

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO GRÃO REIDRATADO COM MUCILAGEM DE PALMA E/OU PARTE AÉREA DA MANDIOCA

Hélen Alves Lima¹, Vanessa Santos Souza Evangelista², Ossival Lolato
Ribeiro³, Luiza Maria Gigante Nascimento⁴, Márcio dos Santos Pedreira⁵.

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, R. Rui Barbosa, 44380-000 - Cruz das Almas - BA, Brasil, alveshelen27@gmail.com, alveshelen27@gmail.com

²Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, R. Rui Barbosa, 44380-000 - Cruz das Almas - BA, Brasil, vssezootecnia@gmail.com, vssezootecnia@gmail.com

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, R. Rui Barbosa, 44380-000 - Cruz das Almas - BA, Brasil, ossival@ufrb.edu.br, ossival@ufrb.edu.br

⁴Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, s/n km 4, 45031-900 - Vitória da Conquista - BA, Brasil, lu_gigante@hotmail.com, lu_gigante@hotmail.com

⁵Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, s/n km 4, 45031-900 - Vitória da Conquista - BA, Brasil, mpedreira@uesb.edu.br, mpedreira@uesb.edu.br

Resumo

O estudo teve como objetivo avaliar o perfil fermentativo da silagem de milho grão com fontes alternativas de reidratação. Foram utilizados silos experimentais de PVC distribuídos em um delineamento inteiramente casualizados, com sete tratamentos e oito repetições. Os tratamentos realizados consistiram na substituição da água adicionada para atingir um teor de umidade de 35% nos grãos de milho. Os tratamentos foram denominados da seguinte forma: Tratamento 1 (T1) (100%MM + H₂O), tratamento 2 (T2) (80% MM + 20% P), tratamento 3 (T3) (80% MM + 10% P + 10% PAM), tratamento 4 (T4) (80% MM + 20% PAM), tratamento 5 (T5) (70% MM + 30% P), tratamento 6 (T6) (70% MM + 15% P + 15% PAM) e tratamento 7 (T7) (70% MM + 30% PAM). Os dados obtidos foram avaliados por meio de análises de variância e teste de Tukey (P<0,05). Quando analisado o perfil fermentativo houve diferença significativa em todos os parâmetros avaliados (P < 0,0001).

Palavras-chave: Alimentos alternativos; cactáceas; ensilagem; reidratação.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica; Zootecnia.

Introdução

O uso do milho para a alimentação animal acontece em sua maior proporção na época de baixa oferta de forragem de qualidade ou em confinamentos, sendo a forragem o alimento predominante na dieta fornecida aos ruminantes. Apesar de existirem outras culturas aptas para a produção de silagem, o milho se mantém em destaque e continua sendo considerado como padrão, sendo no Brasil a mais utilizada, apresentando qualidade de fermentação e manutenção do valor nutritivo da massa (GARCIA et al., 2013).

No semiárido brasileiro devido a adaptação da palma forrageira as condições edafoclimáticas, essa forrageira vem sendo utilizada na alimentação de ruminantes, principalmente na forma de silagem, mas devido às suas características bioquímicas para melhor desempenho fermentativo é necessário o uso de aditivos ou outras forrageiras com maior teor de matéria seca, assim buscando melhor disponibilidade de substratos no processo de fermentação e minimizando a ação de fermentações indesejadas.

A mandioca é uma planta rústica, que se adapta a solos de baixa fertilidade e que, além de ser utilizado no consumo humano, também faz parte das forrageiras usadas na alimentação animal. Porém, para ser fornecida ao animal a parte aérea precisa ser processada, pois contém fatores anti nutricionais, e devido a isso a ensilagem é uma das maneiras mais adequadas de fornecer esse alimento ao animal (ONI et al., 2014).

Devido às características da palma forrageira e da parte aérea da mandioca, essas plantas se tornaram candidatas aptas para a produção de silagem mista, também sendo usadas como fonte de

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

reidratação do milho grão moído. O objetivo deste estudo foi avaliar as características, perdas fermentativas da silagem do milho grão reidratado com diferentes fontes de reidratação, sendo elas a mucilagem da palma forrageira e/ou a parte aérea da mandioca.

Metodologia

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizado na cidade de Vitória da Conquista - Bahia. Foi utilizada palma forrageira, variedade miúda (*Opuntia cochenillifera*), cortada em sua rebrota e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cortada aos 12 meses, após seu plantio. O milho grão utilizado foi moído na própria instituição, em moinho tipo martelo de alta rotação, em peneira de 0,3 mm. A mandioca teve sua parte aérea colhida de forma manual, e picada em máquina estacionária, adotando tamanho de partícula de 20 mm, aproximadamente. A palma forrageira, também colhida de forma manual, foi passada em máquina estacionária, até a obtenção da mucilagem.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, contendo sete tratamentos, cada um com oito repetições, sendo o tratamento T1 (100%MM) o milho moído (MM) reidratado apenas com água e utilizado como tratamento controle, servindo como base para comparação com os demais tratamentos, que tiveram diferentes fontes de reidratação, sendo eles a mucilagem da palma forrageira (P) e/ou a parte aérea da mandioca (PAM): T2 (80%MM+20%P); T3 (80%MM + 10%P + 10% PAM); T4 (80%MM + 20%PAM); T5 (70%MM + 30% P); T6 (70%MM + 15%P + 15%PAM) e T7 (70%MM + 30%PAM).

Após obter um material homogêneo, constituído do milho grão moído e/ou palma forrageira e parte aérea da mandioca (quantidade referente a cada tratamento) foram confeccionados 54 minisilos de PVC, com 10cm de diâmetro e 50cm de altura, dotados de válvula de Bunsen, adicionando 1,5 Kg de areia ao fundo, separado da forragem por uma tela de polietileno, para absorção de efluentes. Realizou-se a mensuração inicial com do mini silo vazio (cano + tampa + areia seca + tela de polietileno), antes da ensilagem, e o peso dos silos experimentais cheios e tampados, para a determinação quantitativa das perdas por gases, perda total de MS e perdas por efluentes, com base nas diferenças gravimétricas.

Para alcançar o teor de matéria seca determinada para a silagem (35%) foi utilizado o cálculo para reidratação do milho: $(\%MS \text{ do milho atual} / \%MS \text{ do milho desejado}) = (\text{valor total para } 100\text{kg}) * 100$. O valor excedente dos 100kg será o valor em quilos de água ou do material alternativo para a reidratação do milho.

A compactação do material foi realizada adotando uma densidade média de 850 kg/m³, sendo posteriormente tampados e mantidos em local coberto em temperatura ambiente no período de 60 dias. Após esse período, ocorreu a pesagem dos silos e as aberturas, desprezando-se aproximadamente 5 cm das porções superior e inferior, e logo após foram coletadas amostras, as quais foram utilizadas posteriormente em análises laboratoriais.

Após a abertura do silo o material foi homogeneizado e parte da silagem retirada para determinação do pH, onde em um recipiente foi diluído nove gramas de silagem fresca em 60mL de água destilada e após 30 minutos de repouso, utilizando um pHmetro, ocorreu a leitura em triplicatas, segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação do N-NH₃ das amostras, seguiu-se a metodologia conforme BOLSEN et al. (1992), onde em 25g de amostra foram adicionadas 200 ml de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,2 N. Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel filtro e a partir daí feita uma estimativa considerando o nitrogênio total da amostra, de acordo com DETMANN et al. (2012).

Realizada mediante a diferença de pesagens do conjunto silo e areia, depois e antes da ensilagem, em relação à quantidade de matéria natural ensilada. Após ser retirada toda a forragem do silo experimental, foi pesado o conjunto (silo + tampa + areia úmida + tela) e, subtraindo-se deste o peso do mesmo conjunto antes da ensilagem, onde efetuou a estimativa da produção de efluente drenado para o fundo do balde, conforme a equação descrita por Jobim et al. (2007): $PE = Pef \times 1000 / MVi$, onde: PE = produção de efluente (kg/t de massa verde); Pef = peso de efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura – peso do conjunto vazio antes do enchimento em kg); MVi = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg). Perda de matéria seca decorrente da produção de gases.

Determinada a partir da equação descrita por Jobim et al. (2007), calculado pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos silos experimentais, em relação à quantidade de MS ensilada,

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

descontados o peso do conjunto silo e areia seca: $G = [(PCen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pen) * MSab] \times 100 / [(PCen - Pen) * MSen]$, onde: G = Perdas por gases em % da MS; PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg); Pen = Peso do conjunto (silo+tampa+areia +tela) na ensilagem (kg); MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%); PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg); MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

Para a determinação de recuperação da matéria seca foi utilizado a equação descrita por Jobim et al. (2007): $RMS = [MMab \times MSab / MMfe \times MSmfe] \times 100$, em que: RMS (%): recuperação de matéria seca (%); MMab: massa de material na abertura (Kg); MSab: Teor de MS na abertura (%); MMfe: Massa de material no fechamento (Kg); MSmfe: Teor de MS do material no fechamento (%).

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, adotando $P < 0,05$ como nível crítico para tomada de decisões, utilizando o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2015).

Resultados

Segue na tabela abaixo os resultados encontrados na avaliação do perfil fermentativo das silagens analisadas após 60 dias.

Tabela 1- Teores de Recuperação de matéria seca (RMS), perda por gases (PG), perda por efluentes (EFL), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da silagem do milho grão reidratado de palma forrageira e/ou parte área da mandioca

	Tratamento							Valor de P
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
Recuperação de MS ¹	82,3c	97ab	98,3a	95,7b	98,4a	95,2b	96,2ab	<,0001
Perda por Gases ¹	0,31b	0,50b	0,61b	0,79a	0,73a	0,82a	0,82a	<,0001
Perda por efluentes ¹	7,17a	1,97b	1,7b	1,82b	1,95b	2,77b	1,74b	<,0001
pH	4,07de	4,40bc	4,43b	4,68a	4,22cd	4,04e	4,27cd	<,0001
² N - NH ₃	10,49b	8,87ac	15,33ac	22,41c	13,09ab	20,42abc	23,5ac	<,0001

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹valores em % na MS; ²valores em % da PB; MM: milho moído; P: mucilagem de Palma; PAM: parte aérea da mandioca; T1 (100%MM); T2 (80%MM+20%P); T3 (80%MM + 10%P + 10% PAM); T4 (80%MM + 20%PAM); T5 (70%MM + 30% P); T6 (70%MM + 15%P + 15%PAM) e T7 (70%MM + 30%PAM)

Fonte: o autor.

Discussão

Ao observar a tabela 1 é possível notar que a partir da inclusão da mucilagem de palma e da parte aérea da mandioca (PAM) as perdas por gases (PG) aumentaram, possivelmente, estando relacionado com o aumento das proporções de carboidratos solúveis disponíveis no material ensilado, influenciando no processo fermentativo das silagens. As maiores produções de gases vão ocorrer devido a presença de bactérias heterofermentativas, responsáveis pela produção de ácido lático, etanol ou ácido acético (MUCK, 2010). É possível observar na tabela, que os maiores valores absolutos de PG foram para as silagens que continham proporções acima de 20% de PAM nas silagens, incrementando o valor nutritivo da silagem, devido às características bromatológicas do ingrediente. Tal resultado possivelmente foi decorrente do aumento de fibra na massa ensilada, uma vez que a fibra presente na parte aérea da mandioca possui uma estrutura complexa e resistente, composta principalmente por celulose e hemicelulose. Durante o processo fermentativo, ocorre a degradação dessas fibras e a liberação de gases, como dióxido de carbono (CO₂), esses gases são produzidos como subprodutos do metabolismo microbiano e podem ser perdidos durante o processo de ensilagem.

As perdas por efluentes quando avaliada apresentou diferença significativa somente quando comparada ao tratamento 1, o qual utilizou água como fonte de reidratação, com os outros tratamentos (Tabela 1). Os tratamentos que continham a mucilagem de palma em sua composição apresentaram valores menores na perda por efluentes do que a silagem de milho reidratado com água, podendo ser

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

explicado a partir da premissa, que por conta da palma apresentar entre seus constituintes celulares um composto hidrocolóide conhecido como mucilagem (SAAG et al., 1975), que forma um gel viscoso na presença de água, de íons de Ca^{++} (TRACHTENBERG; MAYER, 1982) e que consegue promover efeito direto na retenção dos fluidos, dessa forma inibindo uma possível perda por efluentes. Em complemento, a PAM é composta por folhas e hastes, que possui um teor relativamente alto de umidade, que associada à silagem de milho e também à mucilagem de palma, essa umidade adicional contribui para uma melhor compactação e vedação do silo. Isso ocorre porque a umidade presente na parte aérea da mandioca ajuda a criar uma camada que preenche os espaços vazios do material ensilado, facilitando o processo de expulsão do ar durante a compactação e minimizando a entrada de oxigênio no silo. Sendo assim, presença reduzida de oxigênio no ambiente da ensilagem inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, como bactérias aeróbicas, que são responsáveis pela formação de efluentes.

Os valores do pH (Tabela 1) apresentados estão próximo da faixa preconizada para garantir uma fermentação adequada e a preservação do material ensilado. Um valor de pH abaixo de 4,5, para a maioria das culturas utilizadas na ensilagem, é considerado ideal para uma boa fermentação (McDONALD et al., 1991). O milho geralmente possui uma maior concentração de açúcares e amidos facilmente fermentáveis, o que promove uma fermentação mais intensa e reduz o pH mais rapidamente em comparação com a mucilagem de palma e a PAM. O milho reidratado com 20% de parte aérea da mandioca apresentou maior valor de pH, o que já era esperado, devido a forrageira utilizada como fonte de reidratação possuir alto teor de proteína bruta. Segundo Kung Jr. et al. (2018) a relação entre carboidratos e proteína bruta pode afetar a capacidade tampão da silagem, sendo esse componente importante para uma fermentação eficiente e para a estabilidade do pH.

É importante monitorar o pH regularmente para garantir a qualidade da silagem e em associação com o pH está o nitrogênio amoniacal, característica que também deve ser levado em conta quando avaliado a qualidade fermentativa da silagem. Os valores encontrados nesse estudo para N-NH_3 (Tabela 1) apresentaram diferença significativa em todos os tratamentos, onde os que utilizaram como fonte de reidratação somente a parte aérea da mandioca ou em maior proporção (T4, T6 e T7), obtiveram resultados muito acima do esperado, chegando ao dobro do valor aceitável. Silagens que apresentam menos de 10% de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, podem ser classificadas como silagens de ótima qualidade (McDONALD et al., 1991). O teor de proteína bruta da parte aérea da mandioca utilizada para a ensilagem nesses tratamentos pode ter influenciado nos níveis de nitrogênio amoniacal observados. Durante a fermentação, a decomposição da proteína da mandioca pode resultar na formação de amônia, o que pode levar a um aumento nos teores de nitrogênio amoniacal, segundo Weinberg et al. (2011) o teor de proteína bruta, o pH e a atividade microbiana irão influenciar a formação do nitrogênio amoniacal durante a ensilagem, resultando em perdas de proteína e consequentemente, redução do valor nutricional

Conclusão

As diferentes fontes de reidratação testadas na ensilagem de milho, incluindo a mucilagem da palma forrageira e a parte aérea da mandioca (PAM) em proporções diferentes, apresentam efeitos distintos sobre as características e qualidade da silagem.

A adição de mucilagem da palma forrageira como fonte de reidratação mostrou-se vantajosa, resultando em menor perda por efluentes e maior estabilidade da silagem.

Referências

McDonald, P.; Henderson, AR; Heron, SJE, 1991. A bioquímica da silagem. **Chalcombe Publications**, Londres.

GARCIA, C. M. D. P., ANDREOTTI, M., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., BUZETTI, S., CELESTRINO, T. D. S., LOPES, K. S. M. Agronomic performance of corn and forages species in Crop-Livestock Integration system in the Cerrado. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

KUNG JR., L.; SHAVER, R.D.; GRANT, R.J.; SCHMIDT, R.J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 4020–4033, 2018.

OLIVEIRA, J. P. F. de. et al. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 31, n.4, p. 529-536, 2018.

ONI, A. O. et al. Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of west african dwarf goats. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 449-459, 2014.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado em parceria com a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e o grupo de pesquisa GPAS.