

Teresina, PI / Março, 2024



Qualidade da silagem dos consórcios duplos e triplos de safrinha nas condições do leste maranhense

Raimundo Bezerra de Araújo Neto⁽¹⁾, Milton José Cardoso⁽¹⁾, Henrique Antunes de Souza⁽¹⁾, Marcos Lopes Teixeira Neto⁽²⁾ e Aderson Soares de Andrade Junior⁽¹⁾,

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. ⁽²⁾ Analista, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650,
Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
64008-480, Teresina, PI
www.embrapa.br/meio-norte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Braz Henrique Nunes Rodrigues
Secretária-executiva
Edna Maria Sousa Lima
Membros
Lígia Maria Rolim Bandeira,
Orlane da Silva Maia, Maria
Eugênia Ribeiro, Kaesel Jackson
Damasceno Silva, Ana Lúcia
Horta Barreto, José Oscar
Lustosa de Oliveira Júnior,
Marcos Emanuel da Costa
Veloso, Flávio Favaro Blanco,
Francisco de Brito Melo, Izabella
Cabral Hassum, Tânia Maria Leal,
Francisco das Chagas Monteiro,
José Alves da Silva Câmara.

Edição executiva

Lígia Maria Rolim Bandeira
Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva
Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio

Diagramação
Jorimá Marques Ferreira
Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Resumo – O consórcio de culturas com forrageiras e leguminosas em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), principalmente em safrinha, plantio logo após a colheita da soja, proporciona produção de volumoso, grãos e disponibilidade de pasto para alimentação animal, além de cobertura vegetal para o plantio da próxima safra. Diante da escassez de estudos relacionados à consorciação de milho com gramíneas forrageiras e leguminosas em safrinha na região Meio-Norte do Brasil, em sistemas ILPF, visando à produção de silagem acompanhada de sua análise de qualidade nutritiva, este trabalho se faz necessário, pois visa contribuir com a geração de informações relacionadas à temática e assim avaliar a utilização dessa tecnologia no contexto da produção animal local. O experimento foi conduzido após a colheita da soja, em sistema de safrinha, no período de abril a julho de 2021, na unidade de referência de tecnologia (URT) de sistemas de ILPF da Fazenda Barbosa, localizada no município de Brejo, MA, Brasil (03°42'47,80"S; 42°55'42,06"W; altitude de 103 m), onde desde 2010 são realizadas ações de pesquisa e de transferência de tecnologias pela Embrapa Meio-Norte. A área experimental total mediu 1.360 m² (20 x 68 m) e cada parcela, 4,0 x 6,0 m (24 m²). O delineamento foi em blocos ao acaso, com 17 tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1 = Milho solteiro; T2 = Milho + *Urochloa ruziziensis*; T3 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu'; T4 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia'; T5 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai'; T6 = Milho + *Urochloa ruziziensis* + Feijão-caupi; T7 = Milho + *Urochloa ruziziensis* + Feijão-guandu 'Mandarim'; T8 = Milho + *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria juncea*; T9 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu' + Feijão-caupi; T10 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu' + Feijão-guandu 'Mandarim'; T11 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu' + *Crotalaria juncea*; T12 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' + Feijão-caupi; T13 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' + Feijão-guandu 'Mandarim'; T14 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' + *Crotalaria juncea*; T15 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai' + Feijão-caupi; T16 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai' + Feijão-guandu 'Mandarim'; T17 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai' + *Crotalaria juncea*. O milho (SYN 422 vip 3) foi plantado no espaçamento de 0,5 m entre linhas, com três a quatro sementes por metro, no

dia 29/4/2021, imediatamente após a semeadura das forrageiras. As gramíneas forrageiras utilizadas foram: *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* 'Marandu', *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' e *Megathyrsus maximus* 'Massai', com taxa de semeadura de 9 kg ha⁻¹ para as forrageiras do gênero *Megathyrsus* e de 12 kg ha⁻¹ de sementes para as *Urochloa*, conforme determinado pela relação do ponto de valor cultural por hectare desejado, com o valor cultural do lote de cada forrageira. As variáveis avaliadas MS, % de perda, pH, FDA e P dos diferentes tratamentos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$); já os parâmetros PB, FDN, NDT e Ca apresentaram diferença ($p < 0,05$). Os consórcios duplos e triplos em safrinha obtiveram silagem de qualidade quanto aos parâmetros avaliados. A produção de volumoso em safrinha, após a colheita da soja, é perfeitamente possível nas condições edafoclimáticas do leste maranhense. Todos os tratamentos apresentaram características de fermentação favoráveis, habilitando-se à produção de silagem.

Termos para indexação: sistemas integrados, consórcio milho com forrageiras, reserva de alimento.

Quality of silage from double and triple consortiums of second season in conditions in eastern maranhense.

Abstract – The consortium of crops with forages and legumes in a crop-livestock and forestry integration system (ILPF), mainly in the off-season, planted right after the soybean harvest, provides forage production, grains and availability of pasture for animal feed, in addition to a vegetation cover for planting the next harvest. Given the scarcity of studies related to the intercropping of corn with grasses and forage legumes in the off-season in the Mid-North region of Brazil in ILPF systems, aiming at the production of silage accompanied by its nutritional quality analysis, this work is necessary, as it aims to contribute with the generation of information related to the topic and thus evaluate the use of this technology in the context of local animal production. The experiment was conducted after soybean harvesting in an off-season system from April to July 2021, at the Technology Reference Unit (URT) of ILPF systems at Fazenda Barbosa, located in the municipality of Brejo, MA, Brazil (03042 '47.80"S; 42055'42.06"W with an altitude of 103 m), where research and technology transfer actions have been

carried out by Embrapa Meio-Norte since 2010. The total experimental area was 1,360 m² (20 by 68 m), with each plot measuring 4.0 by 6.0 m (24 m²). The design was in randomized blocks, with 17 treatments and three replications. The treatments used were: T1 = Single Corn; T2 = Corn + *Urochloa ruziziensis*; T3 = Corn + *Urochloa brizantha* cv. Marandu; T4 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia; T5 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Massai; T6 = Corn + *Urochloa ruziziensis* + Cowpea; T7 = Corn + *Urochloa ruziziensis* + Guandu beans cv. Mandarin; T8 = Corn + *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria juncea*; T9 = Corn + *Urochloa brizantha* cv. Marandu + Cowpea beans; T10 = Corn + *Urochloa brizantha* cv. Marandu + Guandu beans cv. Mandarin; T11 = Corn + *Urochloa brizantha* cv. Marandu + *Crotalaria juncea*; T12 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia + Cowpea; T13 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia + Guandu beans cv. Mandarin; T14 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia + *Crotalaria juncea*; T15 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Masai + Cowpea; T16 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Massai + Guandu beans cv. Mandarin; T17 = Corn + *Megathyrsus maximus* cv. Massai + *Crotalaria juncea*. Corn (SYN 422 vip 3) was planted, with a spacing of 0.5 meters between rows and using 3 to 4 seeds per linear meter, on 04/29/2021, immediately after sowing the forage crops. The forage grasses used were: *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia and *Megathyrsus maximus* cv. Massai, with a seeding rate of 9 kg ha⁻¹ for forages of the genus *Megathyrsus* and 12 kg ha⁻¹ of seeds for *Urochloa*, as determined by the relationship between the desired cultural value point ha⁻¹ and the cultural value of the batch of each forage. The variables evaluated were: DM, % loss, pH, FDA and P of the different treatments, did not show a significant difference ($p > 0.05$), while the parameters such as: PB, NDF, TDN and Ca, showed a difference ($p < 0.05$). The conclusions of the experiment were: The double and triple consortia in off-season obtained quality silage in the evaluated parameters. The production of roughage in the off-season, after the soybean harvest, is perfectly possible in the edaphoclimatic conditions of eastern Maranhão. All treatments show favorable fermentation characteristics, enabling silage production.

Index terms: integrated systems, intercropping maize with forage plants, food reserve.

Introdução

O consórcio de culturas com forrageiras e leguminosas em sistema de integração lavoura-pecuária e floresta (ILPF), principalmente em safrinha, plantio logo após a colheita da soja, proporciona produção de volumoso, grãos e disponibilidade de pasto para alimentação animal, além de cobertura vegetal para o plantio da próxima safra.

A produção animal baseada em pastagens tem a eficiência produtiva dos rebanhos afetada pela sazonalidade na distribuição da produção forrageira ao longo do ano (Nascimento; Renvoize, 2001), em virtude de as gramíneas de clima tropical utilizadas perderem sua qualidade e produzirem muito menos nas épocas de déficit hídrico.

Por outro lado, o uso de pastagens constituídas por espécies forrageiras de diferentes ciclos produtivos contribui para equilibrar e estender a produção de forragem no decorrer do ano, quando comparado ao cultivo singular. Além disso, independentemente do sistema forrageiro, a introdução de leguminosas em áreas constituídas por gramíneas implica aporte adicional de nitrogênio, aumento da qualidade da palha, favorecimento dos processos de mineralização, aumento da capacidade de suporte da pastagem e prolongamento de sua capacidade produtiva (Cantarutti et al., 2002), além de reduzir o custo com adubação nitrogenada e melhorar o valor nutritivo da pastagem e a resposta animal (Assmann et al., 2004).

As vantagens dos consórcios utilizados na ILPF têm levado pecuaristas a adotar outras práticas de conservação de forragens, principalmente na forma de silagem (Valente, 1997), e o milho é a espécie mais utilizada, pois, de acordo com McDonald et al. (1991), a cultura é considerada ideal para ensilagem, já que contém quantidade relativamente alta de matéria seca, pequena capacidade tampão e níveis adequados de carboidratos solúveis para fermentação.

O uso de silagens de forrageiras tropicais ou de restos de culturas tem-se tornado cada vez maior na produção animal, notadamente de ruminantes, como forma de utilização do excedente da produção de forragem do período favorável do ano para minimizar a questão de escassez de alimento no período seco (Santos et al., 2010).

O processo de ensilagem é uma alternativa muito empregada nos sistemas de criação animal. Consiste na preservação de forragens úmidas, recém-colhidas ou pré-secadas, com elevado valor nutritivo, para serem administradas nas épocas de escassez de alimentos.

Diante da escassez de estudos relacionados à consorciação de milho com gramíneas forrageiras e leguminosas em safrinha na região Meio-Norte do Brasil, em sistemas ILPF, visando à produção de silagem acompanhada de sua análise de qualidade nutritiva, este trabalho se faz necessário, pois visa contribuir com a geração de informações relacionadas à temática e assim avaliar a utilização dessa tecnologia no contexto da produção animal local.

Esta publicação está alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 2: “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” alinhada a Meta 2.4: “Até 2030, garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos”

Material e métodos

O experimento foi conduzido após a colheita da soja em sistema de safrinha, no período de abril a julho de 2021, na unidade de referência de tecnologia (URT) de sistemas de ILPF da Fazenda Barbosa, localizada no município de Brejo, MA, Brasil (03°42'47,80"S; 42°55'42,06"W; altitude de 103 m), onde desde 2010 são realizadas ações de pesquisa e de transferência de tecnologias pela Embrapa Meio-Norte. Segundo a classificação climática de Köppen-Gerger, o clima da região é do tipo Aw, tropical com duas estações do ano bem definidas. Segundo Passos et al. (2016), ao utilizarem uma série histórica de dados de 1976 a 2015, observou-se que, na região de Chapadinha, MA, há uma disponibilidade hídrica nos meses de fevereiro a maio e um déficit hídrico de junho a dezembro. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.613,2 mm, cujos maiores índices são registrados nos meses de janeiro a maio (Tabela 1). O solo da área é um Argissolo Amarelo Distrófico típico, textura franco-arenosa, com a presença de horizonte coeso, e bioma da região tipo Cerrado (Resende et al., 2014).

Tabela1. Precipitação pluviométrica (mm) do ano de 2021 observada na Fazenda Barbosa.

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Precipitação (mm)	232	290	583	334	105	53,5	83,5	00,0	39,5	00,0	81,0	48,0	1.579,5

O milho (SYN 422 vip 3) foi plantado no espaçamento de 0,5 m entre linhas com três a quatro sementes por metro, no dia 29/04/2021, imediatamente após a semeadura das forrageiras. As gramíneas forrageiras utilizadas foram: *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* 'Marandu', *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' e *Megathyrsus maximus* 'Massai', com taxa de semeadura de 9 kg ha⁻¹ para as forrageiras do gênero *Megathyrsus* e de 12 kg ha⁻¹ de sementes para as *Urochloa*, conforme determinadas pela relação do ponto de valor cultural por hectare desejado, com o valor cultural do lote de cada forrageira (Dias-Filho, 2012). As leguminosas utilizadas foram: feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), feijão-guandu (*Cajanus cajan* 'Mandarim') e *Crotalaria juncea*, plantadas em covas, em quatro linhas por parcela (1,00 m entre linhas e 0,20 m na linha), utilizando-se 25% da taxa de semeadura recomendada para cada leguminosa, 20 kg ha⁻¹, 18 kg ha⁻¹ e 15 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente. A adubação realizada no momento do plantio do milho foi 100 kg ha⁻¹ da fórmula 5-30-15 e em cobertura, 15 dias após o plantio, 50 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia.

Os atributos químicos na camada 0 a 20 cm do solo da área experimental, após a colheita da soja, foram: pH em água = 5,56; MO = 1,8 g kg⁻¹; P = 59,1 mg dm⁻³; Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H+A, SB, CTC e V = 0,01 cmolc dm⁻³, 0,08 cmolc dm⁻³, 1,48 cmolc dm⁻³, 0,33 cmolc dm⁻³, 0,00 cmolc dm⁻³, 2,16 cmolc dm⁻³, 1,90 cmolc dm⁻³, 4,06 cmolc dm⁻³ e 47%, respectivamente. A área experimental no ano anterior foi utilizada com milho e em consórcio com capim no período da safra e pastejo de bovinos na safrinha.

A área experimental total mediu 1.360 m² (20 x 68 m) e cada parcela, 4,0 por 6,0 m (24 m²). O delineamento foi em blocos ao acaso, com 17 tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1 = Milho solteiro; T2 = Milho + *Urochloa ruziziensis*; T3 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu'; T4 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia'; T5 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai'; T6 = Milho + *Urochloa ruziziensis* + Feijão-caupi; T7 = Milho + *Urochloa ruziziensis* + Feijão-

-guandu 'Mandarim'; T8 = Milho + *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria juncea*; T9 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu' + Feijão-caupi; T10 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu' + Feijão-guandu 'Mandarim'; T11 = Milho + *Urochloa brizantha* 'Marandu' + *Crotalaria juncea*; T12 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' + Feijão-caupi; T13 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' + Feijão-guandu 'Mandarim'; T14 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Tanzânia' + *Crotalaria juncea*; T15 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai' + Feijão-caupi; T16 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai' + Feijão-guandu 'Mandarim'; T17 = Milho + *Megathyrsus maximus* 'Massai' + *Crotalaria juncea*.

O processo de ensilagem ocorreu em 20 de julho de 2021, quando o milho encontrava-se no ponto ideal de colheita para ensilar com maior quantidade de matéria seca (MS) de melhor qualidade nutricional. Em geral, pode-se identificar esse momento pelos grãos do milho, que estão no estágio farináceo duro (50% da linha do leite). Quando o estágio do milho estava com 50% "da linha de leite", foi realizado o corte da parcela experimental com todos os materiais (milho + forrageiras) a uma altura de 10 cm do solo, de forma manual. Após o corte, o material foi picado em uma forrageira (tritador de forragem TRF 400 de 2 cv da marca TRAPP), cujas partículas variaram de tamanho, de 0,05 a 1,00 cm. Em seguida, o material foi compactado em silos experimentais com auxílio de soquetes de madeiras. Os silos foram confeccionados com tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 0,50 m de comprimento, com um cap em cada extremidade do silo, cujo cap superior tinha uma pequena válvula de Bunsen para deixar que o excesso de gases do processo de fermentação seja expelido. No fundo de cada silo, foi colocado 1 kg de areia lavada esterilizada (autoclave), que foi separada do material a ser ensilado por uma fina tela de plástico, tipo sombrite, para captação do efluente proveniente da forragem conforme Andrade et al. (2010). Cada silo foi pesado antes de ser cheio com o material verde e após o enchimento. Depois de cheios, os silos foram armazenados em temperatura ambiente até a abertura, que ocorreu 100 dias após o enchimento.

Os silos foram abertos no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. A variável analisada foi o teor de matéria seca (% MS) do material no momento do enchimento dos silos e após a abertura. Foram avaliados o pH da silagem, o percentual de perdas do processo de ensilagem, a proteína bruta (% PB), o cálcio (% Ca) e o fósforo (% P) por meio da metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002); a fibra em detergente neutro (% FDN) e a fibra em detergente ácido (% FDA) pela metodologia de Van Soest et al. (1991); e os nutrientes digestíveis totais (% NDT), calculados por meio da equação $NDT = 87,84 - (0,7 \times \% FDA)$, descrita por Rodrigues (2009).

O teor de matéria seca (MS) foi determinado por uma amostra dos diferentes tratamentos na ocasião do enchimento dos silos, cuja umidade foi eliminada pela pré-secagem em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 65 °C por 48 horas, depois moída em um moinho de faca com peneira de 1 mm. Após a moagem, foram pesados 2 g de cada amostra em cadinhos de porcelana e levados à estufa a 105 °C por 16 horas para determinação da secagem definitiva.

A análise do pH da silagem é utilizada como indicador da qualidade fermentativa, processo fundamental para o sucesso da conservação da forragem (Pilch; Schmidt, 2003?). De cada parcela (silo), foram colhidos da parte central do minissilo 9 g de silagem fresca. A silagem foi colocada em béquer de 250 ml e adicionado 60 ml de água destilada. A leitura do pH foi realizada em triplicata, após repouso de 30 minutos, com agitação do béquer durante as leituras.

O percentual de perdas da silagem (gases e efluentes) de cada silo foi quantificado por diferença de peso (material a ser ensilado menos silagem), com o resultado da perda em gramas. Realizou-se o percentual de perda de cada silo.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância. A análise estatística foi efetuada por meio do pacote ExpDes.pt do programa R (Ferreira et al., 2014). Os dados foram transformados pela raiz quadrada para reduzir os valores dos CVs, corrigindo-se a falta de normalidade dos dados e/ou a heterogeneidade de variância (Cunha et al., 2000).

Resultados e discussão

Conforme apresentado na Tabela 2, as variáveis MS, % de perda, pH, FDA e P dos diferentes tratamentos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$); já os parâmetros PB, FDN, NDT e Ca apresentaram diferença ($p < 0,05$).

O teor de MS do material no momento do enchimento dos silos do experimento variou de 33,69% (T = 17 Milho + Massai + Crotalária) a 27,79% (T4 = Milho + Tanzânia). De acordo com Almeida Filho et al. (1999) e Oliveira et al. (2010), visando a condições adequadas à fermentação, o milho deve ter entre 30 e 35% de MS com teor de carboidratos solúveis superior a 10% na MS no momento da ensilagem, sendo considerado cultura padrão para a prática. Os teores de MS obtidos são em consequência das misturas com as forrageiras na massa ensilada, uma vez que o milho se encontrava no momento exato (farináceo) do corte.

O percentual de perda (efluentes e gases) das diferentes silagens avaliadas foi pequeno, com a maior perda de 3,94% (T1 – milho solteiro), resultado próximo ao encontrado por Oliveira et al. (2010) com silagens de milho, de girassol e de sorgo. As perdas são maiores quando a fermentação no processo de ensilagem é realizada por bactérias heterofermentativas, enterobactérias, leveduras e bactérias do Gênero *Clostridium* ssp. (McDonald et al., 1991).

O pH da silagem dos diferentes consórcios variou de 4,14 no tratamento T = 14 Milho + Tanzânia + Crotalária a 3,73 no tratamento T1 = Milho solteiro. Convém salientar que, em todas as diferentes associações de espécies com o milho utilizadas para compor os sistemas ILPF avaliados para a produção de silagem, foram observados valores médios de pH inferiores a 4,20 (Tabela 2), considerados por McDonald et al. (1991) como limite para conservação efetiva do material armazenado, demonstrando o potencial de todos os tratamentos para a produção de silagem. Os maiores valores observados no pH da silagem foram dos tratamentos que tinham as leguminosas na sua composição, pois essas forrageiras proporcionam a elevação desse parâmetro pelo fato de elevarem o teor proteico da massa a ser ensilada (Arcanjo et al., 2016).

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), perdas, pH, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (NDT), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT), Ca e P de silagem de diferentes consórcios.

Tratamento	MS (%)	Perda (%)	pH	PB (% na MS)	FDN (% na MS)	FDA (% na MS)	NDT (% na MS)	Ca (% na MS)	P (% na MS)
T1 = Milho solteiro	32,03	3,94	3,73	8,52b	50,71b	29,35	70,38a	0,20b	0,20
T2 = Milho + <i>U. ruziziensis</i>	28,78	3,29	3,77	9,46b	48,92b	30,15	64,21b	0,33b	0,17
T3 = Milho + <i>U. brizantha</i>	29,61	3,25	3,78	9,48b	56,33b	33,08	64,68b	0,27b	0,19
T4 = Milho + Tanzânia	27,79	3,40	3,75	9,52b	59,21a	37,24	61,75b	0,42a	0,17
T5 = Milho + Massai	31,35	1,84	3,78	8,96b	54,25b	34,18	59,44b	0,38a	0,17
T6 = Milho + <i>U. ruziziensis</i> + Caupi	31,33	2,78	3,87	9,59b	55,68b	34,09	65,70b	0,37a	0,16
T7 = Milho + <i>U. ruziziensis</i> + Guandu	31,51	2,93	3,88	9,52b	54,71b	22,68	63,97b	0,32b	0,17
T8 = Milho + <i>U. ruziziensis</i> + Crotalária	29,84	2,28	3,94	10,36a	51,26b	30,22	68,98b	0,39a	0,17
T9 = Milho + <i>U. brizantha</i> + Caupi	30,80	3,51	3,92	9,99b	55,41b	34,62	72,34a	0,33b	0,19
T10 = Milho + <i>U. brizantha</i> + Guandu	28,52	3,66	3,90	10,28a	55,60b	34,62	66,65b	0,28b	0,18
T11 = Milho + <i>U. brizantha</i> + Crotalária	31,27	3,41	3,89	10,67a	56,23b	35,44	62,46b	0,36b	0,21
T12 = Milho + Tanzânia + Caupi	28,76	2,76	3,90	9,46b	59,90a	37,84	63,47b	0,43a	0,22
T13 = Milho + Tanzânia + Guandu	27,95	3,88	4,07	10,38a	60,70a	37,61	62,31b	0,41a	0,18
T14 = Milho + Tanzânia + Crotalária	29,93	3,53	4,14	11,14a	60,77a	34,05	61,30b	0,50a	0,18
T15 = Milho + Massai + Caupi	29,08	2,71	3,84	10,10b	67,12a	33,91	61,35b	0,39a	0,18
T16 = Milho + Massai + Guandu	30,60	2,48	3,96	10,84a	67,77a	33,88	61,36b	0,43a	0,17
T17 = Milho + Massai + Crotalária	33,69	3,25	3,93	11,56a	64,67a	32,17	62,70b	0,47a	0,18
CV (%)	4,26	22,72	4,22	3,40	4,62	12,76	2,79	7,42	6,42

Os teores de PB das silagens estudadas apresentaram resultados superiores a 7%, o mínimo para atender à exigência da microbiota ruminal. A silagem de milho solteiro (T1) foi a que apresentou menor teor de PB (8,52%), seguida pela silagem dos consórcios com as gramíneas forrageiras, cujo maior teor ocorreu no T4 = Milho + Tanzânia (9,52%). Os tratamentos triplos (milho + gramíneas forrageiras + leguminosas) apresentaram os maiores teores de PB, cujo maior teor (11,56%) foi apresentado pela silagem do T17 = Milho + Massai + Crotalária. Os consórcios de gramíneas e leguminosas com a cultura do milho mostraram elevação do teor de proteína em relação à silagem do milho solteiro, conforme descrito por Oliveira et al. (2005) e por Silva et al. (2010). Apesar de a silagem do milho ser referência, pois atende todos os requisitos nutricionais, mesmo assim o seu teor de PB é aumentado quando o milho é consorciado com leguminosas (Leonel et al., 2009).

As médias obtidas de FDN revelaram efeito significativo ($p < 0,05$) dos diferentes consórcios, cujo maior percentual (67,77%) referente ao T16 = Milho + Massai + Guandu e menor foi relativo ao T2 = Milho + *U. ruziziensis* (48,92%). De acordo com Rodrigues (2010), os níveis de FDN em silagem podem variar bastante conforme a espécie vegetal e o seu estágio vegetativo, porém é considerado um bom nível em torno de 50%. Apesar de as médias obtidas serem bem superior à desejada, considera-se que as forrageiras (gramínea e leguminosa) melhoram a silagem nesse parâmetro.

Não houve diferença ($p > 0,05$) nos teores de FDA das diferentes silagens, cujo menor percentual ocorreu no T7 = Milho + *U. ruziziensis* + Guandu (22,68%) e maior no T12 = Milho + Tanzânia + Caupi (37,84%). Mello et al. (2004), ao avaliarem silagens de milho, de sorgo e de girassol, encontraram 27,38; 33,77 e 34,78% de FDA, respectivamente, valores próximos ao que foi encontrado neste trabalho. Faria et al. (2020) e Dias et al. (2001), ao avaliarem silagens de mi-

lho exclusivo, encontraram percentuais de FDA que variaram de 26,3 a 29,6%. Segundo Pereira (2020), quanto menor for o valor de FDA, maior será a digestibilidade e a qualidade da silagem, podendo ser considerada uma silagem ideal entre 23 e 35%.

Em relação aos valores de NDT, os tratamentos diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,05$), cujos tratamentos T1 = Milho solteiro (70,38%) e T9 = Milho + *U. brizantha* + Caupi (72,34%) apresentaram maiores valores desse parâmetro; o T5 = Milho + Massai (59,44%) apresentou o menor valor 59,44%. O NDT é um dos parâmetros mais empregados para expressar a energia de uma silagem. O ideal é o NDT acima de 60%. Oliveira et al. (2015), ao avaliarem silagem de milho exclusivo com 35% de grãos na sua composição, obtiveram 67,05 de NDT, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Martins et al. (2011) e Igarasi et al. (2002) encontraram em silagem de capim-tanzânia, 55,9 e 53,25%, respectivamente.

No que diz respeito aos teores de cálcio (Ca) na MS de cada silagem, houve efeito significativo ($p < 0,05$), cujo menor percentual ocorreu no T1 = Milho solteiro (0,20%) e maior para no T14 = Milho + Tanzânia + Crotalária (0,50%). De acordo com Rodrigues (2010), o teor de Ca no tecido vegetal varia entre 0,05 e 2,5% na MS, enquanto, segundo França e Madureira (1989), teores de Ca em silagem de gramíneas variam entre 0,12 e 0,27%. Quando se realiza o consórcio do milho com outras forrageiras, o teor de Ca da silagem tem um acréscimo, melhorando a disponibilidade do elemento na dieta dos animais.

Quanto ao macromineral P, não foi observado efeito estatístico ($p > 0,05$) entre os tratamentos. O maior teor de P ocorreu no T12 = Milho + Tanzânia + Caupi (0,22%) e o menor no T6 = Milho + *U. ruziziensis* + Caupi (0,16%). De acordo com França e Madureira (1989), o teor de P numa silagem de milho varia entre 0,11 e 0,21%. Os resultados mostram que o consórcio favorece o incremento desse elemento da silagem.

Conclusões

1) Os consórcios em safrinha obtiveram silagem de qualidade conforme os parâmetros avaliados, sobressaindo os consórcios triplos, cujas leguminosas proporcionaram melhor qualidade do volumoso.

1) A produção de volumoso de consórcios em safrinha, após a colheita da soja, é perfeitamente possível nas condições edafoclimáticas do leste maranhense.

1) Todos os tratamentos apresentaram características de fermentação favoráveis, incrementando a produção de silagem em safrinha.

Referências

- ALMEIDA FILHO, S. L. de; FONSECA, D. M. da; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; OLIVEIRA, J. S. e. Características agrônomicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 7-13, fev. 1999.
- ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P de; VELOSO, C. M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2578-2588, dez. 2010.
- ARCANJO, A. H. M.; SOARES, N. de A.; OLIVEIRA, A. R.; PEREIRA, K. A.; ANÉSIO, A. H. C. Silagem de leguminosas: revisão de literatura. **Nutritive Revista Eletrônica**, v. 13, n. 3, p. 4702-4710, mai./jun. 2016.
- ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B. de; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 37-44, fev. 2004.
- CANTARUTTI, R. B.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; REZENDE, C. de P.; PEREIRA, J. M.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 64, n. 1, p. 257-271, 2002.
- CUNHA, D. F. da; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeitos das transformações de dados sobre o coeficiente de variação. **Revista de Agricultura**, v. 75, n. 3, p. 323-338, dez. 2000.
- DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. de A. LIRA, M. de A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito de estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6 (suppl.), p. 2086-2092, dez. 2001.
- DIAS-FILHO, M. B. **Formação e manejo de pastagens**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 9 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 235).
- FARIA, T. F. R.; PINESE, F.; GIMENES, F. M. A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; CAMPOS, F. P.; PREMAZZI, L. M.; MATTOS, W. T.; GERDES, L. Composição bromatológica de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, n. 266, p.156-163, 2020.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, v. 5, n. 19, p. 2952-2958, 2014.
- FRANÇA, A. F. de S.; MADUREIRA, L. de J. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milheto forrageiro (*Pennisetum americanum* (L.) K. Schum). **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, v. 19, n. 1, p. 1-8, jan./dez. 1989.
- IGARASI, M. S.; NUSSIO, L. G.; PAZZIANI, S. de F.; LOURES, D. R. S.; PEDROSO, A. de F.; MARI, L. J. Alternativas para o controle de perdas na silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais... Recife: SBZ, 2002.** 1 CD-ROM.
- LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCOS JÚNIOR, P. De; SILVA, C. J. da; LARA, L. A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 166-176, 2009.
- MARTINS, S. C. dos S. G.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CALDEIRA, L. A.; PIRES, D. A. de A.; BARROS, I. C.; SALES, E. C. J. de; SANTOS, C. C. R. dos; AGUIAR, A. C. R. de; OLIVEIRA, C. R. de. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 691-708, 2011.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. da. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, jan./mar. 2004.
- NASCIMENTO, M. do P. S. C. B. do; RENVOIZE, S. A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio-Norte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Kew: Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.
- OLIVEIRA, L. B. de; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V. de; PEIXOTO, C. A. de M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sor-

go forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 61-67, jan. 2010.

OLIVEIRA, M. V. M. de; LANA, R. de P.; JHAM, G. N.; PEREIRA, J. C.; OLAQUIAGA PÉREZ, J. R.; VALADARES FILHO, S. de C. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, out. 2005.

OLIVEIRA, Z. F.; SANTANA JUNIOR, H. A. de; CARDOSO, E. O.; CARVALHO, F. A. H.; TEIXEIRA, P.; SANTOS, M. S. Silagem de gramíneas para bovinos. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 12, n. 1, p. 3856-3864, 2015. Artigo 288.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 758-766, 2016.

PEREIRA, C. H. Análise bromatológica: o que é e como fazer sua interpretação. **Sementes biomatrix**, 12 nov. 2020. Disponível em: <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/silagem/analise-bromatologica/>. Acesso em: 10 maio 2023.

PILCH, M. R.; SCHMIDT, P. **Metodologias de avaliação do pH de silagens**. Curitiba: UFPR, (2003?). 4 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/228446380/Metodologias-de-Avaliacao-Do-PH-de-Silagens>. Acesso em: 3 maio 2023.

RESENDE, J. M. do A.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; DANTAS, J. S.; SIQUEIRA, D. S.; TEIXEIRA, D. De B. Spatial variability of the properties of cohesive soils from eastern Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1077-1090, Aug. 2014.

RODRIGUES, R. C. (ed.). **Avaliação químico-bromatológica de alimentos produzidos em terras baixas para nutri-**

ção animal. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 30 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 270).

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos**: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 177 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 306).

SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ CASTRO, A. G.; PEREA, J. M.; GARCIA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25-43, 2010. DOI: 10.21071/az.v59i232.4905.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, F. B.; TAFFAREL, L. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; NEUHAUS, E.; HEIZEN, E. L. Composição bromatológica da forragem produzida pelas associações do capim-piatã com feijão guandú cvs. Super N e Mandarin. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 6.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 7.; FÓRUM DE COORDENADORES DE PÓS GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL DO NORDESTE, 1.; FÓRUM DE AGROECOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, 1., 2010, Mossoró. **Anais...** Mossoró: Sociedade Nordestina de Produção Animal; UFERSA, 2010. 1 CD-ROM.

VALENTE, J. de O. Introdução. In: MANEJO cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1992. p. 5-7. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 17).

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, 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. 3583-3597, Oct. 1991.