

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PERFIL FERMENTATIVO E POPULAÇÕES MICROBIANAS DE SILAGENS MISTAS DE MILHO E GUANDU¹

Evaldo Paulo Firmino², Rogério de Paula Lana²

RESUMO – Avaliou-se a composição química, perfil fermentativo e populações microbianas de silagens mistas de milho (*Zea mays*) e guandu (*Cajanus cajan*). Utilizou-se um esquema fatorial 5 x 5 (cinco tipos de silagem x cinco períodos de fermentação) em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tipos de silagem diferiram quanto à proporção de guandu na mistura (0, 10, 20, 30 e 100%). Os períodos de fermentação foram de 3, 7, 14, 21 e 42 dias. Houve efeito de interação entre tipos de silagem * período de fermentação ($P < 0,05$) para a população de bactérias do ácido láctico, sendo que as maiores populações encontradas na silagem de guandu. Não houve efeito para mofo, leveduras e recuperação de matéria seca. Os teores de matéria seca e de carboidratos não fibrosos reduziram com a participação de guandu na mistura e o inverso ocorreu para o pH. A silagem de guandu apresentou maiores populações de enterobactérias e concentrações de lignina, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, matéria mineral e nitrogênio amoniacal. A participação de guandu em 30% da mistura mostrou-se eficiente para aumentar a proteína da silagem de milho.

Palavras chave: avaliação de alimentos, conservação de forragens, ruminantes.

CHEMICAL COMPOSITION, FERMENTATION PROFILE AND MICROBIAL POPULATIONS OF MIXED SILAGES OF CORN AND PIGEON PEA

ABSTRACT – The chemical composition, fermentative profile and microbial populations of mixed corn (*Zea mays*) and pigeon pea (*Cajanus cajan*) silages were evaluated. A factorial scheme 5 x 5 (five types of silage x five fermentation periods) was used in a completely randomized design, with three replications. The types of silage differed in the proportion of pigeon pea in the mixture (0, 10, 20, 30 and 100%). The fermentation periods were 3, 7, 14, 21 and 42 days. There was an interaction effect between types of silage * fermentation period ($P < 0.05$) for the lactic acid bacteria population, and the largest populations found in pigeon pea silage. There was no effect for molds, yeasts and recovery of dry matter. Dry matter and non-fibrous carbohydrate contents reduced with the participation of pigeon pea in the mixture and the reverse occurred for pH. Pigeon pea silage showed higher enterobacteria populations and lignin concentrations, neutral detergent fiber corrected for ash and protein, mineral matter and ammoniacal nitrogen. Pigeon pea participation in 30% of the mixture was efficient to increase corn silage protein.

Keywords: feed evaluation, forage preservation, ruminants.

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm permitido explorar diversas opções de alimentação para ruminantes, entre elas, a produção de uma grande variedade de plantas forrageiras, seja para o fornecimento direto na forma de pastejo ou sua utilização para produção de feno e silagens.

Devido à sazonalidade climática ou características particulares de alguns sistemas produtivos,

a produção de silagens tem sido utilizada com frequência para suplementação dos animais ruminantes. As silagens de gramíneas, principalmente milho e sorgo, é comum e bastante utilizada pelos pecuaristas, todavia, as propriedades que utilizam silagens de leguminosas ainda são pouco representativas.

As pesquisas com silagens abordam os vários aspectos agrônomicos, bioquímicos, microbiológicos,

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Departamento de Zootecnia/UFV, Viçosa-MG; evaldofirmino@ufv.br, rlana@ufv.br

nutricionais e de gerenciamento do processo, sendo que grande parte das pesquisas são realizadas para entender os processos complexos que ocorrem durante a ensilagem, a fim de obter melhor controle e maior qualidade dos alimentos preservados (BERNARDES; CHIZZOTTI, 2012).

A silagem de milho com planta inteira é a mais utilizada em todo o mundo (FERRARETTO; SHAVER; LUCK, 2018), possuindo baixas concentrações de proteínas e alguns minerais, mas altas concentrações de carboidratos fermentáveis (ALONSO et al., 2013). Seu teor de proteína bruta, 7,1% (CQBAL 4.0), é insuficiente para atender as demandas dos animais, principalmente quando se deseja altas produtividades.

De forma geral, as leguminosas possuem teor de proteína mais elevado que as gramíneas, contudo, seu uso como silagem é pouco representativo. Essa baixa popularidade no uso da silagem de leguminosas se explica pelo fato de que quando ensiladas na forma exclusiva apresentam baixa qualidade. Essas plantas possuem como características baixo teor de carboidratos solúveis e matéria seca, alta capacidade tamponante e baixa população autóctone de bactérias do ácido láctico (BAL), características indesejáveis para produção de silagem (SANTOS et al., 2019) a tropical legume, and its silages are unknown. For this reason, we used the Ion Torrent platform to study the bacterial community present in this legume during silage fermentation. Forage peanut was harvested at the start of flowering with a backpack mower and was chopped with a stationary ensilage cutter and then ensiled in bags measuring 25.40 cm × 35.56 cm, in triplicate. The bags were opened after 1, 3, 7, 14, 28 and 56 days of fermentation. Primers targeting the 16S rDNA gene were used, and the PCR products were used in library preparation and sequencing using the Ion Torrent platform. In total, 721,837 sequences were obtained and processed using the program MOTHUR v.23.0. The sequencing result revealed that the genus *Weissella* was present at the different periods of fermentation of peanut silage in greater amounts than the other genera (*Bacillus*, *Rummeliibacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*). Além disso, podem apresentar características como ao alto conteúdo de ácido butírico e nitrogênio amoniacal, fatores que podem restringir o consumo de alimentos pelos animais (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Visando o aproveitamento do alto conteúdo proteico das leguminosas e sabendo de suas limitações em relação ao processo fermentativo, algumas estratégias podem ser adotadas, entre elas, a produção de silagens

mistas com gramíneas, principalmente aquelas com maior teor de carboidratos prontamente fermentáveis, pois esses carboidratos são rapidamente convertidos em ácidos orgânicos, responsáveis pela queda do pH e estabilidade da massa ensilada.

Para obtenção de uma silagem de boa qualidade a planta a ser ensilada deve apresentar ao final de seu processo fermentativo características que resultem diretamente no bom desempenho animal. Entre as variáveis utilizadas como parâmetros para avaliação de silagens está o seu conteúdo de matéria seca, concentração de ácidos orgânicos, pH, teor de nitrogênio amoniacal, micotoxinas, populações microbianas e propriedades organolépticas (KUNG et al., 2018), além da sua riqueza de nutrientes, avaliados através de sua composição química.

O ácido láctico é geralmente o ácido encontrado em maior concentração nas silagens e o que mais contribui para declínio do pH durante a fermentação, porque é cerca de 10 a 12 vezes mais forte que os demais ácidos (KUNG et al., 2018). Já o conteúdo dos ácidos acético e butírico são indicadores negativos da qualidade fermentativa e também correspondem a silagens que apresentaram acentuadas perdas de matéria e energia durante a fermentação (AGARUSSI et al., 2019). Devido ao seu alto conteúdo proteico, a concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens de leguminosas também é mais alta.

Diversos são os microrganismos presentes nas silagens, entre os quais, as bactérias do ácido láctico, enterobactérias, clostrídeos, fungos e leveduras. As bactérias do ácido láctico são as mais abundantes e desejáveis, uma vez que o ácido láctico produzido por esses microrganismos é capaz de reduzir o pH, controlando microrganismos indesejáveis e reduzindo perdas no material ensilado (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Já presença de enterobactérias, clostrídeos, fungos e leveduras nas silagens são indicativos da ocorrência de fermentações indesejáveis, envolvendo atividades proteolíticas e perdas de matéria seca (MUCK et al., 2018).

Estudos disponíveis na literatura envolvendo a produção de silagens mistas entre gramíneas e leguminosas têm mostrado que essa tecnologia pode ser utilizada com sucesso para produção de silagens de boa qualidade (CONTRERAS-GOVEA et al., 2011; CARPICI, 2016; COSTA et al., 2019) but additional information is needed when crop mixtures are ensiled. This study assessed the fermentation characteristics of forage corn silage (*Zea mays* L..

Várias são as espécies de gramíneas e leguminosas com potencialidades para produção de



silagens mistas. Entre as gramíneas mais indicadas para produção de silagens mistas se destaca o milho e sorgo, por possuírem ótima capacidade fermentativa. Já as opções de leguminosas são várias, entre as quais, alfafa, amendoim forrageiro, crotalária, soja e o guandu.

O guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa arbustiva e semiperene, sendo cultivada em várias partes do mundo. Pode ser utilizada tanto para alimentação humana quanto para alimentação animal (SINGH; DIWAKAR, 1993) e em consórcio ou rotação de culturas para reciclagem de nutrientes e melhoria nas condições do solo (ARF et al., 2018).

Segundo Carellos (2013), a utilização do guandu em pastejo, legumineira (fenação, ensilagem ou picado nos cochos) ou, ainda, consorciado com capim elefante, cana-de-açúcar e milho para fornecimento nos períodos de estiagem pode ser boa alternativa para os produtores.

Existem vários trabalhos na literatura descrevendo os benefícios do guandu quando consorciado com outras culturas, todavia, são escassos os que avaliaram a qualidade da silagem dessa planta, seja na forma exclusiva ou em mistura com outras forrageiras.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho apresentar e discutir as características de composição química, perfil fermentativo e populações microbianas de silagens mistas de milho e guandu.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Leite a Pasto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), distrito de Cachoeira de Santa Cruz, localizada na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. O local se encontra na região da Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas 20°45'20" de latitude Sul e 45°52'40" de longitude Oeste e altitude média de 651 metros. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por KÖPPEN, com duas estações bem definidas, constituídas de verão quente e úmido e inverno frio e seco. A precipitação média anual de 1341 mm.

Foi utilizado esquema fatorial 5 x 5 (cinco tipos de silagens e cinco períodos de fermentação) em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As silagens foram compostas de combinações de feijão guandu e milho, sendo: 1 - Silagem exclusiva de milho (SM ou 0G), 2 - Silagem de milho com 10% de guandu (10G), 3 - Silagem de milho com 20% de guandu (20G), 4 - Silagem de milho

com 30% de guandu (30G) e 5 - Silagem exclusiva de guandu (SG ou 100G). Os períodos de fermentação foram de 3, 7, 14, 21 e 42 dias.

O milho (LG 6036) e o guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) foram semeados em outubro de 2018. O milho foi semeado utilizando-se uma plantadora mecanizada regulada para se obter 5,5 sementes por metro linear e espaçamento de 0,80 metros entre linhas. As adubações foram baseadas nas recomendações da Embrapa Milho e Sorgo (Coelho, 2008), sendo que no plantio foram utilizados 400 kg/ha da mistura NPK 08-28-16 e em cobertura 250 kg da mistura NPK 20-00-20, quando as plantas apresentavam seis folhas completamente formadas.

O guandu foi semeado de forma manual, utilizando-se cinco sementes por metro linear e espaçamento de 0,90 metros entre linhas. Foi utilizado como adubação apenas o esterco bovino na proporção de 10 t/ha no momento do plantio. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual com uso de enxada.

A colheita das plantas foi realizada manualmente, 142 dias após o plantio, quando os grãos da espiga de milho se encontravam na fase de ½ da linha do leite. As plantas foram picadas em ensiladora estacionária em tamanho de partícula médio de 1,5 cm. Para a produção das silagens mistas com 10%, 20% e 30% de guandu, a mistura foi realizada com base na matéria natural. Os silos experimentais utilizados foram baldes plásticos de 3,6 litros, dotados de tampas plásticas, vedadas com fita adesiva e providas de válvula tipo Bunsen. Para drenagem dos efluentes, no fundo dos silos, foram colocados sacos de areia, revestidos de tecido de algodão com peso de 1,0 kg. A compactação foi realizada de forma manual de forma a se obter densidade média de 550 kg/m³.

Os baldes, os sacos de areia e as silagens foram pesadas antes e após a abertura, para avaliação das perdas por efluente (PE), perdas gasosas (PG) e recuperação de matéria seca da silagem (RMS). Sub-amostras dos materiais foram coletadas durante o enchimento e no momento da abertura dos silos para realização das análises laboratoriais.

As perdas por gases, por efluentes e a recuperação de matéria seca foram calculadas conforme equações descritas por Jobim et al. (2007), sendo as perdas por gases calculadas pela diferença do conjunto (balde + saco de areia + silagem) antes e após a abertura, e a perdas por efluentes calculadas pela diferença de peso do conjunto (balde + saco de areia) após e antes da abertura dos silos.

$$PG (\% \text{ da MS}) = [(PSf - PSa) / MVf \times MSi] \times 100$$

onde: PG = Perdas por gases; PSf = Peso do silo no fechamento (kg); PSa = Peso do silo na abertura (kg); MVf = Massa verde de forragem no fechamento (kg); MSi = Matéria seca da forragem no fechamento (%).

$$PE = [(PCab - PCf / MVf) \times 1000]$$

onde: PE = Produção de efluentes (kg/t massa verde); PCab = Peso do conjunto (silo + saco de areia) na abertura (kg); PCf = Peso do conjunto (silo + saco de areia) no fechamento (kg); MVf = Massa verde de forragem ensilada (kg).

$$RMS (\%) = (Mfab \times MSab) / (MFfe \times MSfe) \times 100$$

onde: Mfab = massa de forragem na abertura (kg); MSab = teor de MS da forragem na abertura (%); MFfe = massa de forragem no fechamento (kg); MSfe = teor de MS da forragem no fechamento.

Para determinação da composição química, amostras foram obtidas antes e após a abertura dos silos, sendo submetidas a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas, moídas em moinho de facas, com peneira de 1 mm e armazenadas em potes plásticos.

As análises foram conduzidas conforme métodos propostos pela Detmann et al. (2012), sendo: matéria seca - MS, método INCT-CA G-003/1; proteína bruta - PB, método INCT-CA N-001/1; extrato etéreo - EE, método INCT-CA G-004/1; fibra em detergente neutro - FDN, método INCT-CA F-001/1 com correções para proteínas e cinzas, respectivamente, métodos INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1 e matéria mineral - MM, método INCT-CA M-001/1. A lignina foi analisada pelo método do ácido sulfúrico (VAN SOEST et al., 1994) e o teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010).

As análises referentes aos teores de MS e PB foram realizadas para todos os períodos de fermentação, já para FDN, FDNcp, MM, EE e lignina as análises foram realizadas somente para 42 dias de fermentação.

Para avaliação do pH, nitrogênio amoniacal e população microbiana, utilizou-se 25 g de amostra, obtidas no fechamento e abertura dos silos, sendo esta diluída em 225 ml de solução estéril (Ring Solution®, Oxoid) e homogeneizada em liquidificador industrial por 1 minuto. O extrato aquoso obtido foi filtrado em camada dupla de gaze estéril e, logo após, realizada a leitura do pH com uso de um potenciômetro. Do filtrado obteve-se uma alíquota, para quantificação do nitrogênio amoniacal, adotando-se o método colorimétrico, descrito por Okuda et al. (1965). Uma segunda alíquota foi submetida às diluições seriadas (10^{-1}

10^{-7}) e plaqueadas utilizando-se meios de cultura seletivos para contagem da população microbiana, sendo meio ágar MRS (Difco™ Lactobacilli MRS Agar) para bactérias do ácido láctico (BAL), incubadas a 37°C por 48 horas, VRB ágar (Violet Red Bile Agar) para enterobactérias, incubadas a 37°C por 24 horas e BDA (Batata Dextrose Ágar®) para fungos e leveduras, incubadas a 25°C, por 120 horas e 72 horas, respectivamente. Foram consideradas para contagem placas contendo valores entre 30 e 300 de UFC (Unidades Formadoras de Colônias).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do SAS 9.3 (SAS System Inc., Cary, NC, USA). Os dados referentes ao conteúdo de matéria seca, pH e populações microbianas foram submetidos à análise de variância para determinar os efeitos principais (tipos de silagens e períodos de fermentação), sendo as médias comparadas pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade para ocorrência do erro tipo I. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + NG_i + P_j + (NG \times P)_{ij} + e_{ijk}$$

onde, Y_{ijk} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; NG_i = efeito de tipo de silagem; P_j = efeito de períodos de fermentação; $(NG \times P)_{ij}$ = interação entre os fatores; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As variáveis de composição química, perdas fermentativas e recuperação de matéria seca foram avaliadas apenas aos 42 dias de fermentação, sendo as médias comparadas pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Os resultados de composição química, pH e populações microbianas das plantas de milho e guandu antes da ensilagem encontram-se na Tabela 1. O guandu, comparado à planta de milho, apresentou maiores valores de proteína bruta, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, matéria mineral, lignina e pH. Por outro lado, apresentou menores valores de matéria seca, bactérias do ácido láctico, enterobactérias, fungos e leveduras.

Na Tabela 2 estão apresentados os p-valores e respectivos erros padrão da média para as variáveis de composição química, perfil fermentativo e populações microbianas das silagens puras e mistas.

Houve efeito de interação TSil * P ($P < 0,05$) apenas para a população de BAL. A população de BAL em função das diferentes silagens dentro de cada período de



fermentação, estão apresentados na Tabela 3. A população de BAL foi afetada pelas diferentes silagens aos 3, 14, 21 e 42 dias, sendo a menor contagem observada para SG no dia 3 e as maiores contagens nos dias 14, 21 e 42. Nesses períodos as demais silagens só apresentaram diferença na

população de BAL aos 42 dias, onde a população maior foi observada para G30 e a menor para SM. Nesse período, as silagens G10 e G20 não apresentaram diferença significativa e apresentaram maior contagem em relação à SM.

Tabela 1 - Composição química (g/kg de MS), população microbiana (log UFC/g) e pH das plantas de milho e guandu antes da ensilagem

Item	Milho	Guandu
MS	281,0	242,0
PB	69,0	178,0
FDN	481,7	611,5
EE	22,6	33,1
MM	46,9	58,7
Lignina	44,3	210,5
pH	5,84	6,02
BAL	5,99	4,8
Enterobactérias	6,89	5,08
Fungos	5,87	4,81
Leveduras	5,88	4,92

S = matéria seca (g/kg de matéria natural); PB = proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; EE = Extrato etéreo; MM = Matéria mineral; BAL = Bactérias do ácido lático.

Tabela 2 - P-valor e erro padrão da média para as variáveis de composição química, perfil fermentativo e populações microbianas de silagens de milho e guandu em diferentes períodos de fermentação

Variável	P-valor			EPM ¹
	Silagem (Tsil) ²	Período (P) ³	Silagem X Período (TSil x P) ⁴	
Matéria seca	<0,001	0,009	0,501	0,29
pH	<0,001	0,613	0,383	0,02
BAL ⁵	<0,001	<0,001	<0,001	0,12
Enterobactérias	<0,001	<0,001	0,084	0,31
Fungos	0,319	<0,001	0,187	0,35
Leveduras	0,359	0,284	0,279	0,18

¹ Erro padrão da média. ² Probabilidade de efeito para tipo de silagem. ³ período de fermentação. ⁴ interação (TSil x P). ⁵ Bactérias do ácido lático.

Tabela 3 - População de bactérias do ácido láctico (BAL) de silagens de milho e guandu em diferentes períodos de fermentação

Silagens	Períodos de fermentação (dias)				
	3	7	14	21	42
	BAL (log de UFC/g)				
SM	9,1a	9,01	8,57b	8,39b	6,43d
G10	9,29a	8,91	8,73b	8,17b	7,50c
G20	9,24a	9,26	8,45b	8,58b	7,50c
G30	9,25a	9,04	8,78b	8,56b	8,20b
SG	8,4b	8,94	9,16a	9,16a	9,23a

Não houve efeito de interação TSil*P ($P>0,05$; Tabela 2) para as variáveis MS, pH, enterobactérias, fungos e leveduras, assim como não houve efeito de TSil sobre a população de fungos e leveduras (Figura 1). Houve efeito dos tipos de silagens sobre a MS, pH e enterobactérias (Figura 2). Maior teor de matéria seca foi observado

para SM e menor para SG. O pH foi maior nas silagens mistas com maior proporção de guandu. A população de enterobactérias apresentou maior contagem na silagem exclusiva de guandu, não sendo observada diferença significativa nas demais silagens.

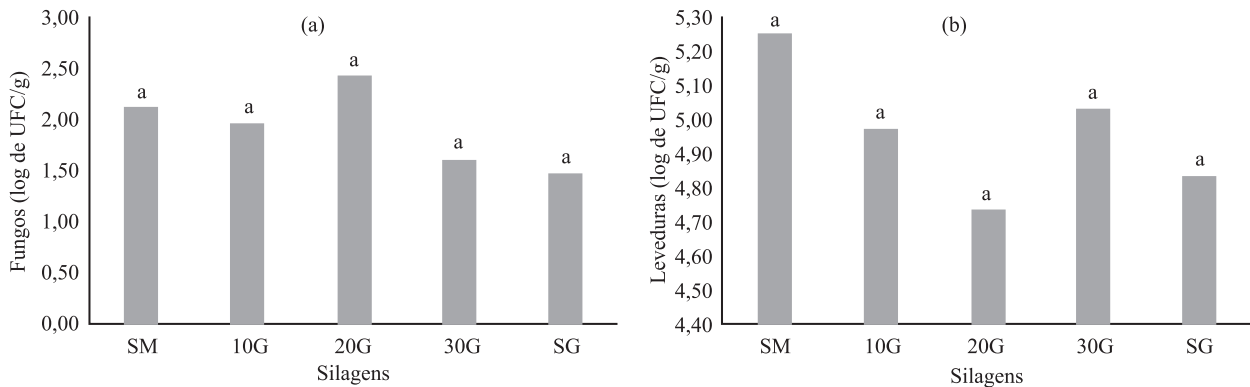


Figura 1 - Efeito dos tipos de silagens sobre a população de fungos (a) e leveduras (b).

SM = Silagem de milho; G10 = Silagem de milho com 10% de guandu; G20 = Silagem de milho com 20% de guandu; G30 = Silagem de milho com 30% de guandu; SG = Silagem de guandu. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD ($P<0,05$).

A composição química e o perfil fermentativo aos 42 dias de fermentação são apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Não houve efeito dos tipos de silagens sobre o EE ($P>0,05$; Tabela 4). O conteúdo de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (NH_3), o pH e a FDNcp foram superiores para silagem de guandu exclusiva, não havendo diferença significativa para demais silagens. Houve aumento nos teores de lignina e MM e redução do

CNF nas silagens com maior proporção de guandu, sendo o maior teor de lignina e o menor teor de CNF observado para silagem exclusiva de guandu. Houve aumento nos teores de PB das silagens com maior proporção de guandu, sendo maior na SG. Apesar de apresentar valores numéricos maiores, não houve diferença significativa para PB nas silagens G10 e G20 em relação à SM.

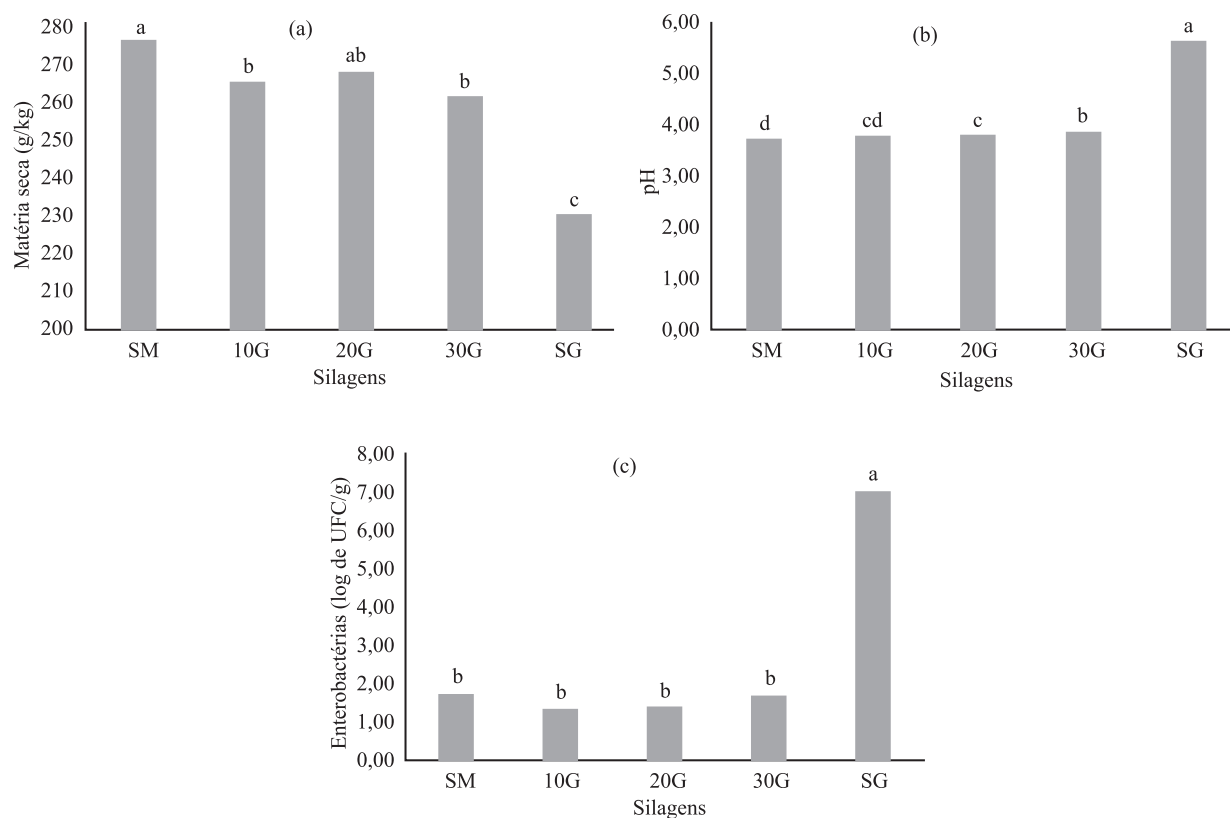


Figura 2 - Efeito dos tipos de silagens sobre o conteúdo de matéria seca (a), pH (b) e população de enterobactérias (c).

SM = Silagem de milho; G10 = Silagem de milho com 10% de guandu; G20 = Silagem de milho com 20% de guandu; G30 = Silagem de milho com 30% de guandu; SG = Silagem de guandu. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$).

Tabela 4 - Composição química (g/kg de MS) de silagens mistas de milho e guandu aos 42 dias de fermentação

Variável	Silagens					EPM ¹	p-valor
	SM	G10	G20	G30	SG		
Composição química e pH							
Proteína bruta	74,9c	77,6c	89,0bc	96,9b	135,2a	4,5	< 0,01
FDNcp	467,7b	486,2b	483,1b	503,3b	627,4a	17,6	< 0,01
Extrato etéreo	19,5	24,1	27,0	25,3	26,2	4,8	0,820
Matéria mineral	50,0b	49,7b	48,9b	52,0ab	57,0a	1,3	0,010
CNF	387,9a	362,2ab	351,8ab	322,2b	154,1c	14,8	< 0,01
Lignina	35,3c	46,9c	61,5bc	86,9b	199,6a	9,8	< 0,01
NH ₃ (% do N total)	5,98b	5,37b	5,81b	8,41b	39,45a	3,55	< 0,01
pH	3,67b	3,68b	3,74b	3,80b	5,57a	0,06	< 0,01

¹ Erro padrão da média.

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste LSD a 0,05 de probabilidade para o erro tipo I.

FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = Carboidratos não fibrosos.

Tabela 5 - Produção de efluente (PE), produção de gases (PG) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens mistas de milho e guandu aos 42 dias de fermentação

Variável	Silagens					EPM ¹	p-valor
	SM	G10	G20	G30	SG		
pH, perdas fermentativas e recuperação de matéria seca							
PE (kg/ton. MV)	1,50	1,33	1,13	1,50	1,20	0,26	0,81
PG (% da MS)	3,00	2,70	2,56	2,36	3,90	0,68	0,57
RMS (%)	98,31	98,02	97,18	96,51	90,94	2,63	0,32

¹ Erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste LSD a 0,05 de probabilidade para o erro tipo I.

As variáveis PE, PG e RMS não foram afetadas pelos tipos de silagens ($P > 0,05$; Tabela 5).

DISCUSSÃO

A maioria das silagens é feita com teor de matéria seca entre 200 a 500 g/kg de matéria natural (MUCK, 2010). Em nosso estudo os valores para o milho e guandu no momento da ensilagem foram de 281 g/kg e 242 g/kg, respectivamente (Tabela 1).

As populações microbianas das plantas de guandu antes da ensilagem foram semelhantes às encontradas para silagem de alfafa (SILVA et al., 2016; NASCIMENTO AGARUSSI et al., 2019).

A redução no teor de matéria seca observada nas silagens com maior proporção de guandu (Figura 2) deve-se ao menor conteúdo de matéria seca presente na leguminosa no momento da ensilagem (Tabela 1).

Conforme esperado, o pH foi maior com a maior participação do guandu nas silagens. Em nosso estudo os valores encontrados para silagem de milho exclusiva e silagens mistas foram semelhantes aos descritos para silagem de milho (KUNG et al., 2018). Esses mesmos autores mencionam valores de pH para silagens de leguminosas variando de 4,3-5,0. A silagem exclusiva guandu apresentou pH de 5,63. Valor semelhante foi encontrado em silagem exclusiva de soja (CARPICI, 2016) due to its unpleasant odour and relatively high butyric acid content, soybean silage is not readily preferred by animals. Because it does not have a regular fermentation, easily fermented forage resources are needed to obtain quality silage. To improve the quality of the silage, soybeans can be mixed with an appropriate amount of maize (*Zea mays* L.. Os maiores valores de pH encontrado para silagem de guandu pode ser explicado por sua maior proporção de nitrogênio amoniacal

que pode levar a uma fermentação prolongada e dificultar a acidificação da massa (KUNG; SHAVER, 2004) e também ao menor conteúdo de carboidratos solúveis.

O maior teor de proteína bruta encontrado para silagem exclusiva de guandu deve-se ao maior conteúdo desse nutriente na planta. Valor semelhante foi encontrado por PEREIRA et al. (2019) avaliando silagem mista de cana-de-açúcar e guandu. A silagem mista com 30% de guandu apresentou maiores valores de proteína bruta em relação à silagem de milho, todavia não houve diferença significativa para silagens com 10% ou 20% de guandu. Avaliando silagens mistas de milho e soja, Carpici (2016) encontrou diferenças para os níveis de 10% e 20% de soja na silagem de milho, todavia a silagem de soja exclusiva em seu estudo apresentou o valor de 17,43% de PB, superior ao valor encontrado para silagem de guandu, de 13,52%.

O teor de matéria mineral foi maior para as silagens exclusivas de guandu e silagem mista com 30% de guandu, sendo que esses valores estão de acordo com relatos da literatura, pois as leguminosas possuem maior conteúdo de minerais (WARD, 2011).

A concentração de lignina encontrada para silagem de guandu foi semelhante a encontrada por PEREIRA et al. (2019). O maior teor de lignina nas silagens mistas deve-se ao fato das leguminosas apresentarem maior conteúdo de lignina na parede celular (Van Soest, 1994).

O maior conteúdo de FDNcp encontrado para a silagem guandu deve principalmente à sua maior concentração de lignina. Não foram observadas diferenças significativas das silagens mistas para silagem de milho.

Não houve diferença do teor de nitrogênio amoniacal das silagens mistas para silagem de milho, demonstrando que silagens mistas tiveram um bom processo fermentativo. A silagem de guandu apresentou alto valor, demonstrando ter ocorrido grande atividade



proteolítica, provavelmente por sua maior umidade e atividades de clostrídeos (KUNG et al., 2018).

A população de bactérias do ácido láctico variam em uma ampla faixa (PAHLOW et al., 2003). As bactérias do ácido láctico geralmente estão associadas a fermentações que levam ao maior declínio do pH; todavia, a maior presença desses microrganismos na silagem de guandu não foi suficiente para promover grande queda do pH, provavelmente pela maior presença de nitrogênio amoniacal.

As enterobactérias são os principais concorrentes das bactérias do ácido láctico pelos carboidratos da planta. Seu principal produto de fermentação é o ácido acético, não láctico. Assim, sua fermentação é menos desejável do que a das bactérias do ácido láctico (MUCK, 2010). Uma pequena quantidade de enterobactérias foi observada na silagem de milho e nas silagens mistas, não havendo diferença entre elas. Já a silagem de guandu apresentou valor de 6,99 UFC/g, valor indesejável para uma silagem de boa qualidade. Isso se explica porque as enterobactérias são sensíveis ao pH abaixo de 4,5 (PAHLOW et al., 2003).

Todas as silagens apresentaram fungos e leveduras, não havendo diferenças entre elas. A presença desses fungos e leveduras indica que a concentração de ácidos, especialmente o acético, não foi suficiente para controlar esses microrganismos e por que alguns gêneros podem crescer em pH mais baixo (PAHLOW et al., 2003).

Não foram observadas diferenças quanto às perdas por gases, perdas por efluentes e consequentemente recuperação de matéria seca entre as silagens. Isso se explica possivelmente porque mesmo havendo diferenças quanto aos parâmetros fermentativos, esses não provocaram grandes perdas nas silagens.

CONCLUSÕES

A mistura do guandu ao milho aumenta o teor de proteína da silagem, não alterando seus parâmetros fermentativos. A produção da silagem exclusiva de guandu não é indicada devido às suas fermentações indesejáveis. É indicada a produção da silagem mista com a proporção de 30% de guandu para aumentar a proteína da silagem de milho.

LITERATURA CITADA

Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). *Official methods of analysis*. 15th ed. Arlington: AOAC International, 1990.

ALONSO, V. A.; PEREYRA, C. M.; KELLER, L. A.; DALCERO, A. M.; ROSA, C. A.; CHIACCHIERA, S. M.; CAVAGLIERI, L. R. Fungi and mycotoxins in silage: an overview. *Journal of Applied Microbiology*, v. 115, n. 3, p. 637-643, set. 2013.

ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; BUZZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. Crop rotation, green manure and nitrogen fertilizers in upland rice under no-tillage. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 48, n. 2, p. 153-162, 1 abr. 2018.

BERNARDES, T. F.; CHIZZOTTI, F. H. M. Technological innovations in silage production and utilization. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 13, n. 3, p. 629-641, 2012.

CARELLOS, D. C. *Avaliação de cultivares de feijão-guandu (Cajanus cajan (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG*. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV, 2013. 114p.

CARPICI, E. B. Nutritive values of soybean silages ensiled with maize at different rates. *Legume Research - An International Journal*, v. 39, n. OF, p. 810-813, 2016.

CONTRERAS-GOVEA, F.; MARSALIS, M.; ANGADI, S.; SMITH, G.; LAURIAULT, L. M.; VANLEEUEWEN, D. Fermentability and nutritive value of corn and forage sorghum silage when in mixture with lablab bean. *Crop Science*, v. 51, n. 3, p. 1307-1313, 2011.

COELHO, A. M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (ed. tec.). *A Cultura do milho*. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 517

CQBAL 4.0. *Tabela de composição química e bromatológicas de alimentos*. 2017-2018. Disponível em: < <http://www.cqbal.com.br> >. Acesso em: 11/11/2019

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVÉDO, J. A. G. (Ed.) *Métodos para análise de alimentos*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D.; LUCK, B. D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 3937-3951, 2018.

- JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, p. 101-119, 2007
- KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHIMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 1 maio 2018.
- KUNG, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on Forage*, v. 3, n. 13, p. 1-5, 2004.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996
- MCDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. *The biochemistry of silage*. [s.l.] Chalcombe, 1991.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MUCK, R. E. Microbiologia da silagem e seu controle com aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. Suppl. 1, p. 183-191, jul. 2010.
- MUCK, R. E.; NADEAU, E. M. G.; MCALLISTER, T. A.; CONTRERAS-GOVEA, M. C.; KUNG, L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 3980-4000, maio 2018.
- NASCIMENTO AGARUSSI, M. C.; PEREIRA, O. G.; PAULA, R. A.; SILVA, V. P.; ROSEIRA, J. P. S.; SILVA, F. F. Novel lactic acid bacteria strains as inoculants on alfalfa silage fermentation. *Scientific Reports*, v. 9, n. 8007, 1 dez. 2019.
- OKUDA, H.; FUGI, S.; KAWASHIMA, Y. A direct colorimetric method for blood ammonia. *Journal of Experimental Medicine*, v.12, n.1, p.11-23,1965.
- PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. H. O.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds) *Silage science and technology*. Edition: Agronomy 42. American Society of Agronomy, p. 31-93, 2003.
- PEREIRA, D. S.; LANA, R. P.; COSTA, Y. K. S. Chemical composition and fermentative losses of mixed sugarcane and pigeon pea silage. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, v. 41, n. 1, p. 1-5, 2019.
- SANTOS, L. E.; OLIVEIRA, M. N. V.; RUFINO, L. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G. Microbial characterization of *Arachis pintoi* and its silages at different fermentation periods. *Molecular Biology Reports*, v. 46, n. 5, p. 5019-5024, 1 out. 2019.
- SILVA, V. P.; PEREIRA, O. G.; LEANDRO, E. S.; SILVA, T. C.; RIBEIRO, K. G.; MANTOVANI, H. C.; SANTOS, S. A. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 3, p. 1895-1902, 2016.
- SINGH, F.; DIWAKAR, B. *Nutritive value and uses of pigeon pea and groundnut*. Skill development, series no. 14. Patancheru, Andhra Pradesh, India: ICRISAT Human Resource Development Program, 1993. 44p.
- WARD, R. Analyzing silage crops for quality: What is most important? In: *Proc. Western Alfalfa and Forage Conference*. Univ. California, Davis, Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, Davis, 2011. p. 46-65.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminants*. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

Recebido para publicação em 08/01/2024, aprovado em 15/07/2024 e publicado em 30/07/2024.

