

ROMULO MATOS DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DE SILAGEM DE MILHO PRODUZIDA POR PEQUENOS
PRODUTORES NA REGIÃO DE PARACATU, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Odilon Gomes Pereira

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de
Viçosa - Campus Viçosa

T

S237c Santos, Romulo Matos dos, 1979-
2020 Caracterização de silagem de milho produzida por pequenos
produtores na região de Paracatu, Minas Gerais / Romulo Matos dos
Santos. - Viçosa, MG, 2020.
26 f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Odilon Gomes Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 21-23.

1. Milho - Cultivo. 2. Milho - Silagem. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.15


ROMULO MATOS DOS SANTOS


**CARACTERIZAÇÃO DE SILAGEM DE MILHO PRODUZIDA POR PEQUENOS
PRODUTORES NA REGIÃO DE PARACATU, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 13 de novembro de 2020.

Assentimento:


Romulo Matos dos Santos
Autor


Odilon Gomes Pereira
Orientador

DEDICO

À minha esposa Elaine Santana Silva, fonte de amor, companheirismo, apoio e compreensão em todo o período do curso.

Às minhas filhas Lívia Santana Matos e Lara Santana Matos, com as quais compreendi o que é sentir o amor incondicional, que é ilimitado e extraordinário em todos os aspectos. Obrigado, filhas, pois vocês me ensinaram esse amor.

Aos meus pais Marli Matos dos Santos e Eurico Afonso dos Santos, cujo amor e apoio têm direcionado a minha trajetória.

À minha irmã Adriene Matos dos Santos e aos meus irmãos Rosene Matos dos Santos e Ronald Matos dos Santos, cuja amizade, incentivo e companheirismo me fortalecem.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por mais esta etapa da minha vida.

Ao meu orientador Professor Dr. Odilon Gomes Pereira, pela disponibilidade, paciência e pelos ensinamentos ao me orientar.

À Professora Dra. Karina Guimarães Ribeiro e à Dra. Vanessa Paula da Silva, pela disponibilidade em participarem da banca e pelas ajudas na correção da dissertação.

Ao Professor Dr. Fabyano Fonseca e Silva, pelo apoio nas análises estatísticas.

Ao Alberto Jefferson da Silva Macêdo e ao José Flavio Moreira, pela ajuda na condução das análises no Laboratório de Forragicultura e Microbiologia da Silagem do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Ao Secretário de Agricultura do município de Paracatu, MG, Sr. Everton Luís da Silva, pela ajuda no contato com os agricultores que participaram do projeto desta dissertação.

A todos os professores do Mestrado Profissional em Zootecnia da UFV, por terem sido essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

A todos os agricultores que participaram deste trabalho, pela colaboração e disponibilidade.

À Universidade Federal de Viçosa, pelo curso e estrutura oferecidos.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização desta pesquisa.

“Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.”

BIOGRAFIA

ROMULO MATOS DOS SANTOS, filho de Eurico Afonso dos Santos e Marli Matos dos Santos, nasceu no município de Vespasiano, MG, no dia 4 de novembro de 1979.

Em 2003, ingressou no curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no município de Montes Claros, MG, concluindo-o em 2008.

No período de 2008 a 2010, trabalhou na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) como servidor público, atuando no Laboratório de Física do solo.

Em 2010, ingressou como servidor público no Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Paracatu, atuando como Engenheiro-Agrônomo.

Também em 2010, iniciou o curso de Pós-Graduação *Lato sensu* em Formas Alternativas de Energia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), concluindo-o em 2011.

Em 2017, ingressou no Programa de Mestrado Profissional em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se à defesa da Dissertação em novembro de 2020.

RESUMO

SANTOS, Romulo Matos dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2020. **Caracterização de silagem de milho produzida por pequenos produtores na região de Paracatu, Minas Gerais.** Orientador: Odilon Gomes Pereira.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a produção e qualidade de silagens de milho em propriedades leiteiras de pequenos produtores da cidade de Paracatu, MG. Foram visitadas 30 propriedades, escolhidas aleatoriamente, sendo aplicados aos seus proprietários questionários com perguntas relacionadas ao perfil da propriedade e às suas práticas de ensilagem. Duas amostras de silagem de cada propriedade foram coletadas. Na primeira amostra foram analisados Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), Digestibilidade *in Vitro* da Matéria Seca (DMS), Energia Digestível (ED) e Energia Metabolizável (EM). A segunda amostra foi utilizada para análise de pH e de nitrogênio amoniacal (N-NH₃). As fazendas foram agrupadas em classes pelo Proc Cluster e pelo Método do Centroide (Centroid Method) do pacote estatístico SAS, em que a área plantada e o tamanho da propriedade foram utilizados para a formação dos clusters. As fazendas foram agrupadas em três clusters. Após o agrupamento, foram usados o PROC MIXED e o teste de Tukey (P<0,05), para a comparação das médias. As silagens das fazendas agrupadas no Cluster 2 apresentaram maiores teores de MS e NDT, assim como maiores DMS, ED e EM (P<0,05). Nesse cluster, também foi registrado menor (P<0,05) teor de FDA. Não houve diferença (P>0,05) entre os clusters quanto às variáveis FDN, MM, PB, EE, pH e N-NH₃. Assim, as propriedades de pequenos produtores da região de Paracatu, MG, de tamanho médio e com área plantada de 124,5 e com 9,2 ha, respectivamente, apresentam silagens de milho com melhores características nutricionais. O processo de produção de silagem nas propriedades avaliadas caracteriza-se por apresentar ausência de consultoria técnica e a dependência de maquinário alugado ou cedido por programa assistencial.

Palavras-chave: Silagem. Milho. Propriedades.

ABSTRACT

SANTOS, Romulo Matos dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2020. **Characterization of corn silage produced by small farmers in the region of Paracatu, State of Minas Gerais.** Advisor: Odilon Gomes Pereira.

The objective of this work was to characterize the production and quality of corn silages in dairy farms of small producers in the city of Paracatu, State of Minas Gerais. Thirty farms were visited, chosen at random, and questionnaires were applied to their owners with questions related to the property's profile and its silage practices. Two silage samples from each property were collected. The following were evaluated in the first sample: Dry Matter (DM), Mineral Matter (MM), Crude Protein (CP), Ether Extract (EE), Acid Detergent Fiber (FDA), Neutral detergent fiber (NDF), Total Digestible Nutrients (NDT)), In Vitro Dry Matter Digestibility (DMS), Digestible Energy (ED) and Metabolizable Energy (EM). The second sample was used for the analysis of pH and ammoniacal nitrogen (N-NH₃). The farms were grouped into classes using the Proc Cluster and the Centroid Method of the SAS statistical package, in which the cropped area and the size of the property were used to form the clusters. The farms were grouped into three clusters. After grouping, the PROC MIXED and the test of Tukey (P <0.05) were used to compare the means. The silages of the farms grouped in Cluster 2 showed higher levels of DM and NDT, as well as higher DMD, DE, and ME (P <0.05). A lower (P <0.05) ADF content was also recorded in this cluster. No difference (P> 0.05) was observed between the clusters regarding the variables NDF, MM, CP, EE, pH, and N-NH₃. Therefore, in the region of Paracatu, State of Minas Gerais, the properties of small farmers of medium size and with a planted area of 124.5 and 9.2 ha, respectively, have corn silages with better nutritional characteristics. The silage production process in the evaluated farms is characterized by the absence of technical consultancy and the dependence on machinery rented or provided by an assistance program.

Keywords: Corn. Farm. Silage.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	METODOLOGIA	11
2.1	Análises laboratoriais.....	11
2.1.1	Composição química	11
2.1.2	Perfil de fermentação.....	12
2.1.3	Análises estatísticas	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1	Composição químico-bromatológica das silagens.....	13
3.2	Perfil das propriedades	15
3.3	Práticas de ensilagem.....	17
4	CONCLUSÃO	20
	REFERÊNCIAS	21
	ANEXOS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A utilização de forragens conservadas, principalmente silagem, está presente na maioria das propriedades leiteiras devido à sazonalidade da produção forrageira. Nesse contexto, têm-se elevada produtividade no período chuvoso e baixa produtividade no período seco, quando o crescimento das gramíneas forrageiras é drasticamente reduzido em decorrência das condições climáticas prevalecentes. O fornecimento de silagem nesse período de entressafra das pastagens é de grande importância para a suplementação volumosa do rebanho e se tornou alternativa aos produtores de leite para manterem a produtividade e alcançarem preços mais elevados de seus produtos.

O milho é uma gramínea que contém alto teor de energia por hectare e apresenta ótimas características fermentativas na produção de silagem, o que torna a silagem de milho uma das melhores opções de dieta à base de volumoso para ruminantes no período seco (GODOI, 2010).

A alimentação de vacas em lactação pode representar até 70% dos custos da produção leiteira (COSTA; BREZOLIN, 2014). No entanto, a silagem, quando comparada com alimentos concentrados, tem pouca representatividade nos custos de produção, embora possam ocorrer limitações para a produção animal caso a silagem apresente baixa qualidade.

Portanto, o estudo das etapas do processo de produção de silagem é fundamental para a cadeia de produção e não compreende somente a fase de campo. É necessário que a massa produzida seja utilizada de maneira adequada, garantindo que os nutrientes das plantas cheguem aos animais com o mínimo de perdas (CARVALHO *et al.*, 2013).

Os cuidados na produção de silagem devem abranger desde o manejo agrônomico da cultura até a sua confecção e utilização, com o emprego de tecnologia adequada. Dessa forma, garante-se o retorno do elevado investimento (JOBIM *et al.*, 2002). Compactação deficiente, vedação inadequada e descarregamento incorreto resultam em silagem de baixa qualidade. Esse comportamento, frequente em muitas propriedades, aumenta o custo de produção e, conseqüentemente, diminui a eficiência do sistema.

Carvalho (2016), avaliando silagens de milho em fazendas leiteiras na cidade de Patos de Minas, MG, verificou que as propriedades com baixa produção de leite são caracterizadas por ausência de consultoria técnica e tendem a apresentar painéis de silos desuniformes, com a retirada manual e maior descarte (perda) de silagem.

A qualidade da silagem tem relação direta com a sua eficiência de uso na nutrição de ruminantes e é direcionada por características intrínsecas à planta utilizada e a fatores relacionados à produção e uso dessa silagem. As porções vegetativas, o estágio de maturidade na colheita e o híbrido do milho empregado influenciam os teores de Matéria Seca (MS), de carboidratos solúveis e de outras substâncias nitrogenadas dessa planta e o seu poder tampão. Esses itens, juntamente com o manejo de confecção do silo, as condições climáticas (DEMINICIS *et al.*, 2009), a duração do período de conservação da silagem e o seu manejo após a abertura do silo (JOBIM *et al.*, 2002), vão refletir na qualidade final da silagem.

O adequado teor de MS de qualquer forrageira a ser ensilada é importante para o controle de fermentações indesejáveis no silo, a exemplo do teor de MS que favorece a ingestão da silagem de milho (JOBIM *et al.*, 2002).

O termo “qualidade da silagem” refere-se à natureza do processo fermentativo do material ensilado. Não existe um critério único para classificar uma silagem como boa ou pobre. No entanto, uma série de fatores comumente associados à qualidade, como pH e concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e de ácidos orgânicos, é comumente empregada para compreender a natureza do processo fermentativo (TOMICH *et al.*, 2003).

Assim, objetivou-se caracterizar a qualidade de silagens de milho, bem como os aspectos relativos aos processos de produção e conservação dessas silagens em propriedades de pequenos produtores da região de Paracatu, MG.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no município de Paracatu, que possui área de 8.229,595 km² e está situado no Noroeste do estado de Minas Gerais, cujo clima é classificado como Aw, segundo a classificação de Koppen, com concentração da pluviosidade no verão. As médias anuais de temperatura e precipitação são de 23,1 °C e 1.305 mm, respectivamente.

Trinta propriedades, constituídas por pequenos produtores, foram selecionadas aleatoriamente para avaliação da produção, conservação e qualidade de silagens de milho. Questionários com perguntas relacionadas às propriedades e características referentes ao processo de ensilagem e abertura dos silos (ANEXO I) foram aplicados aos produtores. Amostras de silagem coletadas de cada propriedade foram retiradas de cinco pontos do painel do silo e homogeneizadas, para a obtenção de duas amostras compostas, uma destinada a avaliações químicas e a outra para determinação de pH e amônia.

2.1 Análises laboratoriais

O material coletado foi mantido a -20 °C e, posteriormente, enviado ao Laboratório CAMPO, onde foram realizadas as análises para determinação da composição química das silagens. As análises de pH e amônia foram realizadas no Laboratório de Forragicultura da UFV.

2.1.1 Composição química

Após o descongelamento em temperatura ambiente, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C, por 72 h, e, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm. Nessas amostras foram determinados os teores de MS total (método 934,01), de Proteína Bruta (PB) (método 984,13), de Matéria Mineral (MM) (método 942,05), de Extrato Etéreo (EE) (920,39) e de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA) (método 973,18), como descrito pela AOAC (1990). O teor de Fibra insolúvel em Detergente Neutro (FDN) foi obtido com o uso de α -amilase termoestável, sem o sulfito de sódio, sendo o valor

obtido corrigido para cinzas (MERTENS, 2002) e nitrogênio (LICITRA *et al.*,1996) residuais. O teor de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) foi estimado de acordo com equações do NRC (2001).

2.1.2 Perfil de fermentação

As análises referentes ao perfil de fermentação das amostras de silagens (pH e [N-NH₃]) foram realizadas a partir de um extrato aquoso, obtido após a homogeneização de 25 g de amostra de silagem em 225 mL de Ringer's Solution Estéril (Oxoid, Hampshire England) em liquidificador industrial, durante 1 min. Imediatamente após o preparo, o pH do extrato aquoso foi mensurado com o auxílio de um potenciômetro (TECNAL, SP, BRAZIL, s.d.).

Uma porção do extrato aquoso foi filtrada e acidificada com ácido sulfúrico 1:1 e armazenada em *freezer* a -20 °C, para posteriores análises de N-NH₃ pelo método fenol-hipoclorito (WEATHERBUM, 1967).

2.1.3 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando-se o pacote estatístico SAS (versão 9.4. SAS Sistem Inc., Cary, NC, USA). As fazendas foram agrupadas em classes com o emprego do Proc Cluster e do método do Centróide (Centroid Method). A área plantada e o tamanho da propriedade foram utilizados para a formação dos clusters, com um total de três, conforme descrito a seguir:

Cluster 1: Fazendas 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 27, 28 e 30.

Cluster 2: Fazendas 4, 6, 11, 12, 14, 15, 20, 23, 24 e 29.

Cluster 3: Fazendas 7 e 13.

A área plantada e o tamanho das propriedades foram de 5,14 ha e 46,22 ha; 9,2 ha e 124,5 ha; e 11 ha e 367,5 ha, respectivamente para os Clusters 1, 2 e 3.

Após a análise de cluster ou agrupamento, foram utilizados o Proc Mixed e o teste de Tukey ($P < 0,05$), para comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição químico-bromatológica das silagens

As médias dos clusters para as características avaliadas são mostradas na Tabela 1. Foi observada diferença ($P < 0,05$) entre clusters das seguintes variáveis: MS, FDA, NDT, DMS, ED e EM.

Os teores de MM, PB, EE, FDN, pH e N-NH₃ das silagens não diferiram ($P > 0,05$) entre os clusters.

Tabela 1 – Composição químico-bromatológica das silagens em função de cluster

Item	Cluster ³			P-valor
	1	2	3	
Matéria seca, %	29,89 b	35,53 a	30,50 ab	0,03
Matéria mineral ¹	5,16	5,04	5,29	0,88
Proteína bruta ¹	6,09	6,05	6,58	0,61
Extrato etéreo ¹	1,85	2,54	1,65	0,12
Fibra em detergente ácido ¹	40,39 a	34,11 b	39,70 ab	0,01
Fibra em detergente neutro ¹	63,47	58,09	60,86	0,06
NDT, % ²	59,57 b	63,96 a	60,06 ab	0,01
DMS, % ²	57,44 b	62,33 a	57,98 ab	0,01
Energia digestível	2,63 b	2,82 a	2,65 ab	0,01
Energia metabolizável	2,15 b	2,31 a	2,17 ab	0,01
pH	3,69	3,82	3,59	0,19
N-NH ₃ , %NT ²	1,86	1,82	1,87	0,99

¹MM, PB, EE, FDA e FDN = % da MS.

²NDT = Nutrientes Digestíveis Totais; DMS = Digestibilidade da Matéria Seca; e N-NH₃ = Nitrogênio Amoniacal em relação ao nitrogênio total.

³Cluster 1 = Área plantada: 5,14 ha; Tamanho propriedade: 46,22 ha; e N = 18. Cluster 2 = Área plantada: 9,20 ha; Tamanho da propriedade: 124,50 ha; e N = 10. Cluster 3 = Área plantada: 11,00 ha; Tamanho da propriedade: 367,50 ha e N = 2.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Elaboração do autor.

As silagens do Cluster 2 apresentaram maior ($P < 0,05$) teor MS em relação ao Cluster 1. Se aceitarmos a hipótese de que o teor de MS da silagem reflete aquele da planta antes da ensilagem, podemos inferir que apenas as fazendas do Cluster 2 colheram o milho no estágio adequado de maturidade, cuja MS deve ser de 35% (JOBIM *et al.*, 2002). Kung *et al.* (2018) demonstraram que silagens de milho com teor de MS inferior a 30% apresentam maior teor de ácido acético. Silagens com teores elevados de ácido acético são o resultado de fermentações indesejáveis, realizadas pelas enterobactérias, clostrídeos e bactérias do ácido láctico heterofermentativas (McDONALD *et al.*, 1991). É importante destacar que apenas 72, 40 e 50% das propriedades dos Clusters 1, 2 e 3, respectivamente, realizam análise de MS antes da ensilagem.

Os clusters diferiram quanto à concentração de FDA das silagens, que variou de 34,11 a 40,39%. O teor de FDA do alimento está associado à sua digestibilidade, pois representa as frações de celulose e lignina. Esta última é uma fração não digestível e confere resistência à planta. Assim, quanto menor a fração FDA, melhor a digestibilidade da silagem. Os valores encontrados nesta pesquisa estão acima dos recomendados para silagem de milho de boa qualidade ($FDA < 30\%$), segundo Melo *et al.* (1999).

O teor de FDN da silagem influencia o seu consumo pelos animais, pois está diretamente relacionado à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo. Na silagem, o teor de FDN está associado a fatores como ciclo da cultura, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros (CRUZ, 1998), e é indicativo de qualidade total da fibra do volumoso (ROSA *et al.*, 2004).

As médias dos valores de FDN foram de 63,47%; 58,09%; e 60,86%, para os Clusters 1, 2 e 3, respectivamente. Esses valores são superiores aos 56,87% reportados por Santos (2016) para a silagem de milho.

O teor médio de PB da silagem deste estudo foi de 6,24%, valor esse próximo do encontrado por Santos (2016), de 7,07%. Também, foi observada variação entre 5,5% e 9,8% em amostras oriundas das mesorregiões Sul, Sudoeste e Campo das Vertentes do estado de Minas Gerais.

Silagens de milho normalmente apresentam, em média, teores de proteína entre 7% e 8% quando oriundas de plantas cultivadas em boas condições. No entanto, fatores como grau de maturidade da planta na colheita, proporção de grãos na planta e perfil fermentativo podem afetar negativamente esses valores (KEPLIN,

1992). Silagem com baixo teor de PB é consequência da degradação por microrganismos indesejáveis, como *Clostridium* spp. ou enzimas vegetais, com produção de aminas e N-NH₃ (BOLSEN, 1995). Em contrapartida, silagem com alto teor de PB pode ser resultado de colheita precoce da forrageira ou de adubação nitrogenada em excesso.

Neste trabalho, observou-se que os níveis energéticos das silagens, caracterizados pelos teores de NDT, foram de 59,57%; 62,33%; e 57,98%, para os Clusters 1, 2 e 3, respectivamente. Os valores encontrados estão próximos dos observados por Pimentel *et al.*(1998), que obtiveram valores entre 55,47% e 62,33% de NDT. De acordo com Keplin (1992), o adequado teor energético da silagem deve situar-se entre 64% e 70% de NDT. Contudo, o NDT das silagens em todos os clusters foi inferior a 64%, o que demonstra que os valores de NDT estão abaixo do esperado para silagens de milho.

O valor médio do pH das silagens foi 3,7. As amostras apresentaram valores de pH inferiores a 4,0 – dentro da faixa comumente encontrada em silagem de milho com teor de MS entre 30-40% (KUNG *et al.*, 2018).

O teor de N-NH₃ das silagens avaliadas variou de 1,82% a 1,87% entre os clusters, com média de 1,85% NH₃-NT (Tabela 1). A amônia é derivada do catabolismo de aminoácidos e ácidos graxos, por processos bioquímicos de deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução (McDONALD *et al.*, 1991). Concentrações de N-NH₃ maiores que 10%, em relação ao N total, são indicativos de silagens mal conservadas. Os valores encontrados neste estudo foram abaixo desse valor e, portanto, demonstram que ocorreu fermentação láctica (TOMICH *et al.*, 2003).

A composição químico-bromatológica das silagens avaliadas estão descritas no ANEXO II.

3.2 Perfil das propriedades

As propriedades avaliadas apresentaram áreas de 46,22 ha; 124,5 ha; e 367,5 ha, para os Clusters 1, 2 e 3, respectivamente. Essas propriedades da região são pequenas. No entanto, este trabalho foi direcionado para a agricultura familiar e para pequenos agricultores. Em média, as áreas utilizadas para produção de

silagem foram de 5,14 ha, 9,2 ha e 11 ha, para os Clusters 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 2).

A média de animais em lactação (Tabela 2) foi abaixo da encontrada por Santos (2016), que obteve 99 animais em lactação por propriedade (variação entre 8 e 1.000) nas mesorregiões mineiras Sul, Sudoeste e Campo das Vertentes; e por Carvalho (2016), entre 12 e 200 animais em lactação na região de Patos de Minas, MG. No entanto, devem-se levar em consideração as características das propriedades estudadas.

A média de produção de leite foi de 235,28; 309,00; e 190,00 L/dia, nos Clusters 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 2). Esses valores estão muito abaixo dos encontrados por Santos (2016), 1.401 L/dia.

Tabela 2 – Características associadas às propriedades

Variável	Média	Mínimo	Máximo
Área da propriedade (ha)			
Cluster 1	46,22	8	80
Cluster 2	124,5	100	180
Cluster 3	367,5	350	385
Área plantada (ha)			
Cluster 1	5,14	2,5	15
Cluster 2	9,20	3,0	20
Cluster 3	11,00	10	12
Vacas em lactação			
Cluster 1	18,67	7	40
Cluster 2	26,70	8	48
Cluster 3	32,00	20	44
Produção de leite L/dia			
Cluster 1	235,28	70	600
Cluster 2	309,00	120	680
Cluster 3	190,00	180	200
Produtividade animal L/dia			
Cluster 1	11,91	5,38	19,35
Cluster 2	11,69	5,00	15,50
Cluster 3	6,77	4,55	9,00

Fonte: Elaboração do autor.

3.3 Práticas de ensilagem

O tipo predominante de silo usado nas propriedades é o de superfície e representou 79, 80 e 100% nos Clusters 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). Essa preferência pode ser atribuída, principalmente, à topografia da região, a qual é plana e levemente ondulada. Nessa situação, a construção de silo tipo trincheira poderia elevar o custo da construção. Além disso, o silo de superfície permite fácil instalação nas proximidades do local de alimentação dos animais.

Quando questionados sobre a origem do maquinário utilizado, 89%, 80% e 100% dos agricultores das propriedades classificadas nos Clusters 1, 2 e 3, respectivamente, responderam que suas máquinas eram alugadas ou cedidas pela prefeitura em Programa Assistencial à Agricultura Familiar e a Pequenos Produtores na produção de silagens (Tabela 3). Como 86% das propriedades estudadas dependem de equipamentos de terceiros, a colheita, em geral, é feita de acordo com a disponibilidade das máquinas e ocorre de forma precoce ou tardia, o que, em ambos os casos, gera efeitos negativos, como: colheita da planta com umidade fora da faixa recomendada e variação no valor nutritivo da silagem devido à fermentação inadequada e à interferência na logística da propriedade.

A maioria dos produtores entrevistados relatou que as facas das colheitadeiras são afiadas apenas no início da colheita da forrageira (Tabela 3). A prática de afiação das facas e contrafacas (facas côncavas e convexas) das máquinas contribui, em parte, para a obtenção de tamanho de partícula mais uniforme, o que favorece a compactação e o processo de fermentação (VIEIRA *et al.*, 2011).

A lona dupla face foi o tipo de cobertura de silo predominante (Tabela 3). A qualidade dos filmes utilizados na vedação dos silos é importante para limitar as perdas na camada superior deles (AMARAL *et al.*, 2011). A lona dupla face, por apresentar camada de plástico de coloração branca, reflete parte da luz solar incidente, permitindo menor aquecimento e menor entrada de oxigênio na massa. O uso de cobertura adicional sobre o filme plástico pode reduzir as perdas e melhorar a qualidade nutricional da silagem. Essa estratégia faz que a lona seja protegida da radiação solar e das intempéries climáticas, possibilitando menor degradação do filme plástico e a conseqüente menor probabilidade de interferência negativa na qualidade da silagem.

O tempo gasto para enchimento e vedação do silo foi de 2,17; 3,40; e 6,5 dias para os Clusters 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). A vedação do silo deve ocorrer o mais rápido possível, para evitar que a massa fique exposta ao ar e, assim, reduza o crescimento de microrganismos indesejáveis devido ao ambiente aeróbio.

Tabela 3 – Características inerentes a práticas de ensilagem

Variável	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Tipo de silo (%)			
Trincheira	21	20	-
Superfície	79	80	100
Origem do maquinário utilizado (%)			
Próprio	11	20	-
Alugado	33	50	100
Programa assistencial (Prefeitura)	56	30	-
Afiação das facas da colheitadeira (%)			
Início da ensilagem	33	50	100
Mais de uma vez ao dia	67	50	-
Tipo de cobertura (%)			
Lona preta	11	20	-
Dupla face	78	70	100
Dupla face + cobertura adicional	11	10	-
Tempo de enchimento do silo (dias)			
Média	2,17	3,40	6,50
Mínimo	1	1	5
Máximo	5	8	8
Tempo de armazenamento (dias)			
Média	114	125	75
Mínimo	32	90	60
Máximo	180	180	90
Taxa de retirada (cm)			
Média	40,83	44,00	30,00
Mínimo	20,00	25	20
Máximo	100	80	40

Fonte: Elaboração do autor.

O ciclo fermentativo da silagem de milho realizada adequadamente se completa com 21 dias. Após esse período, os principais processos fermentativos já ocorreram e a silagem se encontra em fase de estabilização (SOUZA *et al.*, 2018). O período de armazenamento das silagens avaliadas teve pouca variação entre os clusters (Tabela 3), e todos os silos permaneceram fechados pelo tempo necessário para a conclusão do processo de fermentação.

No descarregamento do silo, as taxas médias de retirada foram de 40,83; 44,00; e 30 cm, nos Clusters 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). Fato esse que atende à recomendação para silagens mais instáveis ou em condições de alta umidade e, ou, temperatura elevada, devendo ser removida uma camada de pelo menos 30 cm por dia, para a diminuição das perdas (BOLSEN, 2003).

4 CONCLUSÃO

Silagens de milho produzidas por pequenos produtores da região de Paracatu, MG, com propriedades de tamanho médio de 124,5 ha e área plantada de 9,2 ha, apresentam boas características nutricionais. O processo de produção das silagens é caracterizado pela dependência de maquinário alugado ou cedido por Programa Assistencial, pelo uso de silo de superfície coberto com lona dupla face e pela falta de assistência técnica.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; NUSSIO, L. G. **Estratégia de vedação de silos**: efeitos sobre o desempenho animal. [S.l. : s.n.t.], 2011. Disponível em: <http://www.atividaderural.com.br/artigos/4e189e73b8d4d.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 366 p.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

BOLSEN, K. K. Silage: basic principles. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (ed.). **Forages**. 5th. ed. Ames: Iowa State University, 1995. p. 163-76.

BOLSEN, K. K. Managing bunker, trench, and driver-over pile silages for optimum nutritive value: five important practices. **Edstern Dairy Management Conference**, n. 6, p. 27-33, 2003.

CARVALHO, I. Q.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C. **Tecnologia da produção de silagem de milho em sistemas de produção de leite**. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá – Centro de Ciências Agrárias, 2013. 96 p.

CARVALHO, R. M. de. **Avaliação da silagem de milho em fazendas leiteiras de Patos de Minas, MG**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 2016.

COSTA, C. P. N.; BREZOLIN, L. Um olhar empresarial na produção de leite. **Janus**, Lorena, SP, v. 10, n. 17, 2014.

CRUZ, J. C. Cultivares de milho para ensilagem. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1998. p. 93-114.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho – Características agronômicas e considerações. **Revista Electrónica de Veterinária**, Málaga, Espanha, v. 10, n. 2, p. 1-18, 2009.

GODOI, C. R.; SILVA, E. F. P. Silagem de milho como opção de volumoso aos ruminantes. **PUBVET**, Londrina, PR, v. 4, n. 14, ed. 119, art. 808, 2010.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php.

JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; GAI, V. F. Qualidade de forragens conservadas versus produção e qualidade do leite de vacas. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR, 2002. p. 98-122.

KEPLIN, L. A. S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. **Revisit Batavo**, Carambeí, n. 8, p. 16-9, 1992.

KUNG JUNIOR, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage**, Wisconsin, v. 3, n. 13, p. 1-5, 2001.

KUNG JUNIOR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4020-33, 2018.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v. 57, p. 347-58, 1996.

MARTIN, M. D.; KAISER, A. G.; PILTZ, J. W. Feeding silage. In: KAISER, A. G. *et al.* (ed.). **Successful silage**. 2nd. ed. Malborne: Department of Primary Industries and Dairy Australia, 2004. p. 254-73.

McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.

MELO, W. M. C.; PINHO, R. G. Von; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de cultivares de milho, para produção de silagem na Região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 23, n. 1, p. 31-9, jan./mar.1999.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amilase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.**, v. 85, 6, p. 1217-40, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev.ed. Washinton, D. C., 2001. 381 p.

NOVINSKI, C. O.; SOUZA, C. M. DE. **Caracterização bromatológica das silagens de milho no Brasil**. Curitiba: Centro de Pesquisas em Forragicultura (CPFOR) da Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: www.ensilagem.com.br.

PIMENTEL, J. J. O.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Efeito da suplementação proteica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 5, p. 1042-9, 1998.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos**: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010. 177 p. (Documentos, 306 – Embrapa).

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. *et al.* Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 302-12, 2004.

SANTOS, A. O. **Caracterização de silagens de milho produzidas em Minas Gerais e caracterização metabólica e genotípica de bactérias do ácido láctico isoladas dessas silagens**. 2016. 137 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2016.

SAS. **User's guide**: statistics version. Cary: SAS Institute, 1990. 846 p.

SOUZA, L. G.; BOTELHO, L. F. R.; COELHO, L. de. M. *et al.* **Avaliação do tempo de fermentação da silagem de milho sobre a qualidade bromatológica**. Goiânia, 2018. Disponível em: <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-1396.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens**: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2003. (Série Documentos da EMBRAPA).

Van SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VIEIRA, V. C. *et al.* Caracterização de silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 4, p. 462-9, 2011.

WEATHERBURN, M. W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Anal. Chem.**, v. 39, p. 971-4, 1967.

ANEXOS

ANEXO I – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRODUTORES VISITADOS

Dados da fazenda				
Nome:				
Proprietário:		Contato		
Localização:		Região		
Área aproximada:				
Assistência técnica:	Não () Sim () Qual?			
Composição do rebanho:	Vacas lactantes	Vacas secas	Novilhas	Bezerras
Produção diária de leite:				
Características do processo de ensilagem e desensilagem				
Híbrido plantado:				
Idade da cultura ao corte:				
Determinação da umidade:	Não () Sim () Como?			
Altura de corte da planta:				
Frequência de afiação das facas da ensiladora	Não é feito () Apenas início da ensilagem () Várias vezes durante a ensilagem () Quantas? ()			
Data da colheita:				
Tipo de silo:				
Capacidade do silo (m³):				
Distância da lavoura até o silo:				
Tipo de cobertura (lona):				
Manejo da lona	Não () Sim ()			
Tempo de enchimento dos silos:				
Tempo de fermentação:				
Avanço diário no painel:				
Origem do maquinário utilizado	Próprio () Alugado () Cedido ()			
Observações				

ANEXO II – COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DAS SILAGENS AVALIADAS

Fazenda	MS (%)	MM (%MS)	EE (%MS)	PB (%MS)	FDA (%MS)	FDN (%MS)	NDT	DMS	ED	EM	pH	% NH ₃ /NT
1	33,61	5,15	1,94	6,59	44,15	67,09	56,94	54,51	2,51	2,06	3,78	1,31
2	27,53	4,38	1,91	5,17	47,77	73,00	54,40	51,69	2,40	1,97	3,55	1,60
3	27,17	3,97	2,05	5,69	48,62	69,19	53,80	51,02	2,37	1,95	3,54	1,94
4	31,59	5,79	1,00	6,33	40,36	67,24	59,59	57,46	2,63	2,15	3,94	3,07
5	27,71	6,49	2,91	6,84	41,59	62,81	58,73	56,50	2,59	2,12	3,69	2,97
6	27,35	6,79	2,02	7,61	40,85	63,42	59,24	57,08	2,61	2,14	3,78	2,31
7	29,06	6,16	2,05	7,17	40,88	60,98	59,23	57,06	2,61	2,14	3,7	2,65
8	28,04	5,93	1,89	6,11	43,71	64,99	57,25	54,85	2,52	2,07	3,63	2,70
9	30,47	5,19	2,02	6,24	44,70	66,38	56,55	54,08	2,49	2,04	3,6	1,72
10	30,65	5,60	2,21	6,72	44,42	67,23	56,74	54,30	2,50	2,05	3,62	3,21
11	40,15	4,86	3,71	5,01	26,38	46,43	69,37	68,35	3,06	2,51	3,78	2,71
12	39,4	4,91	2,82	6,14	33,46	56,38	64,42	62,84	2,84	2,33	3,73	1,82
13	31,95	4,42	1,24	5,98	38,51	60,73	60,88	58,90	2,68	2,20	3,47	1,09
14	31,75	5,05	1,73	5,97	36,20	56,89	62,50	60,70	2,76	2,26	3,49	0,91
15	31,28	5,57	1,69	5,84	37,02	59,92	61,92	60,06	2,73	2,24	3,72	1,79
16	32,05	5,47	1,28	5,74	36,66	59,43	62,18	60,34	2,74	2,25	3,8	2,26
17	30,43	5,10	1,65	5,65	37,32	60,77	61,71	59,83	2,72	2,23	3,81	1,58
18	30,02	5,14	1,37	5,88	40,06	68,04	59,79	57,69	2,64	2,16	3,78	0,06
19	23,73	5,19	2,04	4,99	36,89	61,31	62,01	60,16	2,73	2,24	3,63	2,85
20	31,29	5,16	1,89	5,73	37,09	60,86	61,88	60,01	2,73	2,24	3,59	1,42
21	31,52	5,13	1,92	6,33	35,54	60,33	62,96	61,22	2,78	2,28	3,6	2,13
22	29,5	5,27	2,18	4,86	38,29	64,87	61,04	59,07	2,69	2,21	3,56	2,59
23	48,72	4,14	2,59	5,47	29,01	49,65	67,53	66,30	2,98	2,44	4,37	1,43
24	41,21	4,22	2,26	5,60	26,58	63,82	69,23	68,19	3,05	2,50	4,28	1,51
25	42,79	4,67	2,53	5,88	31,47	52,38	65,81	64,38	2,90	2,38	4,15	3,58
26	24,59	6,08	1,27	6,53	43,89	71,03	57,11	54,71	2,52	2,06	3,71	1,31
27	26,53	5,98	1,35	6,77	43,07	67,43	57,69	55,35	2,54	2,09	3,7	0,51
28	31,95	3,84	1,06	6,40	33,57	56,41	64,34	62,75	2,84	2,33	3,55	0,98
29	32,55	3,88	5,64	6,83	34,17	56,30	63,92	62,28	2,82	2,31	3,52	1,22
30	29,68	4,36	1,67	7,14	35,22	59,26	63,18	61,46	2,79	2,28	3,69	0,09