

# Uso de inoculante na silagem de cenoura e raiz de mandioca

*Use of inoculant in carrot and cassava root silage*

LARISSA INÁCIO SOARES DE OLIVEIRA

Discente do curso de Zootecnia (UNIPAM)  
E-mail: larissaiso@unipam.edu.br

FLÁVIO MOREIRA DE ALMEIDA

Professor orientador (UNIPAM)  
E-mail: flavioma@unipam.edu.br

---

**Resumo:** A alimentação dos animais representa o custo mais alto de produção. Uma forma de reduzir esse gasto é buscar alternativas como o uso de sobras de culturas. A ensilagem representa uma maneira de armazenar alimentos, e sua qualidade depende de uma fermentação eficiente, porém podem ocorrer perdas nutritivas no material ensilado. A utilização de aditivos torna-se uma boa opção, já que estes são responsáveis por melhorar os padrões fermentativos e inibir uma fermentação indesejável. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do uso do inoculante microbiano Silotrato® sobre as características bromatológicas, físicas e químicas de silagem de cenoura e de raiz de mandioca. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do UNIPAM. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos: silagem de cenoura sem inoculante (SCC), silagem de cenoura com inoculante (SCI), silagem de raiz de mandioca sem inoculante (SMC) e silagem de raiz de mandioca com inoculante (SMI). Para cada tratamento, foram utilizadas 3 repetições, totalizando-se 12 minissilos. Os parâmetros avaliados foram perdas por gases (% MS); produção de efluentes (kg t<sup>-1</sup> massa verde); recuperação de matéria seca (%); pH e análise bromatológica de matéria seca (MS), cinzas (MM), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF). Não houve diferenças significativas em nenhum dos parâmetros analisados. Concluiu-se que o uso do inoculante microbiano nas silagens de cenoura e raiz de mandioca não resultou em benefícios significativos relacionados ao pH, às perdas de gases e efluentes durante a ensilagem, à recuperação de matéria seca, além de também não melhorarem os componentes nutricionais para os animais.

**Palavras-chave:** Análise bromatológica. Inoculação microbiana. Perdas fermentativas.

**Abstract:** Feeding animals represents the highest cost of production. A way to reduce this expense is to seek for alternatives, such as using crop leftovers. Silage represents a way to store food, and its quality depends on efficient fermentation, however, nutritional losses can occur in the ensiled material. The use of additives is a good option, as they are responsible for improving fermentation patterns and inhibit undesirable fermentation. Therefore, the objective of this project was to evaluate the effect of using the microbial inoculant Silotrato® on the bromatological, physical and chemical characteristics of carrot and cassava root silage. The research was carried out at the Laboratory of Animal Nutrition and Bromatology at UNIPAM. The experimental design used was completely randomized, with 4 treatments: Carrot silage without inoculant (SC), carrot silage

with inoculant (SCI), cassava root silage without inoculant (SM) cassava root silage with inoculant (SMI). For each treatment, 3 repetitions were used, totaling 12 mini silos. The parameters evaluated were gas losses (% MS); effluent production (kg t<sup>-1</sup> green mass); dry matter recovery (%); pH and chemical analysis of dry matter (DM), ash (MM), neutral detergent insoluble fiber (NDF), crude protein (CP), ether extract (EE) and non-fibrous carbohydrates (NFC). There were no significant differences in any of the analyzed parameters. It is concluded that the use of microbial inoculant in carrot and cassava root silages did not result in significant benefits related to pH, losses of gases and effluents during ensiling, dry matter recovery, and also did not improve the nutritional components for the animals.

**Keywords:** Bromatological analysis. Microbial inoculation. Fermentative losses.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Na atividade pecuária, a alimentação dos animais representa o custo mais alto de produção. Em razão disso, os produtores estão cada vez mais em busca de alternativas que reduzam esse gasto, sem comprometer o desempenho e a produção, além de ser fornecido um alimento que, mesmo com um valor inferior, apresenta alto valor nutritivo e boa digestibilidade, o que possibilita aos animais expressar seu máximo potencial produtivo.

O uso de sobras de culturas e de culturas impróprias para o consumo humano já vem sendo realizado há algum tempo e torna-se uma oportunidade para os produtores reduzirem custos na produção. Além disso, a destinação apropriada desses alimentos contribui para a diminuição dos riscos de poluição ambiental que poderiam ocorrer com o seu acúmulo. As raízes, os tubérculos e os grãos são menos perecíveis, uma vez que possuem menores teores de umidade, porém o mau controle após a colheita pode levar a perdas de massa e qualidade (HODGES; BUZBY; BENNETT, 2011). De acordo com Pinheiro (2019), a maior causa dos descartes de cenoura é a bifurcação nas raízes, mas também ocorre a incidência de mela, pintas e nematoides, causados pelo calor e pelas chuvas.

A ensilagem representa uma alternativa de armazenamento de cereais na propriedade, sendo uma forma de conservação anaeróbica dos alimentos através da fermentação natural do amido ou de açúcares em ácidos, principalmente láctico e acético, por bactérias lácticas homo e heterofermentativas. No entanto, a qualidade da silagem resultante depende de uma fermentação anaeróbica eficiente, sendo dependente do teor de umidade da silagem, da capacidade tamponante e do teor de carboidratos solúveis, que, na cenoura, são os açúcares e, na mandioca, o amido, os quais fornecem energia para os animais. Esses fatores afetam negativamente o processo fermentativo, impedindo uma rápida queda do pH, que é o fator principal para ocorrer uma fermentação adequada e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, que podem reduzir a qualidade inicial da silagem.

Devido à possível ocorrência dessas perdas nutritivas do material ensilado, a utilização de aditivos é uma boa opção, já que eles são responsáveis por melhorar os padrões fermentativos e inibir uma fermentação indesejável na silagem. De acordo com Henderson (1993), o aditivo ideal é aquele que contribui para a redução de perdas de

matéria seca, impede a fermentação secundária (atuação de bactérias clostrídicas ou enterobactérias), aumenta o valor nutritivo, melhora a estabilidade aeróbica e oferece retorno em produção animal em relação ao custo apresentado pelo uso do aditivo.

Entre os tipos de aditivos, estão os biológicos, como os inoculantes, que são compostos por enzimas e microrganismos, sendo responsáveis por aumentar a população bacteriana que produz os ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico, resultando na queda do pH em um menor tempo. Em decorrência dessa queda, ocorre uma melhor fermentação, menor perda de matéria seca, redução no crescimento de microrganismos indesejáveis e baixa perda de nutrientes.

Segundo Bolsen *et al.* (1995), a inoculação de bactérias produtoras de ácido láctico na forragem pode favorecer a fermentação, resultando na queda e na manutenção do pH baixo, além de aumentar a relação entre ácido láctico e acético. Porém, Harrison, Blauwiekel e Stokes (1994) ressaltam que os efeitos do uso de aditivos microbianos estão relacionados ao tipo de inoculante utilizado, à quantidade aplicada e ao conteúdo de matéria seca e à composição química da forragem escolhida.

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do uso do inoculante microbiano Silotrato® sobre as características bromatológicas, físicas e químicas de silagem de cenoura e de raiz de mandioca.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Nutrição animal, localizado no Bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, na cidade de Patos de Minas – MG.

O experimento foi conduzido utilizando-se minissilos experimentais confeccionados em tubos de policloreto de vinil (PVC), medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, contendo tampa adaptada com válvula tipo “Bunsen” para permitir o escape dos gases. Na parte inferior, foi colocada uma camada de 5 cm de areia, protegida por uma tela plástica; sobre esta, uma camada de tecido de algodão, para que fosse possível drenar os efluentes.

Antes de ensilar, o material foi pré-secado, já que ambas as culturas possuíam em sua composição muita umidade. Então, primeiramente, foi feito um teste para definir o tempo que cada cultura deveria permanecer na estufa para atingir 40% de umidade. Para isso, as amostras de cenoura e de raiz de mandioca foram moídas no moinho Tipo Willey, pesadas e acondicionadas na estufa ventilada a 60° C; 0, 1, 2 e 4 horas após serem colocadas na estufa, foram pesadas e, delas, retiradas 10g para serem levadas à estufa a 105° C, em cápsulas de porcelana, onde também, após 1, 2 e 4 horas, foram retiradas e pesadas. Após esse processo e com todos os dados, foi calculada a matéria seca em cada horário pesado e feita uma curva de desidratação. Feito isso, o tempo necessário para a pré-secagem das amostras foi determinado, sendo, para a mandioca, 5 horas e, para a cenoura, 7 horas.

No dia da ensilagem, as culturas de cenoura e raiz de mandioca foram picadas em pedaços menores, moídas no moinho Tipo Willey e colocadas na estufa ventilada 60°C para pré-secagem, ficando na estufa durante o tempo preestabelecido. A compactação da massa ensilada foi realizada com auxílio de um bastão de madeira, com

acomodações de camadas de aproximadamente 10 cm de espessura, buscando atingir densidade de 550,0 a 650,0 kg/m<sup>3</sup> de material (entre 2,8 e 3,2 kg). Após a acomodação final do material, os silos foram fechados e vedados com fita adesiva. Os silos foram pesados antes e após o enchimento e vedação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo dois fatores relacionados às culturas utilizadas (cenoura e raiz de mandioca) e dois fatores associados à inoculação microbiana (controle sem inoculação; inoculação), totalizando 4 tratamentos assim distribuídos: silagem de cenoura controle (SCC), silagem de cenoura com inoculante (SCI), silagem de raiz de mandioca controle (SMC), silagem de raiz de mandioca com inoculante (SMI). Para cada tratamento, foram utilizadas 3 repetições, totalizando 12 minissilos. O inoculante utilizado foi o Silotrato®, que foi adicionado na proporção de 2mL/Kg de silagem.

Os silos foram abertos 210 dias após a ensilagem. A abertura foi feita seguindo a rotina: pesagem do minissilo cheio fechado, pesagem da silagem, amostragem da silagem e pesagem do conjunto (minissilo + areia + tela + pano + tampa) vazio.

Os parâmetros avaliados foram perdas por gases (% MS); produção de efluentes (kg t<sup>-1</sup> massa verde); recuperação de matéria seca (%); pH e análise bromatológica de matéria seca (MS), cinzas (MM), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF).

A determinação das perdas por gases foi feita através da diferença dos pesos dos minissilos antes da abertura em relação ao peso computado na data de fechamento, correspondendo à perda de massa na forma de gases, conforme a Equação 1 a seguir:

$$G = \frac{(P_{fe} - P_{ab})}{(MF_{fe} \times MS_{fe})} \times 1000$$

Onde,

G = perda por gases (% MS);

P<sub>fe</sub> = peso do mini-silo cheio no fechamento (kg);

P<sub>ab</sub> = peso do mini-silo cheio na abertura (kg);

MF<sub>fe</sub> = massa de forragem no fechamento (kg);

MS<sub>fe</sub> = teor de matéria seca da forragem no fechamento (% MS).

A determinação da produção de efluente foi realizada através dos pesos do conjunto vazio (minissilo + areia + pano + tela + tampa) após a retirada de toda a forragem, subtraindo-se deste o peso do conjunto antes da ensilagem, com a areia seca, permitindo a estimativa da produção de efluente que foi drenado para o fundo, conforme Equação 2 abaixo:

$$E = \frac{(P_{ab} - P_{fe})}{MF_{fe}} \times 1000$$

Onde:

E = produção de efluente (kg t<sup>-1</sup> massa verde);

Pab = peso do conjunto (mini-silo + tampa + areia + pano + tela) vazio na abertura (kg);

Pfe = peso do conjunto (mini-silo + tampa + areia + pano + tela) vazio no fechamento (kg);

MFfe = massa de forragem no fechamento (kg).

Já a determinação do índice de recuperação de matéria seca foi realizada através da diferença de peso obtida pela pesagem da massa de forragem no momento da ensilagem e abertura e de seus respectivos teores de matéria seca (MS), calculando-se a recuperação de MS (RMS), de acordo com a Equação 3:

$$RMS = \frac{(MF_{ab} \times MS_{ab})}{(MF_{fe} \times MS_{fe})} \times 100$$

Onde:

RMS = índice de recuperação de matéria seca (%);

MFab = massa de forragem na abertura (kg);

MSab = teor de matéria seca da forragem na abertura (%);

MFfe = massa de forragem no fechamento (kg);

MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

No momento da abertura dos minissilos, de cada repetição foi retirada uma amostra para a realização da análise de pH e outra amostra para realização das análises bromatológicas. Da mesma forma, no dia da ensilagem foi feita a amostragem de cada tratamento para realização das mesmas análises bromatológicas, para posterior comparação dos resultados, uma vez que não existem muitos dados na literatura sobre a composição bromatológica dessas duas silagens. As análises realizadas foram matéria seca (MS), cinzas (MM), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN); proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE).

A concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtida conforme relatado por Hall e Akinyode (2000), em que  $CNF = 100 - (\% PB + \% FDN + \% EE + \% MM)$ .

Os dados de pH, perda de gases e efluentes e recuperação de matéria seca foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento MIXED do software SAS® (*Statistical Analysis System*, versão 9.4); caso fosse significativo, os dados médios dos parâmetros avaliados seriam comparados pelo teste de Tukey. Para todos os procedimentos estatísticos, foi utilizado 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Realizou-se o estudo de Shapiro-Wilk a 5% para verificar se as pressuposições de distribuição normal, de aditividade e de homocedasticidade dos dados foram atendidas. O modelo estatístico utilizado na análise dos dados encontra-se a seguir:

- $Y_{ijk} = \mu + G_i + I_j + GI_k + \varepsilon_{ijk}$
- Em que:  $Y_{ijk}$  = valor observado da característica;
- $\mu$  = média geral;
- $G_i$  = efeito relativo à mandioca e cenoura ( $i = 1,2$ );
- $I_j$  = efeito relativo ao inoculante ( $j = 1,2$ );

- $GI_{ij}$  = efeito relativo à interação entre a tipo de silagem  $i$  e inclusão de inoculante  $j$ ;
- $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório, associado a cada observação  $Y_{ijk}$ .

Já os valores médios da composição bromatológica entre as silagens de cenoura e de raiz de mandioca foram comparados através de estatística descritiva.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no pH, perda por gases (PG), produção de efluentes (PE) e recuperação de matéria seca (RMS) em nenhuma das duas silagens avaliadas (cenoura e raiz de mandioca), portanto o uso do inoculante não foi benéfico para esses parâmetros, sendo os valores estatisticamente iguais ao tratamento controle, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1:** Valores de pH, perda por gases (PG), produção de efluentes (PE) e recuperação de matéria seca (RMS) nas silagens de cenoura e de raiz de mandioca com e sem o uso de inoculante microbiano

Parâmetros	Cenoura		Raiz de mandioca		ANOVA	CV (%)
	Controle	Inoculante	Controle	Inoculante		
pH	4,28	3,74	4,23	4,05	0,4190	10,2
PG (% MS)	1,34	8,25	0,26	0,61	0,3285	136,68
PE (kg t <sup>-1</sup> massa verde)	53,81	53,29	30,24	35,86	0,0684	49,08
RMS (%)	88,59	58,82	98,57	96,09	0,9032	20,04

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

Fonte: dados da pesquisa.

Devido à falta de estudos realizados com a silagem de cenoura, recorreu-se a trabalhos que avaliaram os mesmos parâmetros em alimentos semelhantes na composição bromatológica da cenoura, principalmente pela alta umidade e pelos teores de açúcares. Em relação à silagem de raiz de mandioca, também são poucos os estudos relacionados, principalmente analisando os mesmos parâmetros com o uso de inoculantes microbianos, e, da mesma forma, foram pesquisados trabalhos que se assemelhavam com o presente estudo.

Almeida Rego *et al.* (2012) afirma que é indicado o uso de aditivos para auxiliar durante a fermentação de alimentos com elevado teor de umidade e que o uso de inoculantes microbianos tem mostrado benefícios nesse tipo de material, resultando em uma silagem com melhor qualidade e com menores perdas. Entretanto, nesse estudo, não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos parâmetros analisados (Tabela 1). De modo geral, os aditivos utilizados deveriam reduzir as perdas de matéria seca, reduzir o pH e as fermentações secundárias, melhorar a estabilidade aeróbia e o valor nutritivo das silagens (HENDERSON, 1993). No entanto, seus efeitos são dependentes do tipo de inoculante, da sua atividade biológica, da quantidade aplicada e do tipo de forragem em teor de matéria seca e composição química (HARRISON; BLAUWIEKEL; STOKES, 1994).

Os valores médios de pH dos minissilos no dia da abertura do tratamento com inoculante não se diferenciaram do tratamento controle ( $P > 0,05$ ). No entanto, as silagens controle de cenoura e de raiz de mandioca apresentaram pH ligeiramente acima da faixa ideal, que é entre 3,8 e 4,2, proposta por McDonald, Henderson e Heron (1991), enquanto a inoculada apresentou valores menores. O mesmo ocorreu no estudo de Almeida Rego *et al.* (2012), em que se avaliou o uso de inoculantes com bactérias homoláticas (*Lactobacillus plantarum*) e heteroláticas (*Lactobacillus buchneri*) em silagem de bagaço de laranja e não se observaram resultados benéficos referentes aos valores de pH. Contrariando esses resultados, Penteado, Santos e Carvalho (2007), avaliando silagem de capim Mombaça, verificaram redução no pH ao se inocular *Lactobacillus plantarum* no material, como era de se esperar.

Santos (2018) avaliou a utilização do aditivo microbiano contendo *Lactobacillus buchneri* para verificar o ganho qualitativo da silagem de folha de mandioca e observou que as médias de pH também não se diferenciaram estatisticamente, porém menores valores foram encontrados nas silagens inoculadas, corroborando o presente estudo. Silva *et al.* (2008) encontraram o valor de pH na silagem da raiz de mandioca igual a 3,90; isso é indicativo de um bom padrão de fermentação desse alimento, já que, de acordo com McDonald, Henderson e Heron (1991), uma silagem é considerada de qualidade satisfatória se apresentar pH inferior a 4,2.

O inoculante utilizado nesse estudo foi o Silotrato, que é composto por bactérias homoláticas (*Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*) e heteroláticas (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus lactis* e *Propionibacterium acidipropionici*), assim como 5% de complexo enzimático (LUDWIG *et al.*, 2018).

Inoculantes com bactérias homoláticas promovem aumento na produção de ácido lático e rápida redução do pH da massa ensilada, através da rápida fermentação dos carboidratos solúveis (KUNG; STOKES; LIN, 2003). Já as bactérias heteroláticas reduzem o pH da massa ensilada mais lentamente (YITBAREK; TAMIR, 2014), porém são capazes de produzir ácidos antifúngicos, como ácido acético e propiônico, através da fermentação de carboidratos solúveis em água (QUEIROZ *et al.*, 2013) eficazes no controle de fungos e demais microrganismos deterioradores (OUDE ELFERERINK *et al.*, 2001).

Não houve efeito do uso do inoculante sobre as perdas por gases e efluentes em nenhuma das duas silagens analisadas. Em se tratando de silagem, perdas por efluentes e gases são comuns, principalmente quando se utiliza de materiais com altos teores de umidade. Era esperado que as bactérias heterofermentativas proporcionassem maior produção de gases (OUDE ELFERERINK *et al.*, 2001) e que houvesse menores produções de efluentes pela inoculação de bactérias homofermentativas (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). No entanto, resultados semelhantes foram observados por Almeida Rego *et al.* (2012), que avaliaram o uso de inoculantes com bactérias homoláticas (*Lactobacillus plantarum*) e heteroláticas (*Lactobacillus buchneri*) em silagem de bagaço de laranja e não obtiveram diferenças significativas para as perdas de gases e efluentes. Os valores encontrados por esses autores foram de 45,92 kg/t MV de produção de efluentes e 1,80% MS de perdas por gases para o tratamento com a combinação das bactérias. A alta produção de efluentes corrobora o encontrado nesse estudo e é

explicado pela alta umidade dos materiais ensilados, como é o caso também do bagaço de laranja. A silagem de cenoura apresentou maiores perdas que a de raiz de mandioca, também justificado pelo maior teor de umidade quando se comparam essas duas raízes.

De acordo com Silva *et al.* (2017), as perdas por gases estão associadas ao tipo de fermentação que ocorre durante o processo. Quando a fermentação ocorre por bactérias homofermentativas, a glicose é utilizada como substrato para produzir ácido láctico, promovendo perdas menores. Todavia, quando a fermentação acontece por bactérias heterofermentativas, são produzidos gás carbônico (CO<sup>2</sup>), etanol e manitol, resultando em significativas perdas por gases. Portanto, as maiores produções de gases estão associadas à presença de bactérias hetero e entero fermentativas, o que explica os resultados desse estudo em relação à maior perda por gases na silagem de cenoura com inoculante. Além disso, quando as forragens têm baixo teor de matéria seca, as perdas por gases são ainda maiores (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

O efluente das silagens contém, em sua maior parte, compostos orgânicos como proteínas, açúcares, ácidos orgânicos, constituindo perda de valor nutritivo durante a conservação de silagens; portanto, evitem-se essas perdas resulta em maior qualidade da silagem. A produção e, conseqüente, o escoamento de efluentes dependem de vários fatores, como o teor de matéria seca da planta (LOURES *et al.* 2005), a pressão de compactação e a forma e o tamanho do silo (TAVARES *et al.*, 2005).

Silva *et al.* (2017) ressalta que a compactação excessiva pode promover o aumento nas perdas por gases e efluentes, que são inversamente proporcionais aos teores de matéria seca. Portanto, o aumento nas perdas por gases e efluentes pode levar a uma menor recuperação de matéria seca, como pode ser observado nos resultados desse estudo. Mesmo não ocorrendo diferenças significativas no índice de recuperação de matéria seca (RMS) das silagens em relação ao uso do inoculante, quando se comparam as duas silagens, pôde-se observar que a silagem de mandioca apresentou menor perda de gases e de efluentes e que, conseqüentemente, houve uma maior recuperação de matéria seca (RMS), quando comparada com a silagem de cenoura (Tabela 1). Isso fica mais evidenciado quando se observa a perda por gases da silagem de cenoura com inoculante, que foi muito superior a controle, e, em razão disso, a RMS foi menor.

Almeida Rego *et al.* (2012), analisando o efeito do inoculante microbiano heterolático (*Lactobacillus buchneri*) em combinação ou não com bactéria homolática (*Lactobacillus plantarum*) sobre o pH, a composição bromatológica e as perdas de efluentes e gases em silagens de bagaço de laranja, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados para os valores de recuperação de matéria seca, assim como nesse estudo. Discordando desses dados, outros autores verificaram que o uso de *Lactobacillus plantarum* levou a incrementos significativos na taxa de recuperação de matéria seca das silagens de capim elefante e Mombaça (ZANINE *et al.* 2010; PENTEADO; SANTOS; CARVALHO, 2007). Essa comparação pode ser feita, uma vez que esses materiais também apresentaram altos teores de umidade.

A composição bromatológica das silagens avaliadas encontra-se na tabela 2. Devido à escassez de trabalhos utilizando a cenoura, foi realizada também uma análise bromatológica antes da ensilagem, apenas para fins de comparação com os resultados da pós-ensilagem.

**Tabela 2:** Composição bromatológica da silagem de cenoura com e sem o uso do inoculante, antes e depois da ensilagem

Parâmetros (%)	Cenoura			CV (%)
	Antes da ensilagem	Controle	Inoculante	
MS	43,95	43,98	44,16	0,70
MM	9,14	16,39	12,83	14,27
PB	10,32	13,24	14,03	5,89
EE	1,88	2,69	3,85	32,74
FDN	17,87	26,04	24,77	9,58
CNF	60,80	46,21	44,06	5,19

Fonte: dados da pesquisa.

As cenouras frescas possuem aproximadamente 12% de MS (BATH, 1981; MULLER; PIGDEN; GRAHAM, 1984); portanto, para a ensilagem desse material, foi feita uma pré-secagem, que objetivou proporcionar condições ideais para o crescimento das bactérias lácticas, permitindo um melhor armazenamento e conservação, além de evitar o escoamento de nutrientes provenientes do excesso de umidade, conforme citam Pereira e Reis (2001). Portanto, o teor de MS foi elevado para aproximadamente 44%; após a abertura dos minissilos, observou-se que os valores permaneceram semelhantes aos apresentados antes da ensilagem e semelhantes entre os dois tratamentos.

Almeida Rego *et al.* (2012), analisando o efeito do inoculante microbiano heterolático (*Lactobacillus buchneri*) em combinação ou não com bactéria homolática (*Lactobacillus plantarum*) sobre a composição bromatológica em silagens de bagaço de laranja, não encontraram diferenças no teor de MS com a inclusão dos inoculantes. Porém, observaram variação na MS, antes do fechamento do silo, de 18,73% para 19,31% na abertura do silo, tendo um aumento de 0,58 pontos percentuais, o que se diferencia do apresentado, já que não houve um aumento expressivo da MS após a ensilagem.

De acordo com Bath (1981) e Muller, Pigden e Graham (1984), as cenouras frescas possuem 10% de proteína bruta (PB), 1,4% de extrato etéreo (EE) e 9,1% de fibra. As análises feitas antes da ensilagem se mostraram semelhantes ao que esses autores afirmam em relação à proteína e à gordura; já a fibra apresentou-se superior nesse estudo (Tabela 1). Em relação às análises realizadas após a ensilagem, não houve diferenças expressivas nesses parâmetros com o uso do inoculante, porém, quando se compara com os valores antes da ensilagem, houve um leve aumento, assim como ocorreu com a matéria mineral.

No estudo de Almeida Rego *et al.* (2012), não houve diferenças sobre os teores de MM, PB e EE, com a inoculação de bactérias em silagem de bagaço de laranja. Esses autores declaram que o efeito do uso de inoculantes microbianos sobre o teor de PB das silagens ainda não está bem definido, pois os resultados são controversos em outros materiais ensilados com maior frequência, como o sorgo e o milho, ora apresentando alteração no teor de PB com a inclusão dos inoculantes (SILVA *et al.*, 1997); ora sem apresentar diferenças (PEDROSO *et al.*, 2000).

Já em relação ao teor de FDN, Almeida Rego *et al.* (2012) observaram valores significativamente superiores de FDN na silagem de bagaço de laranja com *Lactobacillus buchneri* em relação à silagem controle, o que pode ter ocorrido devido às perdas de carboidratos solúveis durante a fermentação, aumentando proporcionalmente a concentração dos componentes da fibra na MS total (PEDROSO *et al.*, 2005). Mesmo não apresentando diferenças, isso também pode ter ocorrido nesse estudo, já que as perdas por efluentes foram consideráveis, e o teor de FDN após a abertura foi superior ao observado antes da ensilagem.

A estimativa de carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada com base nos demais parâmetros analisados e, portanto, houve a redução de 60 para 44 e 46%, conforme Tabela 1, em consequência do aumento dos outros teores. Na cenoura, a maior parte dessa fração é composta por sacarose, um carboidrato de rápida fermentação no rúmen, que torna esse alimento altamente digestível e palatável. De acordo com Antunes *et al.* (2011), os açúcares são fermentados rápida e completamente no rúmen pelos microrganismos, sendo convertidos em ácidos graxos voláteis e, ocasionalmente, em quantidades significativas de lactato. Devido à alta fermentação desses açúcares, as cenouras devem ser combinadas com alimentos fibrosos para se evitar acidose e deve ser introduzida progressivamente na dieta (BAKSHI; KAUR; WADHWA, 2016).

Os resultados das análises bromatológicas da silagem de raiz de mandioca estão apresentados na Tabela 3. Da mesma forma que na silagem de cenoura, foi realizada a análise bromatológica antes da ensilagem, para fins comparativos.

**Tabela 3:** Composição bromatológica da silagem de raiz de mandioca com e sem o uso do inoculante, antes e depois da ensilagem

Parâmetros (%)	Raiz de mandioca			CV (%)
	Antes da ensilagem	Controle	Inoculante	
MS	46,47	47,50	47,65	0,44
MM	2,59	2,73	2,52	4,86
PB	3,16	3,12	2,77	6,66
EE	1,60	0,81	1,56	49,95
FDN	7,68	7,56	5,95	31,12
CNF	84,98	82,65	86,96	5,66

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme Butolo (2002), a raiz de mandioca apresenta 60 a 65% de umidade (35% de MS) e carboidratos de fácil fermentação, sendo essas características adequadas para a ensilagem, permitindo uma fermentação sem inconvenientes. No entanto, para padronizarem-se os dois materiais utilizados, foi feita também a pré-secagem da raiz de mandioca antes de sua ensilagem, atingindo em torno de 46,5% de MS. Após a abertura dos minissilos, a matéria seca teve um leve aumento, porém não foi expressivo entre os dois tratamentos (controle e inoculante).

Carvalho (1983) cita valores de 35% de MS para a raiz de mandioca fresca e 45% para a raiz mandioca ensilada. Já Vieira (2015) analisou a composição químico-bromatológica da silagem de raiz de mandioca e obteve teores médios de 43,21% de MS. Os valores obtidos nesse estudo estão ligeiramente acima (47,6%) dos citados na

literatura, porém isso pode ter ocorrido devido ao maior tempo de ensilagem nesse experimento, que foi de 210 dias, diferentemente dos 30 dias citados por esses autores.

Os resultados para a matéria mineral desse estudo se mostraram acima dos citados na literatura. Butolo (2002) menciona entre 0,6 a 0,9% de cinzas e Carvalho (1983) apresenta valores de 1,43% de MM para a raiz de mandioca fresca e 1,84% para a raiz ensilada. De acordo com Santos (2018), não é interessante para uma boa silagem alto teor de matéria mineral, pois esses minerais fazem parte da fração inorgânica do material, podendo causar diminuição de energia na silagem. Os valores apresentados nesse estudo estão apenas um pouco superiores aos da literatura, não sendo muito expressivos.

A silagem de raiz de mandioca apresenta baixo teor de proteína, conforme mostrado nos resultados desse estudo, em torno de 3% (Tabela 3). Butolo (2002) encontrou variação de 1,0 a 1,5%; Vieira (2015) obteve valor médio de 3,19% e Carvalho (1983) observou teor de 1,25% de proteína para a raiz de mandioca fresca e 1,61% para a raiz de mandioca ensilada. Já nos estudos feitos por Figueiredo, Souza e Ferreira (2006), detectou-se concentração de proteína bruta na raiz da mandioca igual a 3% na MS, resultado semelhante ao do presente estudo.

Em relação à gordura (EE), também foram baixos os valores encontrados, porém se assemelham aos apresentados na literatura por Vieira (2015), que obteve 3,17% de extrato etéreo para a silagem de raiz de mandioca. Já Carvalho (1983) encontrou valores bem inferiores, sendo 0,29% para a raiz fresca e 0,37% de gordura para a raiz de mandioca ensilada. Porém, Butolo (2002) afirma que a composição da mandioca pode variar conforme as condições ambientais, o cultivar utilizado e a idade da planta.

A fração fibrosa da silagem de raiz de mandioca apresentada nesse estudo, mesmo sem apresentar diferenças expressivas, foi menor na silagem inoculada em comparação com a silagem controle (Tabela 3); quando se compara com a análise feita antes da ensilagem, observa-se que a silagem inoculada teve uma pequena redução no teor de FDN. Da mesma forma, Santos (2018), avaliando a utilização do aditivo microbiano contendo *Lactobacillus buchneri* sobre a composição bromatológica da silagem de folha de mandioca, observou que o FDN apresentou uma redução total de 5,59% para a silagem com o aditivo microbiano. Vieira (2015) analisou a composição químico-bromatológica da silagem de raiz de mandioca e obteve valor de 8,79% de FDN.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) são constituídos principalmente de amido, açúcares, substâncias pécicas e beta-glucanos. Dos seus componentes, o amido talvez seja o mais importante, sendo o principal componente energético dos grãos de cereais e de raízes utilizados na alimentação de ruminantes (ZEOULA; CALDAS NETO, 2001).

Na raiz de mandioca, o amido é o principal componente, sendo composto de 17,0% de amilose e cerca de 83,0% de amilopectina, teores que diferem dos do milho, que apresenta 24,0% de amilose e 76,0% de amilopectina (CIACCO; CRUZ, 1982). Além disso, esse amido apresenta 91% de digestibilidade ruminal, sendo maior que a do milho, cuja digestibilidade é de 65% (SIMAS *et al.*, 2008). Portanto, a raiz de mandioca é uma excelente fonte de amido para os animais, sendo esse um carboidrato de fácil fermentação ruminal e fonte de energia.

O cálculo do CNF é feito através de uma fórmula baseada nos outros componentes nutricionais, sendo, portanto, uma estimativa. Os valores encontrados

nesse estudo se assemelham aos valores apresentados por Vieira (2015), que analisou a composição químico-bromatológica da silagem da raiz da mandioca e obteve valor médio de 82,30%. Em relação ao teor apresentado antes da ensilagem, não houve diferenças grandes quando se compara com os valores encontrados após a abertura dos minissilos.

#### 4 CONCLUSÃO

O uso do inoculante microbiano nas silagens de cenoura e raiz de mandioca não resultou em benefícios significativos relacionados ao pH, às perdas de gases e efluentes durante a ensilagem e a recuperação de matéria seca, além de não interferir nos componentes nutricionais para os animais.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA REGO, F. C. de; LUDOVICO, A.; SILVA, L. C. da; LIMA, L. D. de; SANTANA, E. W. Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 3411-3420, 2012.
- ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011.
- BAKSHI, M. P. S.; KAUR, J.; WADHWA, M. Waste to worth: vegetable wastes as animal feed. **CAB Reviews**, v. 11, n. 12, p. 1-26, 2016.
- BATH, D. L. Feed by-products and their utilization by ruminants. *In*: HUBER, J. T. (Ed.) **Upgrading residues and by-products for animals**. Boca Raton: Ed. CRC Press, 1981. p. 2-16.
- BOLSEN, K. K. *et al.* **Improving silage quality**. Manhattan: Kansas State University, 1995.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agros Comunicação, 2002.
- CARVALHO, J. L. H. A mandioca: raiz e parte aérea na alimentação animal. **Embrapa Cerrados-Circular Técnica** (INFOTECA-E). Brasília, 1983.
- CIACCO, C. F.; CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982.
- FIGUEIREDO, M. P. de; SOUZA, L. F.; FERREIRA, J. Q. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz

de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tratada com ureia. **Braz. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 1, p. 11-17, 2006.

HALL, M. B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11., 2000, Gainesville. **Proceedings [...]**. Gainesville, 2000, p. 179-186.

HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M. R. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 3209-3235, 1994.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

HODGES, R. J.; BUZBY, J. C.; BENNETT, B. Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. **The Journal of Agricultural Science**, v. 149, n. 51, p. 37-45, 2011.

KUNG, J. R. L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 251-304.

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I.U.; CAMPOS, F. P. Chemical composition and effluent yield of tanzania grass silages affected by wilting, particlesize and enzymatic/microbial additive. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005.

LUDWIG, L.; GAYER, T. O.; FRAPORTI, L.; KASPER, N. F.; KROLOW, R. H.; CASTAGNARA, D. D. Impacto de inoculantes microbiano e enzimático na qualidade nutricional de silagens de milho maximus. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2018.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

MULLER, P. G.; PIGDEN, W. J.; GRAHAM, W. W. **Economic, nutritional and physiological evaluation of feeding food processing waste products to farm livestock**. 1984. 84 f. Working paper, Ottawa, 1984. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/RePEc:ags:aaacwp:243874>.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S. F.; FABER F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2 propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 67, n. 1, p. 125-132, 2001.

PEDROSO, A. F.; FREITAS, A. R.; SOUZA, G. B. Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 48-52, 2000.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; COELHO, R. M.; PACKER, I. H.; HORII, J.; GOMES, L. H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PENTEADO, D. C. S.; SANTOS, E. M.; CARVALHO, G. G. P. Inoculação com *Lactobacillus plantarum* da microbiota em silagem de capim Mombaça. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 56, n. 214, p. 191-202, 2007.

PEREIRA, J. R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. **Anais [...]**. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001.

PINHEIRO, E.; MARANGON, M. **Cenoura/Cepea**: chuvas ainda causam descarte em MG. 2019. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/cenoura-cepea-chuvas-ainda-causam-descarte-em-mg>.

QUEIROZ, O. C. M.; ARRIOLA, K. G.; DANIEL, J. L. P.; ADESOGAN, A.T. Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5836-5843, 2013.

RODRIGUES, P. H. M.; SENATORE, A. L.; ANDRADE, S. J. T.; RUZANTE, J. M.; LUCCI, J. M.; LIMA, F. R. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 2373-2379, 2002.

SANTOS, M. T. D. **Lactobacillus buchneri em silagem da folha de mandioca**. 2018. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2018.

SILVA, A. W. L.; MACEDO, A. F.; MIGUELLUTI, D. J.; HOESCHL NETO, W. Efeito do uso de inoculante bacteriano e de diferentes proporções de grãos na massa sobre a composição bromatológica da silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 170-172.

SILVA, M. A. A da; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; SCHERER, C.; MARTINS, E.N. Avaliação nutricional da silagem de raiz de mandioca contendo soja

integral para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1441-1449, 2008.

SILVA, V. L. D.; FRANÇA, A. F. S.; BASTO, D. C.; COSTA, E. R.; FERNANDES, E. S.; SILVA, M. C. D.; JUNIOR, A. J. S. Perdas por efluentes, gases e recuperação de matéria seca em silagem de milho aditivada com milho desintegrado com palha e sabugo. *In*: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2017. **Anais eletrônicos** [...]. Campinas, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/zootec/papers/perdas-por-efluentes--gases-e-recuperacao-de-materia-seca-em-silagem-de-milho-aditivada-com-milho-desintegrado-com-pal>.

SIMAS, J. M. C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 5, p. 1128-1134, 2008.

TAVARES, V. B.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; FIGUEIREDO, C. P.; ÁVILA, C. L. S.; LIMA, R. F. Effects of different compaction degrees, inclusion of absorbent additive and wilting on the chemical composition of tanzania grass silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2005.

VIEIRA, P. A. S. **Silagem da raiz de mandioca para alimentação de bovinos leiteiros**. 2015. 111 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2015.

YITBAREK, M. B.; TAMIR, B. Silage Additives: review. **Journal of Applied Sciences**, v. 4, p. 258-274, 2014.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; DÓREA, J. R. R.; DANTAS, P. A. S.; SILVA, T. C. da; PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2611-2616, 2010.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais [...]**. Lavras, 2001. p. 249-284.