a	7,0 ^a	6,4 ^a	6,2 ^a	7,2 ^a	6,3 ^a	3,7 ^b	6,2	10,6
Lig, % DM										
CEL, % MS	7,9	44,8 ^a	45,7 ^a	44,6 ^a	45,4 ^a	45,3 ^a	45,8 ^a	26,7 ^b	42,6	4,9
Cd, % DM										
HEMI, % MS	4,8	22,2 ^a	22,7 ^a	23,2 ^a	22,7 ^a	22,5 ^a	23,5 ^a	12,5 ^b	21,3	7,3
Hemi, % DM										
pH	21,4	5,6 ^b	5,6 ^b	6,4 ^b	6,8 ^a	5,9 ^b	5,6 ^b	5,2 ^b	5,9	11,4
Partícula, cm	-	4,4 ^a	4,2 ^a	4,3 ^a	4,4 ^a	4,3 ^a	4,2 ^a	3,0 ^b	4,1	4,7
Particle size, cm										
Retido peneira superior, %	-	90,9 ^a	85,7 ^a	90,0 ^a	91,2 ^a	89,2 ^a	87,1 ^a	59,5 ^b	84,5	5,6
% Superior sieve retention, %										
N-FDA, % N total	-	21,7 ^a	21,6 ^a	18,7 ^b	18,3 ^b	22,1 ^a	20,8 ^b	11,6 ^c	19,2	8,4
ADIN, % Total N										
CS, % MS	-	0,6 ^b	0,6 ^b	0,9 ^b	1,6 ^a	0,6 ^b	0,6 ^b	1,5 ^a	0,9	39,4
SC, % DM										

¹T1 - Umidade original, partícula menor, sem inoculante bacteriano; T2 - Umidade original, partícula menor, com inoculante bacteriano; T3 - Emurchecido, partícula maior, com inoculante bacteriano; T4 - Emurchecido, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T5 - Umidade original, partícula maior, com inoculante bacteriano; T6 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T7 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano, com milho. ²Coefficiente de variação (%). ³Médias na mesma linha, seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ⁴MS = matéria seca; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; HEMI = hemicelulose; CEL = celulose; MO = matéria orgânica; CS = carboidratos solúveis; NFDA = nitrogênio insolúvel em FDA.

¹T1 - Wet forage, small particle, without inoculant; T2: Wet forage, small particle, with inoculant; T3: Wilted, large particle, with inoculant; T4: Wilted, large particle, without inoculant; T5: Wet forage, large particle, with inoculant; T6: Wet forage, large particle, without inoculant; T7: Wet forage, large particle, without inoculant + pearl millet. ²Coefficient of variation. ³Values with different letters in the same row differ among themselves for the Tukey test ($p < 0,05$). ⁴DM = dry matter; Ash = ash; CP = crude protein; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; LIG = lignin; HEMI = hemicellulose; CEL = cellulose; ADIN = acid detergent insoluble nitrogen; SC = soluble carbohydrates.

O valor de PB médio de 5,75%, em silagens sem adição de milho (T1 ao T6), encontra-se dentro da amplitude relatada na literatura para silagens de

capim-Tanzânia (LOURES et al., 2005a). O teor médio de PB da forragem de 8,03% comparado aos 5,75% de PB das silagens indica perda de 28,40% da PB na ensilagem e ausência de efeito de inoculante. Os valores de pH foram maiores ($p < 0,05$) na silagem emurchecida, pela fermentação mais restrita. O menor valor de pH (5,18) foi obtido em silagem com adição de milho grão ($p < 0,05$) e o maior valor em silagem emurchecida ($p < 0,05$), ambas sem inoculante bacteriano, permanecendo os demais tratamentos com valores intermediários, não diferindo entre si ($p > 0,05$) e nem dos tratamentos T7 e T4 (Tabela 1). O uso do inoculante (T2, T3 e T5) não reduziu o valor de pH ($p > 0,05$) em relação às silagens sem inoculante (T1, T4, T6 e T7).

Silagens emurchecidas apresentaram maior valor de carboidratos solúveis (média de $1,23 \times 0,59\%$ da MS), pois embora o emurchecimento promova perda de carboidrato pela desidratação da forragem em condições aeróbicas, a fração remanescente será preservada na ensilagem, pela fermentação mais restrita (MARSH, 1979).

Os tratamentos impostos não promoveram diferenças ($p > 0,05$) na ingestão de MS, tanto em kg de MS ($4,50 \text{ kg MS animal dia}^{-1}$), que ficou abaixo da média de $8,6 \text{ kg}$ predita pelo NRC (1996), como na base do peso vivo dos animais ($1,10\% \text{ PV}$) (Tabela 2). Mas houve efeito de tratamentos sobre o consumo de FDN, com maiores valores para T2 e T5 ($0,75\% \text{ PV}$), diferindo ($p < 0,05$) da menor ingestão de FDN ocorrida para o tratamento T7 ($0,50\% \text{ PV}$). Os tratamentos T1, T3, T4 e T6 tiveram valores intermediários ($0,68\% \text{ PV}$) não diferindo das médias acima ($p > 0,05$). A menor ingestão de FDN do T7 foi pela adição de milho na ensilagem que diluiu a FDN da forragem em comparação aos demais tratamentos.

Consumos de MS superiores aos obtidos neste trabalho ocorrem com o aumento na proporção de concentrado na ração. Coelho (2002) observou ingestão de MS de $1,88\% \text{ PV}$ e ingestão de FDN de $1,11\% \text{ PV}$ com silagem de Tifton 85 e 20% de concentrado. Também Loures et al. (2005b), ao utilizar 50% de concentrado, observou consumo de $2,03\% \text{ PV}$ com silagem de Tanzânia, assim como outros autores (PILAR et al., 1994) observaram média de consumo de MS de $1,82$ a $3,05\%$ do PV ao elevar o teor de concentrado a níveis superiores aos deste estudo.

Apesar de o emurchecimento ser citado como um procedimento que eleva o consumo de silagens (TELLER et al., 1993; LOURES et al., 2005b) por diminuir a umidade, a presença de ácidos da fermentação, etanol e compostos nitrogenados

solúveis como amônia (ALLEN, 2000; WRIGHT et al., 2000), o benefício dessa prática não foi observado neste trabalho. Dawson et al. (1999) registraram que o emurchecimento tem efeitos variáveis na ingestão e desempenho animal, principalmente em rações com teor de concentrado elevado (MARSH, 1979).

Tabela 2. Ingestão de MS e FDN, taxas de passagem de sólidos e líquidos e tempo médio de retenção (TMR) em bovinos alimentados com rações à base de silagens de capim-Tanzânia.

Table 2. DM and NDF intake, ruminal passage rates of solids and liquids and mean time of retention in beef cattle fed with Tanzania grass silage.

Variáveis Variables	Tratamentos ^{1,3} Treatments ^{1,3}							Média Mean	CV ²
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
Ingestão de MS DM intake									
kg MS dia ⁻¹	4,2 ^a	4,8 ^a	4,5 ^a	4,0 ^a	4,7 ^a	4,4 ^a	5,0 ^a	4,5	16,1
kg DM day ⁻¹									
kg MS 100 kg peso ⁻¹	1,0 ^a	1,2 ^a	1,1 ^a	1,0 ^a	1,1 ^a	1,1 ^a	1,2 ^a	1,1	17,7
kg DM 100 kg weight ⁻¹									
Ingestão de FDN NDF intake									
kg FDN dia ⁻¹	2,7 ^{ab}	3,1 ^a	2,9 ^{ab}	2,6 ^{ab}	3,0 ^a	2,8 ^{ab}	2,0 ^b	2,7	18,6
kg NDF day ⁻¹									
kg FDN 100 kg peso ⁻¹	0,7 ^{ab}	0,8 ^a	0,7 ^{ab}	0,7 ^{ab}	0,7 ^a	0,7 ^{ab}	0,5 ^b	0,7	18,9
kg NDF 100 kg weight ⁻¹									
Taxa de passagem Ruminal passage rate									
Sólidos (% hora ⁻¹)	2,0 ^a	2,3 ^a	2,3 ^a	2,8 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,6 ^a	2,4	29,8
Solids (% hour ⁻¹)									
Líquidos (% hora ⁻¹)	3,0 ^a	3,0 ^a	2,8 ^a	3,3 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a	3,4 ^a	3,2	17,7
Liquids (% hour ⁻¹)									
TMR (horas)	50,0 ^a	43,1 ^a	43,5 ^a	35,7 ^a	44,6 ^a	45,7 ^a	38,5 ^a	43,0	30,3
RMT (hours)									

¹T1 - Umidade original, partícula menor, sem inoculante bacteriano; T2 - Umidade original, partícula menor, com inoculante bacteriano; T3 - Emurchecido, partícula maior, com inoculante bacteriano; T4 - Emurchecido, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T5 - Umidade original, partícula maior, com inoculante bacteriano; T6 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T7 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano, com milho. ²Coefficiente de variação (%). ³Médias na mesma linha, seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹T1 - Wet forage, small particle, without inoculant; T2: Wet forage, small particle, with inoculant; T3: Wilted, large particle, with inoculant; T4: Wilted, large particle, without inoculant; T5: Wet forage, large particle, with inoculant; T6: Wet forage, large particle, without inoculant; T7: Wet forage, large particle, without inoculant + pearl millet. ²Coefficient of variation. ³Values with different letters in the same row differ among themselves for the Tukey test ($p < 0,05$).

Elevações na ingestão e no ganho de peso têm sido atribuídas ao uso de inoculante bacteriano (CHARMLEY et al., 1996; HAIGH, 1998; WINTERS et al., 2001), possivelmente pela melhor qualidade da fermentação das silagens, sugerindo que o aditivo limitaria a degradação proteica, inicialmente diminuindo o pH. Com isso haveria menor produção de amônia e ácidos indesejáveis, como o butírico e o propiônico. Porém, no presente trabalho, o pH não foi afetado ($p > 0,05$) pelo uso de inoculante e apesar das silagens inoculadas tenderem a apresentar maiores ingestões de MS não diferiram dos demais tratamentos ($p > 0,05$).

O reduzido teor proteico e a elevada proporção de fibra contribuem para a baixa ingestão de forragens tropicais (MILFORD; MINSON, 1966; PATTERSON et al., 1994; NRC, 1996). Assim, a suplementação proteica destas rações elevaria a

ingestão e esta resposta seria maior se o teor de PB da ração estiver abaixo de 6 a 8% (MILFORD; MINSON, 1966), limite abaixo do qual compromete o bom funcionamento ruminal. Embora os teores de PB das rações estivessem acima de 7,70%, em média 19,24% do N total da silagem estava na forma indisponível (N-FDA), o que pode ter gerado deficiência de N ruminal, prejudicando a degradação ruminal da fibra, produção de massa microbiana, reduzindo a taxa de passagem, causando enchimento ruminal e diminuição na ingestão (BROWN; PITMAN, 1991; ALLEN, 2000).

O requisito básico para a forragem sair do rúmen é a redução a partículas menores, acelerando o fluxo pelo trato digestivo. Segundo Wilson et al. (1989), a mastigação na ingestão é fundamental para reduzir comprimento de partícula, porém esta mastigação não altera consideravelmente a espessura da partícula, fato que ocorre pela ação dos microrganismos ruminais.

Na Tabela 2, podem ser observados os valores para as taxas de passagem de sólidos (2,35%) e líquidos (3,17%) não havendo efeito ($p > 0,05$) de tratamentos sobre eles. O tempo médio de retenção (TMR) foi de 43h, sendo este dado inferior às 45h obtidas por Loures et al. (2005b). Loures et al. (2005b) observou taxa de passagem de 2,23% h⁻¹ para sólidos e de 4,83% h⁻¹ para líquidos com rações à base de silagem de capim-Tanzânia e 50% de concentrado. O valor observado por Coelho (2002) para taxa de passagem de sólidos foi de 2,63% h⁻¹ e líquido de 4,43% h⁻¹, valores acima dos obtidos no presente trabalho, justificados pela maior proporção de concentrado nas suas rações. Mas, se a taxa de passagem de sólidos foi semelhante e o TMR aqui obtido foi inferior ao de Loures et al. (2005b), era de se esperar que a ingestão fosse maior. Assim, pode-se deduzir que os animais neste experimento consumiram abaixo do potencial, por algum fator limitante que não o TMR e às taxas de passagem, levando à suposição que fosse a baixa palatabilidade ou aceitação.

O tempo médio que os animais dedicaram às atividades de ingestão de alimento (293 minutos dia⁻¹), ingestão de água (13), ruminação (432) e ócio (702), o tempo de ingestão por kg de MS (68) não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$). Os tempos gastos com atividades de mastigação total (725 minutos dia⁻¹) ou mastigação por kg de MS (170) ou por kg de FDN (280) também não diferiram ($p > 0,05$) entre os tratamentos, havendo tendência ($p = 0,07$) do T7 apresentar menor tempo de mastigação por kg de MS.

Houve efeito de tratamento para tempo gasto na ingestão de FDN ($p < 0,05$) e tempo gasto na

ruminação de MS ($p < 0,05$) somente para o T7. Para ingestão de FDN, o tempo total gasto na ingestão de alimentos não diferiu entre os tratamentos, mas como este tratamento apresentou menor concentração de FDN à divisão do tempo pela concentração gerou média superior. O tempo dedicado à ingestão de água apresentou elevado coeficiente de variação no presente experimento (58%), sendo uma atividade realizada com pouca frequência e em intervalos curtos, nem sempre coincidiu com o momento de observação. Também Coelho (2002) e Loures et al. (2005b), em avaliações do comportamento ingestivo, depararam-se com elevados coeficientes de variação para esta variável, de 70 e 53%, respectivamente.

Holmes e Mathews (2001) descreveram que o consumo em pastejo é relativamente lento (9 a 10h dia⁻¹), contrastando com períodos relativamente mais curtos para ingestão de rações à base de silagens e concentrados (3,5 a 4h dia⁻¹). Segundo os autores, a taxa média de ingestão para pastagem é de 20-40 g MS minuto⁻¹ e para feno/silagem é de 50-70 g MS minuto⁻¹. Neste trabalho, o consumo médio de 4,50 kg de MS dia⁻¹ e tempo médio de ingestão de 293 minutos dia⁻¹, equivale a taxa de consumo de 15,36 g MS minuto de ingestão⁻¹, inferior aos 50-70 g citados por Holmes e Mathews (2001) para silagens.

A proporção de concentrado na ração também altera o comportamento. Coelho (2002), usando rações com silagens e 20% de concentrado, obteve taxas de ingestão de MS de 21,28 g MS minuto⁻¹. Loures et al. (2005b), com 50% de concentrado na ração, elevou a taxa de ingestão para 41 g MS minuto de ingestão⁻¹. Assim, rações com menor proporção de concentrado demandam maior tempo de ingestão e menor ingestão total de MS. O tempo de ruminação relatado por Loures et al. (2005b) foi de 43 minutos dia⁻¹ por kg de MS contrastando com a média de 102 minutos dia⁻¹ deste trabalho, mais uma vez indicando que rações com elevada proporção de fibra requerem maior tempo de ingestão e ruminação (TELLER et al., 1993; PATTERSON et al., 1994; ALLEN, 2000). Também a maior concentração de FDN na ração utilizada neste experimento (66%) pode ter sido responsável por este comportamento, em comparação aquela fornecida pelos referidos autores (52%).

Quanto à digestibilidade aparente no trato digestivo total dos bovinos (Tabela 3) não houve efeito ($p > 0,05$) de tratamentos sobre as digestibilidades da MS (61,40%), MO (62,82%), PB (43,93%), FDN (60,34%), FDA (59,69%) e CEL (66,73%). No caso da hemicelulose a maior digestibilidade foi obtida no T3 (71,16 %) e a menor no T7 (50,52%), que diferiram entre si ($p < 0,05$),

mas não diferiram das demais ($p > 0,05$), com valores intermediários. As demais frações fibrosas (FDN, FDA, CEL) também revelaram tendência ($p > 0,05$) em apresentar menor digestibilidade no T7 (Tabela 3). Teller et al. (1993) observaram que o emurchecimento reduziu a digestibilidade da MO no trato total, efeito este não-observado no presente experimento.

Tabela 3. Digestibilidade aparente (%) dos nutrientes no trato total, obtidos por coleta total de fezes, em bovinos alimentados com rações à base de silagem de capim-Tanzânia.

Table 3. Apparent digestibility of nutrients (%) in beef cattle fed with Tanzânia grass silage.

Digestibilidade (%) ⁴ Digestibility (%) ⁴	Tratamentos ^{1,3} Treatments ^{1,3}							Médias Means	CV ²
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
MS	60,3 ^a	59,8 ^a	61,8 ^a	59,5 ^a	61,3 ^a	59,7 ^a	67,4 ^a	61,4	7,1
DM									
MO	61,6 ^a	61,4 ^a	63,4 ^a	60,7 ^a	62,3 ^a	61,0 ^a	69,4 ^a	62,8	6,7
OM									
PB	42,2 ^a	45,9 ^a	46,3 ^a	42,0 ^a	42,3 ^a	41,2 ^a	47,6 ^a	43,9	25,5
CP									
FDN	61,9 ^a	61,2 ^a	63,3 ^a	61,1 ^a	62,1 ^a	59,7 ^a	53,2 ^a	60,3	9,4
NDF									
FDA	63,0 ^a	60,4 ^a	59,6 ^a	61,0 ^a	61,9 ^a	58,7 ^a	53,3 ^a	59,7	12,8
ADF									
CEL	70,2 ^a	67,4 ^a	66,0 ^a	67,5 ^a	68,5 ^a	66,7 ^a	61,0 ^a	66,7	10,0
Cel									
HEMI	59,7 ^{ab}	63,4 ^{ab}	71,2 ^a	63,0 ^{ab}	63,6 ^{ab}	63,5 ^{ab}	50,5 ^b	62,1	12,9
Hemi									

¹T1 - Umidade original, partícula menor, sem inoculante bacteriano; T2 - Umidade original, partícula menor, com inoculante bacteriano; T3 - Emurchecido, partícula maior, com inoculante bacteriano; T4 - Emurchecido, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T5 - Umidade original, partícula maior, com inoculante bacteriano; T6 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano; T7 - Umidade original, partícula maior, sem inoculante bacteriano, com milho. ²Coefficiente de variação (%). ³Médias na mesma linha, seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ⁴MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HEMI = hemicelulose; CEL = celulose.

¹T1: Wet forage, small particle, without inoculant; T2: Wet forage, small particle, with inoculant; T3: Wilted, large particle, with inoculant; T4: Wilted, large particle, without inoculant; T5: Wet forage, large particle, with inoculant; T6: Wet forage, large particle, without inoculant; T7: Wet forage, large particle, without inoculant + pearl millet. ²Coefficient of variation. ³Values with different letters in the same row differ among themselves for the Tukey test ($p < 0,05$). ⁴DM = dry matter; OM = organic matter; CP = crude protein; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; HEMI = hemicellulose; CEL = cellulose.

Houve tendência de aumento nas digestibilidades da MS e da MO para o tratamento T7 e apesar da tendência ($p > 0,05$) de diminuição da digestibilidade para as frações fibrosas FDA, FDN e CEL, esse efeito foi significativo ($p < 0,05$) somente para a HEMI (Tabela 3). É que carboidratos prontamente fermentáveis reduzem a degradação microbiana da hemicelulose mais que da celulose, explicando o ocorrido (DIXON; STOCKDALE, 1999). Quanto à digestibilidade de FDN a média de 60,34% está entre os 51,31% (LOURES et al., 2005b) e 71,00% (COELHO, 2002) relatados para silagens de gramíneas. No caso da fração FDA também a média de 59,69% está dentro do esperado, de 50,99% (LOURES et al., 2005b) a 65,00% (COELHO, 2002).

A baixa digestibilidade da PB (média de 43,93%) foi um fato que contrastou com os demais dados. Abaixo mesmo das frações fibrosas, este valor provavelmente foi pelo elevado teor de N-FDA

(20,52%). Como mais de 86% da MS da ração foi composta pela silagem, isto pode ter contribuído para o baixo valor de digestibilidade da PB. Outro fator que pode contribuir para a redução na digestibilidade aparente da PB é a excreção de produtos metabólicos no trato digestivo como descamações que podem elevar a quantidade de produtos proteicos nas fezes diminuindo a digestibilidade da PB. A excreção de produtos metabólicos é diretamente proporcional à ingestão de MS, independente do tipo de forragem, estando a quantidade de produto metabólico excretado nas fezes entre 0,098 e 0,129 g g MS ingerida⁻¹ (RYMER, 2000).

O aumento da fração N-FDA durante a ensilagem ocorre quando há elevação de temperatura no silo, pela reação de *Maillard*, na qual açúcares e aminoácidos são polimerizados elevando o teor de N-FDA (ROTZ; MUCK, 1994), em adição aquele previamente existente na forragem, diminuindo a solubilidade e digestibilidade da proteína, sendo baixa a proporção de proteína verdadeira que chegará ao intestino dos animais que consomem estas silagens (HEIMBECK et al., 2003). Porém, no presente trabalho, parece que este processo não foi o único responsável pela elevação do teor de N-FDA, que passou de 16,54% do N total na forragem na ensilagem para 20,52% na silagem, pois o valor de N-FDA já se apresentava elevado na forragem original. Brown e Pitman (1991) observaram em gramíneas tropicais teor de 7,85%, valores estes bem inferiores aos 16,54% N-FDA analisados na forragem deste experimento antes da ensilagem.

No presente experimento, como o teor de PB das rações já estava próximo do limite mínimo de 6 a 8%, abaixo do que a ingestão é afetada (MILFORD; MINSON, 1966), com 8,78% de PB na ração total, o fato de aproximadamente 20% do N total da silagem estar na forma de N-FDA indisponível, pode ter levado à deficiência de N que limitaria a degradação ruminal, reduzindo a taxa de passagem e consequentemente a ingestão de MS.

Conclusão

A adoção do emurchecimento, alteração no tamanho de partícula e uso de inoculante bacteriano em silagens de capim-Tanzânia não causaram efeitos consistentes nas variáveis de consumo, cinética ruminal, degradação e parâmetros de fermentação ruminal, digestibilidade e comportamento ingestivo.

Referências

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

- AOAC-Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington, D.C., 1980.
- BERZAGHI, P.; COZZI, G.; ANDRIGHETTO, I. The use of near infrared analysis for *in situ* studies. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 12, p. 3263-3270, 1997.
- BROWN, W. F.; PITMAN, W. D. Concentration and degradation of nitrogen and fibre fractions in selected tropical grasses and legumes. **Tropical Grasslands**, v. 25, n. 1, p. 305-312, 1991.
- CHARMLEY, E.; WINTER, K. A.; MCRAE, K. B.; FILLMORE, S. A. E. Effect of inoculation on silage quality and performance of steers fed grass and cereal silages either alone or in combination. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 571-577, 1996.
- COELHO, R. M. **Efeitos da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático, na silagem de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento**. 2002. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- DAWSON, L. E. R.; FERRIS, C. P.; STEEN, R. W. J.; GORDON, F. J.; KILPATRICK, D. J. The effects of wilting grass before ensiling on silage intake. **Grass and Forage Science**, v. 54, n. 3, p. 237-247, 1999.
- DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilisation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 5, p. 757-773, 1999.
- DUBOIS, M. K. A.; GILES, J. K.; HAMILTON, P. A.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L.; MERCHEN, N. R.; FAHEY JR., G. C.; NELSON, D. F. Effects of feed intake and protein degradability on ruminal characteristics and site of digestion in steers. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 8, p. 2111-2123, 1986.
- HAIGH, P. M. Effect of additives on grass silage fermentation and effluent production, and on intake and liveweight change of young cattle. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 69, n. 2, p. 141-148, 1998.
- HEIMBECK, W.; COENEN, M.; SUEDEKUM, K.; HOGEBACK, L.; HOEPKEN, S.; EICKEN, K. Nutrient content and protein quality in grass silages. **Journal of Animal Science**, v. 86, suppl. 1, p.230, 2003.
- HOLMES, C. W.; MATHEWS, P. N. Feeding of conserved forage-implications to grassland management and production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 671.
- KONONOFF, P. J.; HEIRINCHS, A. J.; LEHMAN, H. A. The effect of corn silage particle size on eating behaviour, chewing activities and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 10, p. 3343-3353, 2003.
- KRISHNAMOORTHY, U. C.; MUSCATO, T. V.; SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 2, p. 217, 1982.
- KUNG JUNIOR, L.; GRIEVE, D. B.; THOMAS, J. W.; HUBER, J. T. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 2, p. 299-306, 1984.
- LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEIRINCHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5, p. 922-928, 1996.
- LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim-tanzânia sob efeitos do emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005a.
- LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. Efeito de enzimas fibrolíticas e do teor de matéria seca em silagens de capim-tanzânia sobre os parâmetros ruminais, o comportamento ingestivo e a digestão de nutrientes, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 736-745, 2005b.
- MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K. A.; CHRISTENSEN, D. A. Chewing activity, saliva production and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 5, p. 1176-1182, 2002.
- MARSH, R. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. **Grass and Forage Science**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 1979.
- MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9., 1966, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1966. p. 815-822.
- MUCK, R. E.; KUNG JUNIOR, L. Effects of silages additives on ensiling. In: THE SILAGE: FIELD TO FEED BUNK NORTH AMERICAN CONFERENCE, 1997, Hershey. **Proceedings...** Hershey: National Regional Agricultural Engineering Service. 1997. p. 187-199.
- NASCIMENTO FILHO, V. F. **Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) e por reflexão total (TXRF)**. Piracicaba: Esalq, CENA, 1999.
- NRC-National Research Council. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1996.
- PATTERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, J. P.; KERLEY, M. S.; WILLIAMS, J. E. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal

- intake and performance. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, 1994. cap. 2. p. 59-114.
- PILAR, R. C.; RESTLE, J.; SANTOS, G. L.; DA SILVA, J. H. S. Silagens de milho (*Zea mays*, L.) ou capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Napier para alimentação de terneiros de corte confinados. **Ciência Rural**, v. 24, n. 2, p. 387-392, 1994.
- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, 1994. cap. 20, p. 828-868.
- RYMER, C. The measurement of forage digestibility *in vivo*. In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; OMED, H.; AXFORD, R. F. E. (Ed.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB International, 2000. p. 113-134.
- SAS INSTITUTE. **The SAS System for Windows**: version 6.12. Cary, 1996. (compact disc).
- SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O. Population definition, sample selection, and calibration procedures for near infrared reflectance spectroscopy. **Crop Science**, v. 31, n. 2, p. 469-474, 1991.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 1981.
- TELLER, E.; VANBELLE, M.; KAMATALI, P. Chewing behaviour and voluntary grass silage intake by cattle. **Livestock Production Science**, v. 33, n. 3-4, p. 215-227, 1993.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium, and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, n. 7, p. 625-632, 1980.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, E. B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3589, 1991.
- WILES, P. G.; GRAY, I. K.; KISSLING, R. C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.
- WILSON, J. R.; McLEOD, M. N.; MINSON, D. J. Particle size reduction of the leaves of a tropical and a temperate grass by cattle. I. Effect of chewing during eating and varying times of digestion. **Grass and Forage Science**, v. 4, n. 1, p. 55-63, 1989.
- WINTERS, A. L.; FYCHAN, R.; JONES, R. Effect of formic acid and a bacterial inoculant on the amino acid composition of grass silage and on animal performance. **Grass and Forage Science**, v. 56, n. 2, p. 181-192, 2001.
- WRIGHT, D. A.; GORDON, F. J.; STEEN, R. W. J.; PATTERSON, J. A. Factors influencing the responses in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: a review. **Grass and Forage Science**, v. 55, n. 1, p. 1-13, 2000.

Received on October 16, 2009.

Accepted on November 13, 2009

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.