

CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E FRACIONAMENTO DA PROTEÍNA DA SILAGEM DE *GLIRICÍDIA* SUBMETIDA A DIFERENTES PERÍODOS DE FERMENTAÇÃO¹

J. C. S. Santana^{2*}, J. A. S. Morais², M. S. A. A. Santos², A. L. C. Gurgel³, E. N. Muniz⁴, V. S. Oliveira²

¹Recebido em 27/09/2018. Aprovado em 06/03/2019.

²Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil.

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN, Brasil.

⁴EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, Brasil.

*Autor correspondente: jukrol_@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito do tempo da fermentação sobre as características qualitativas e químicas da silagem de *Gliricidia sepium* cultivada no agreste sergipano. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, sendo os tratamentos os diferentes períodos de abertura dos silos (7, 14, 30, 42 e 60 dias após a data do fechamento). Foram utilizados silos experimentais de PVC com 10 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento, foram avaliadas as características fermentativas, química e o fracionamento protéico. Foi observada uma taxa de resistência de 0,13 do poder tampão em promover o abaixamento do pH por cada dia de fermentação do material. O ácido láctico apresentou efeito quadrático positivo, com ponto de máximo aos 44 dias com valor de 4,7%. O pH apresentou comportamento quadrático negativo, estima-se que aos 73,5 dias o pH atingiria o menor valor (4,0). Observou-se comportamento quadrático positivo sobre o N-NH₃. O ponto de máximo para N-NH₃ foi aos 68 dias com valor de 5,5%. Observou-se efeito quadrático positivo (P=0,04) na concentração de EE durante os tempos de fermentação analisados, não houve efeito (P>0,05) do tempo de fermentação para as demais variáveis químicas com valores médios de 230,2 g/kg, 66,4; 514,8; 407,6; 66,7; 107,2; 447,4 e 213,4 (g/kg da MS) para MS, MM, FDN, FDA, Lig, Hem, Cel e CNF, respectivamente. Não foi observado efeito (P>0,05) do tempo de fermentação para o teor de proteína bruta (PB) e para os fracionamentos protéicos, tendo valores médios de 204,2 g/kg, 356,2, 128,8, 353, 162,6, para PB, fração A, fração B1+B2, fração B3 e fração C, respectivamente. Os parâmetros fermentativos indicam que a silagem de *Gliricidia* está em condições adequadas aos 60 dias de fermentação.

Palavras-chave: forragem conservada; frações protéicas; *Gliricidia sepium*; qualidade da silagem.

FERMENTATION CHARACTERISTICS, CHEMICAL COMPOSITION AND PROTEIN FRACTIONING OF *GLIRICIDIA* SILAGE SUBMITTED TO DIFFERENT FERMENTATION PERIODS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of fermentation time on the qualitative and chemical characteristics of *Gliricidia sepium* silage grown in the agreste of Sergipe. A completely randomized experimental design with five treatments and six replicates was used. The treatments were the different opening times of the silos (7, 14, 30, 42 and 60 days after the closing date). Mini PVC silos measuring 10 cm in diameter and 30 cm in length were used. The production of lactic acid (P = 0.01) by fermentation time, which showed a positive quadratic effect. Fermentation time exerted a linear effect (P=0.02) on the buffering capacity and a negative quadratic effect (P=0.01) on pH values. A positive quadratic effect (P<0.01) was observed on ammoniacal nitrogen in silage. There was a positive quadratic effect (P=0.04) on EE concentration during the fermentation times analyzed. There was no effect (P>0.05) of fermentation time on the other chemical variables, with mean values of 230.2, 66.4, 514.8, 407.6, 66.7, 107.2, 447.4 and 213.4 g/kg DM for DM, MM, NDF, ADF, lignin, hemicellulose, cellulose and NFC, respectively. No effect (P>0.05) of fermentation time was observed for crude protein content or protein fractions, with mean values of 204.2, 356.2, 128.8, 353 and 162.6 g/kg for crude protein, fraction A, fraction B1 + B2, fraction B3 and fraction C, respectively. *Gliricidia* showed potential as a food source in the form of silage, as fermentation preserved its bromatological characteristics. It is suitable for consumption by the animals at 60 days of fermentation.

Key words: preserved forage; *Gliricidia sepium*; protein fractions; quality of silage.

INTRODUÇÃO

A técnica de ensilagem possibilita o uso mais eficiente da planta ao conservar o alimento nos períodos em que esta se encontra com alta disponibilidade e utilizá-lo na época de escassez (BUENO et al., 2018). Apesar de não melhorar a qualidade do material ensilado, este procedimento garante alimento de qualidade para os rebanhos, proporcionando pleno desenvolvimento da atividade mesmo nos períodos de baixa oferta de forragem.

A espécie a ser ensilada deve possuir parâmetros fundamentais para o resultado positivo, algumas características devem ser observadas no material no momento do processo de ensilagem, são elas: capacidade tamponante (CT), teor de umidade e carboidratos solúveis (PIRES et al., 2009). Os parâmetros estabelecidos como indicador de potencial do material para uma fermentação desejável foram baseados em gramíneas sem considerar a habilidade das leguminosas em produzir silagens com resultados positivos por não se enquadrar nesses índices estipulados (CT, umidade e concentração de carboidratos solúveis).

Uma espécie que se desenvolve bem em climas tropicais e que resiste as adversidades climáticas é a *Gliricidia sepium*, leguminosa arbórea, de porte médio nativa na região do México, América Central, e norte da América do Sul, foi introduzida no trópico da África, Sudeste da Ásia, América do Sul e Caribe (RANGEL et al., 2011). Plantas adaptadas a estas adversidades climáticas e que possuem valor nutritivo favorável para o seu uso na alimentação, são alternativas essenciais para o sustento da atividade nas regiões que sofrem no período de seca, como é o caso da *Gliricidia sepium* (FERNANDES et al., 2017). Porém a maior produção de forragem ocorre nos períodos de maior concentração pluviométrica, devido à estacionalidade na produção forrageira (GURGEL et al., 2017), esse excesso de produção pode ser colhido e armazenado na forma de feno ou silagem, porém poucos são os relatos na literatura sobre o comportamento da *Gliricidia sepium* quando submetida ao processo de ensilagem.

Desta forma a *Gliricidia* demonstra grande potencial em seu uso na alimentação animal, além de apresentar outros benefícios atuando

na fixação de nitrogênio no solo promovendo a recuperação do mesmo. É importante conhecer o comportamento desta forrageira quando ensilada. A hipótese deste trabalho visa avaliar se o armazenamento da silagem de *Gliricidia* em até 60 dias conservará a composição química da mesma.

Neste contexto, objetivou-se avaliar as características químicas e de qualidade da silagem de *Gliricidia sepium* cultivada no agreste sergipano em função do tempo de fermentação.

MATERIAL E MÉTODOS

O processo de ensilagem foi conduzido no campo experimental Jorge do Prado Sobral que pertence a Embrapa Tabuleiros Costeiros localizado no município de Nossa Senhora das Dores, no estado de Sergipe - Brasil. A latitude Sul 10°29'27", longitude Oeste 37° 11' 34", altitude aproximada de 200 m apresentando pluviosidade média anual de 1.264 mm e temperatura de média anual 24,6°C. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (tempo de fermentação) e seis repetições (silos experimentais), sendo os tratamentos os diferentes períodos de abertura dos silos (7, 14, 30, 42 e 60 dias após a data do fechamento).

O experimento teve início com o corte da *Gliricidia* que ocorreu no mês de Agosto de 2017, quando a planta atingiu 1,5 m, cortando-se toda parte aérea a partir de uma altura de 0,5 m, o cultivo da *Gliricidia* tinha uma densidade de plantio de 25.000 plantas/ha. Após a colheita da *Gliricidia* foram selecionadas ramos tenros (5 mm de espessura) do extrato arbóreo para serem moídas em máquinas forrageiras com tamanho médio de partículas de dois cm. O material colhido foi espalhado sobre uma lona plástica para ocorrer à homogeneização da amostra, logo após a picagem uma amostra deste material foi recolhida para análises da amostra fresca. A ensilagem ocorreu no mesmo dia da colheita, sendo o processo de compactação para retirada do oxigênio realizado manualmente com o auxílio de um suporte bastão de madeira, com posterior fechamento hermético segundo metodologia adaptada de Rangel et al. (2011).

Foram utilizados 30 silos experimentais de PVC com 10 cm de diâmetro e 30 cm

de comprimento, com tampas de PVC nas extremidades e lacrados com presilha de metal. Para garantir a anaerobiose dentro dos silos de PVC, foi utilizado, além das presilhas metálicas, fita adesiva para promover maior vedação. Os silos experimentais utilizados no experimento foram pesados antes e logo após sua vedação, a parte inferior de cada túnel havia uma camada de areia sob uma tela. O material foi compactado, adotando-se uma massa específica de 600 kg/m³.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

A cada tempo de abertura, o conteúdo referente aos três centímetros da parte superior e inferior de cada silo experimental foi desprezado e o restante do conteúdo foi homogeneizado (parte inicial, intermediária e final) onde uma alíquota foi congelada para análise posterior de pH, ácido lático, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e capacidade tampão.

O material coletado no dia da ensilagem e as amostras provenientes das silagens foram submetidos à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 h, após esse período o material foi pesado e submetido à moagem em moinho tipo "Willey" com peneira com crivos de 1 mm. Após esse procedimento o material resultante foi armazenado em recipiente plástico devidamente identificado e armazenado em ambiente controlado.

A partir do processamento das amostras compostas deste material foram realizadas análises no LANA da UFS para a determinação quanto aos teores de matéria seca (MS) método 967.03, matéria mineral (MM) método 942.05, proteína bruta (PB) método 981.10, extrato etéreo (EE) método 920.29 (AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados conforme Van Soest et al. (1994). O teor de lignina foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Van Soest, (1967), utilizando ácido sulfúrico a 72%. Os carboidratos fibrosos (CNF) foram obtidos através de cálculo de CNF determinados de acordo com Sniffen et al. (1992): $CNF = (100 - (PB + EE + Cz)) - FDN$.

As frações proteicas foram obtidas conforme

método descrito por AOAC (1995). A proteína foi dividida nas frações A, B1+B2, B3 e C. A fração A, que corresponde ao nitrogênio não proteico (NNP), foi determinada a partir da adição de água destilada (5 mL), em aproximadamente 0,5 g de amostra, deixando a solução em repouso por 30 minutos. Após decorrer o tempo, o material foi centrifugado a 10.000 rpm, por 20 minutos. Em seguida, adicionou-se solução de ácido tricloroacético - TCA (5 mL) a 20% e deixou-se descansar por 3 horas. Decorrido o período, o material foi novamente centrifugado a 10.000 RPM, por 20 minutos, coletando-se 2 mL do sobrenadante e transferido para um tubo de determinação de nitrogênio. Procedeu-se então a estimativa do teor de nitrogênio no líquido pelo método Micro Kjeldahl, para quantificação dos compostos nitrogenados não protéicos. A fração B3 da proteína foi obtida pela diferença entre NIDN e NIDA, e para fração C foi considerado o NIDA, ao passo que a proteína verdadeira solúvel em detergente neutro (frações B1+B2) foi obtida pela diferença entre as frações A, B3 e C como se segue: $B1+B2 = 100 - [NNP + (NIDN - NIDA) + NIDA]$.

As análises para avaliação das características fermentativas da silagem foram realizadas nas amostras após descongelamento. Com o auxílio de uma prensa hidráulica as amostras de silagem foram prensadas até obtenção do suco da silagem usado na determinação do pH e teor de N-NH₃. O eletrodo foi introduzido no suco da silagem, esperando uma estabilização de 15 segundos para cada amostra. O resultado foi obtido pela leitura direta do potenciômetro digital.

O teor de N-NH₃ foi mensurado por meio do método baseado na extração com cloreto de potássio, seguido de destilação com óxido de magnésio e posterior titulação com ácido clorídrico e o teor de ácido lático foi mensurado a partir do suco da silagem, ambas as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). O poder tampão foi obtido a partir da metodologia descrita por Jobim et al. (2007), onde foi diluído 15 g da silagem em 250 mL de água destilada realizando a titulação em pH 3,0 com HCl (0,1 N) e, posteriormente, titulado com NaOH (0,1 N) em pH 6,0.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC GLM do pacote estatístico do SAS (SAS University

Edition) e as médias foram submetidas à análise de regressão por meio do comando PROC REG do pacote estatístico do SAS (*SAS University Edition*), obedecendo ao seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + \beta_{ij}, \text{ em que:}$$

- Y_{ij} = valor observado no período i, repetição j;
- μ = efeito médio geral;
- P_i = efeito do período de abertura i,
- i = 7, 14, 30, 42 e 60 dias;
- β_{ij} = erro aleatório atribuído ao período i, da repetição j.

RESULTADOS

O material *in natura* apresentava 24% de matéria seca (Tabela 1). A capacidade tampão apresentou comportamento linear positivo (P=0,02), ou seja, elevou-se a medida que aumentou o período de fermentação (Figura 1A). A produção de ácido láctico foi influenciada (P=0,01) em função do tempo de fermentação, apresentando efeito quadrático positivo (Figura 1B), atingindo o ponto de máximo aos 44 dias com valor de 4,7%. O pH apresentou comportamento quadrático negativo (P=0,01) de acordo com o período de fermentação, o ponto de mínima estimado foi aos 73,5 dias com pH 4,0, no entanto aos 60 dias o pH encontrava-se com valor de 4,2. Observou-se comportamento quadrático positivo (P<0,01) sobre o nitrogênio amoniacal da silagem (Figura 1D). O ponto de máximo para N-NH₃ foi aos 68 dias com valor de 5,5%, contudo aos 60 dias já estava com valor de 4,7%.

Observou-se efeito quadrático positivo (P=0,04) para concentração de EE (Tabela 2) em função dos tempos de fermentação analisados, estima-se que o teor de EE aos 40

dias de fermentação atingiria seu ápice de 44,3 g/kg MS. Apesar de ter sido observado efeito quadrático para o EE, o desvio dos quadrados sequenciais foi significativo, indicando que a equação não representa de forma fidedigna o conjunto de dados, o que refletiu no valor de R² baixo (0,187).

Não houve efeito do tempo de fermentação para as variáveis avaliadas (Tabela 2). Com valores médios de 230,2 g/kg, 66,4; 514,8; 407,6; 66,7; 107,2; 447,4 e 213,4 (g/kg da MS) para MS, MM, FDN, FDA, Lig, Hem, Cel e CNF respectivamente.

Não foi observado efeito (P>0,05) do tempo de fermentação para o teor de proteína bruta e para o fracionamento protéico (Tabela 3) com valores médios de 204,2 g/kg, 356,2, 128,8, 353, 162,6, para PB, fração A, fração B1+B2, fração B3 e fração C, respectivamente.

DISCUSSÃO

Na figura 1A mostra que houve um aumento linear da taxa de resistência de 0,13 do poder tampão em promover o abaixamento do pH por cada dia de fermentação da massa ensilada. As leguminosas, no geral, apresentam alta capacidade tampão, promovido por aminoácidos residuais e pela presença de cátions como K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ que neutralizam os ácidos orgânicos formados pela fermentação, impedindo a redução do pH (EVANGELISTA et al., 2009). O processamento do material, como a técnica de pré-secagem tem-se mostrado eficiente para minimizar a resistência da diminuição de pH (FLUCK et al., 2017), devido a diminuição do nitrogênio amoniacal produzido no interior do silo (RIBEIRO et al., 2014). Altos teores de humidade do material ensilado aumentam os teores de nitrogênio

Tabela 1. Composição química e fracionamento protéico da *Gliricídia in natura*.

MS	MM	PB	EE	FDN	FDA	Lig	Hem	Cel	CNF
g/kg ----- g/kg MS -----									
237	62	196	33	564	462	64	102	501	175
----- Fracionamento da proteína (g/kg de PB) -----									
Fração A			Fração B1+B2			Fração B3		Fração C	
169			265			410		155	

MS = Matéria Seca; MM = Matéria Mineral; PB = proteína bruta; EE = Extrato Etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; Lig = Lignina; Hem = Hemicelulose; Cel = Celulose; CNF = Carboidratos não fibrosos.

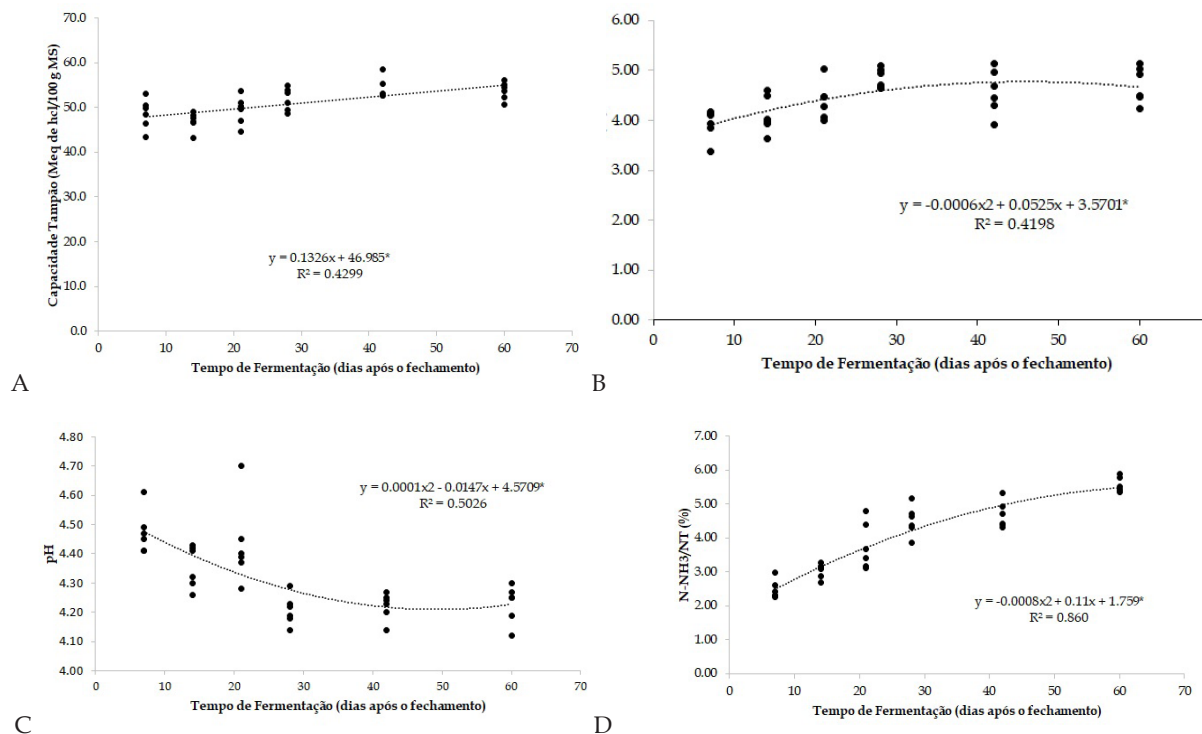


Figura 1. Qualidade da silagem de *Gliricidia* em função do tempo de fermentação. (A) capacidade tampão; (B) ácido láctico; (C) pH; (D) nitrogênio amoniacal. *significativo a 5 % de significância.

amoniacal o que potencializa a atividade clostridiana, o que pode levar a fermentações indesejáveis aumentando significativamente a proteólise (LIU et al., 2011; XIE et al., 2012).

O comportamento quadrático positivo (ponto de máximo aos 44,0 dias) observado na produção de ácido láctico indica que a atividade microbiana durante o período de fermentação foi influenciada pelo aumento do nitrogênio amoniacal durante os diferentes períodos de fermentação, onde o ponto de máxima aos 68,7 dias de fermentação, com uma concentração de 5,5% de nitrogênio amoniacal na silagem. Carvalho et al. 2008, reiteraram a influência do nitrogênio amoniacal nos teores dos ácidos orgânicos no interior do silo, devido a maior proliferação de microrganismos indesejáveis, além de sua ação na neutralizadora do ácido láctico. Esse ácido é o principal responsável pelo rebaixamento do pH no interior do silo (GOMES et al., 2018).

Pelos resultados apresentados na Figura 1 C, o pH atingiu um ponto de mínimo que foi de 73,5 dias de fermentação com pH de 4,0, estando fora da faixa estabelecida nos tratamentos. Portanto, não houve tempo hábil de estabilização do pH, dessa forma, os

resultados para o pH foram influenciados pelo nitrogênio amoniacal (Figura 1 D), tendo em vista que, o poder tampão foi linear e crescente em decorrência da resposta do nitrogênio amoniacal, que atingiu seu ponto de máximo fora a faixa estabelecida nos tratamentos, dificultando o abaixamento do pH, pois esse composto no interior do silo, pode neutralizar o ácido láctico, devido a dissociação de H^+ , quando há muito nitrogênio livre ocorre a "captura" destes íons, formando NH_4^+ que, dependendo da quantidade formada, promove um aumento de pH do meio (GOMES et al., 2018)

Para o nitrogênio amoniacal houve resposta quadrática crescente com ponto de máximo aos 68,8 dias de fermentação (fora da faixa estabelecida) atingindo uma concentração de 5,5% de nitrogênio amoniacal. Essa resposta para o nitrogênio amoniacal pode ter sido influenciada pelo baixo teor de MS do material ensilado (Tabela 1), o que pode ter facilitado a proliferação de microrganismos indesejáveis. O material ensilado do presente trabalho não foi submetido a nenhum tipo de processamento visando a elevar o teor de matéria seca, o que pode justificar essa resposta para o nitrogênio

Tabela 2. Composição química da silagem de Gliricídia em função do tempo de fermentação.

Variáveis	Tempo de fermentação (dias)					EPM	Valor de P	
	7	14	30	42	60		Linear	Quadrática
MS g/kg	235,0	225,0	228,0	234,0	229,0	0,10	0,42	0,39
	----- g/kg da MS-----							
MM	64,7	63,3	73,7	67,6	62,6	0,16	0,18	0,18
EE	40,4	41,4	41,3	43,7	41,9	0,06	0,02	0,04
FDN	526,1	505,3	514,2	513,1	516,1	0,16	0,06	0,06
FDA	425,2	394,1	401,0	405,0	413,5	0,32	0,06	0,08
Lig	71,2	65,1	66,2	71,3	65,4	0,19	0,75	0,77
Hem	101,1	111,2	113,0	108,0	103,1	0,31	0,33	0,29
Cel	455,1	440,2	449,3	442,0	451,3	0,22	0,28	0,28
CNF	202,2	223,0	210,1	206,1	226,2	0,29	0,79	0,59
	----- Equação de Regressão-----							
	EE* = Y = -0,0004x ² + 0,032x + 3,776							R ² = 0,187

MS = Matéria Seca; MM = Matéria Mineral; PB = proteína bruta; EE = Extrato Etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; Lig = Lignina; Hem = Hemicelulose; Cel = Celulose; CNF = Carboidratos não fibrosos; EPM = Erro padrão da média; P = Valor de Probabilidade; *significativo a 5 % de significância.

amoniaco. Caso a taxa de N-NH₃ esteja entre 10 e 15%, essa sugere forte ação de quebra de proteínas, o que reduz a capacidade de aceitação da silagem pelos animais (MCDONALD et al., 1991; WILKINSON e DAVIES, 2013).

O valor máximo estimado de EE (44,3 g/kg MS) é considerado não prejudicial na alimentação de ruminantes, pois não excede o teor de 80 g/kg. Valores acima desse percentual podem limitar o consumo de matéria seca pelo animal (VAN SOEST, 1994), além de limitar a atividade microbiana no rúmen, afetando a degradabilidade da fibra.

A ausência de efeito para as variáveis químico-bromatológicas apresentadas na Tabela 2 pode ser justificada pelo adequado

processo fermentativo, não sendo observado nenhum distúrbio, em nenhum dos tempos de abertura, que viesse comprometer a concentração de nutrientes no material ensilado. Fato evidenciado pelos resultados da produção de ácido láctico (Figura 1B) e queda de pH (Figura 1C) como preconizado na literatura.

Os compostos que compõe a parede celular FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina, são pouco alterados em função do período de fermentação, por estarem na parede celular, não sendo os alvos preferenciais das bactérias que promovem a fermentação nos processos de ensilagem (BUENO et al., 2018).

Os constituintes da parede celular

Tabela 3. Valores do fracionamento proteico e proteína bruta (PB) da silagem de Gliricídia com diferentes tempos de fermentação.

Variáveis	Tempo de fermentação (dias)					EPM	Valor p	
	7	14	30	42	60		Linear	Quadrática
PB (g/kg de ms)	206,2	208,3	201,3	212,1	194,2	0,15	0,28	0,12
Fração A (g/kg de PB)	301,4	354,0	350,0	356,0	420,4	0,76	0,81	0,23
Fração B1+B2 (g/kg de PB)	173,3	140,1	136,0	131,0	64,1	0,73	0,69	0,06
Fração B3 (g/kg de PB)	355,4	350,5	357,5	343,0	360,2	0,45	0,73	0,73
Fração C (g/kg de PB)	172,4	156,3	158,1	171,2	156,3	0,46	0,75	0,77

EPM = erro padrão da média; p = valor de probabilidade.

principalmente FDN e FDA estão relacionados com o consumo dos animais, esses são inversamente proporcionais aos CNFs do alimento, e se relaciona com a capacidade do alimento ocupar espaço no rúmen (OLIVEIRA et al., 2015). Os teores de CNFs representam os açúcares solúveis em água, sendo considerados os principais substratos para fermentação láctica no interior do silo (ZARDINI et al., 2017). Pode-se inferir que o CNF não foi um fator limitante para o processo fermentativo satisfatório, sendo comprovado pela produção de ácido láctico e diminuição do pH (Figura 1), visto que os CNFs são os principais substratos das bactérias que promovem a fermentação láctica (RIBEIRO et al., 2014).

A não alteração nos teores de proteína bruta e o fracionamento da proteína em função do tempo de fermentação demonstra pouca influência dos processos proteolíticos que normalmente ocorrem dentro do silo nos componentes proteicos da silagem. Quando o processamento da silagem é conduzido de acordo com procedimentos básicos estabelecidos, o conteúdo de proteína bruta não são significativamente alterado (ZARDINI et al., 2017).

Durante a fase aeróbica da fermentação existe a produção excessiva de calor no interior do silo, o que propicia as reações de Maillard em condições de aerobiose complexando proteínas e, em alta umidade causa fermentações indesejáveis, que levam a degradação de proteínas. No presente experimento não houve diminuição da fração protéica indicando que houve curto período de fase aeróbica e fermentações indesejáveis (LIU et al., 2011), outro fato que comprova a baixa atividade proteolítica é a concentração de nitrogênio amoniacal (Figura 1D) mesmo tendo aumentado em função do tempo de fermentação, esse ainda ficou abaixo do considerado limitante.

O teor médio de proteína bruta (204,2 g/kg MS) da Gliricídia está próximo de 240g/kg MS observado por COSTA et al. (2009), após o processo de fenação. RIBEIRO et al. (2014) quando avaliaram o teor de proteína bruta e o fracionamento de proteína de silagem de capim-elefante emurchecido ou com adição de torta de mamona verificaram que a proteína bruta e o fracionamento permaneceram estáveis ao longo do processo fermentativo, mostrando

que mesmo em forrageiras distintas quando o processo de ensilagem é realizado de forma adequada, as características relacionadas aos compostos nitrogenados são mantidos.

CONCLUSÕES

A Gliricídia demonstrou que é uma leguminosa eficaz em conservar suas características químicas quando ensilada, permitindo adequada redução do pH e produção satisfatória de ácido láctico mesmo com o aumento do nitrogênio amoniacal e capacidade tamponante. Os parâmetros fermentativos indicam que a silagem de Gliricídia está em condições adequadas aos 60 dias de fermentação.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, e a Universidade Federal de Sergipe, pelo apoio na execução da pesquisa. Ao CNPq pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15 ed. Arlington, V.A.: AOAC, 1990. 1025p.
- BUENO, A.V.I.; JOBIM, C.C.; ROSSI, R.M.; GRITTI, V.C.; LEÃO, G.F.M.; TRES, T.T. Wilting whole crop black oat with glyphosate for ensiling: effects on nutritive, fermentative, and aerobic stability characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, p. 1-7, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/rbz4720170142>
- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; DETMANN, E.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1347-1354, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000100005>

- COSTA, B.M.; SANTOS, I.C.V.; OLIVEIRA, G.J.C.; PEREIRA, I.G. Avaliação de folhas de *gliricidia sepium* (JACQ.) Walp por ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 33-41, 2009. <https://doi.org/10.4321/s0004-05922009000100004>
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.S.; LIMA, J.A.; LOPES, J.; REZENDE, A.V. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.20-26, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000100003>
- FERNANDES, L.S.; DIFANTE, G.S.; MONTAGNER, D.B.; EMERENCIANO NETO, J.V.; ARAÚJO, I.M.M.; CAMPOS, N.R.F. Structure of massai grass pasture grazed on by sheep supplemented in the dry season. **Grassland Science**, v. 63, p. 177-183, 2017. <https://doi.org/10.1111/grs.12165>
- FLUCK, A.C.; PARZIANELLO, R.R.; MAEDA, E.M.; PIRAN FILHO, F.A.; COSTA, O.A.D.; SIMIONATTO, M. Caracterização química da silagem de rama de cultivares de mandioca com ou sem pré-seragem. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, p. 176-181, 2017. <https://doi.org/10.17523/bia.v74n3p176>
- GOMES, A.L.M.; JACOVACI, F.A.; BOLSON, L.G.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P. Effects of light wilting and heterolactic inoculant on the formation of volatile organic compounds, fermentative losses and aerobic stability of oat silage, **Animal Feed Science and Technology**, v.247, p. 194-198, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.11.016>
- GURGEL, A.L.C.; DIFANTE, G.S.; EMERENCIANO NETO, J.V.; SOUZA, J.S.; VERAS, E.L.L.; COSTA, A.B.G.; CARVALHO NETTO, R.T.; FERNANDES, L.S.; CUNHA, J.C.; ROBERTO, F.F.S. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas, **Boletim de Indústria Animal**, v.74, p.86-95, 2017. <https://doi.org/10.17523/bia.v74n2p86>
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>
- LIU, Q.; ZHANG, J.; SHI, S.; SUN, Q. The effects of wilting and storage temperatures on the fermentation quality and aerobic stability of stylo silage. **Animal Science Journal**, v.82, p.549-553, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00873.x>
- MCDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Mallow: Chalcombe publications, 1991. 340p.
- OLIVEIRA, V.S.; MORAIS, J.A.S.; FAGUNDES, J.L.; SANTANA, J.C.S.; LIMA, I.G.S.; SANTOS, C.B. Produção e composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais submetidas a dois níveis de irrigação. **Archives of veterinary science**, v.20, p.27-36, 2015. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v20i2.36337>
- PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2008. 13 p. Documentos / Embrapa Rondônia, 124.
- PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 34-39, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000100004>

35982009000100005

- RANGEL, J.H.A.; MUNIZ, E.M.; SÁ, C.O.; SÁ, J.L. **Implantação e manejo de legumineira com gliricídia (*Gliricidia sepium*)**. Aracajú, SE: Embrapa, 2011. Circular técnica, 63.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P, PEREIRA, M.L.A.; SANTOS, A.B.; ROCHA, L.C. Fermentation characteristics, chemical composition and fractionation of carbohydrates and crude protein of silage of elephant grass wilted or with addition of castor bean meal. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1447-1462, 2014. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1447>
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, 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. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967. <https://doi.org/10.2527/jas1967.261119x>
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- XIE, Z. L.; ZHANG, T. F.; CHEN, X. Z.; LI, G. D.; ZHANG, J. G. Effects of maturity stages on the nutritive composition and silage quality of whole crop wheat. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 25, p.1374-1380, 2012. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12084>
- WILKINSON, J.; DAVIES, D. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v.68, p.1-19, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x>
- ZARDIN, P.B.; VELHO, J.P.; JOBIM, C.C.; ALESSIO, D.R.M.; HAYGERT-VELHO, I.M.P.; CONCEIÇÃO, G.M.; ALMEIDA, P.S.G. Chemical composition of corn silage produced by scientific studies in Brazil - A meta-analysis. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, p. 503-512, 2017. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n1p503>